

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко,
Н.Ю. Лазоренко-Гевель**

ОСНОВИ ГІС. СТАНДАРТИЗАЦІЯ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

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

Київ 2021

УДК 528.001+681.518

К21

Рецензенти: *С.С. Кохан*, д-р техн. наук, професор,
Національний університет біоресурсів і
природокористування;
Л.М. Даценко, д-р геогр. наук, професор,
Київський національний університет імені Тараса
Шевченка;
Р. В. Шульц, д-р техн. наук, професор,
Київський національний університет будівництва і
архітектури

*Затверджено на засіданні вченої ради Київського національного
університету будівництва і архітектури, протокол № 42 від 24 червня
2021 року.*

Карпінський Ю.О.

К21 Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації: навч. посіб. /
Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Н. Ю. Лазоренко-Гевель. – Київ:
КНУБА, 2021. – 152 с.

ISBN 978-966-627-327-2

Розглянуто загальні методичні й організаційні засади стандартизації у сфері географічної інформації. Наведено склад міжнародних стандартів серії ISO 19100 Географічна інформація / Геоматика і технічних специфікацій OGC, національні стандарти ДСТУ ISO 19101:2009, ДСТУ 8774:2018, ДСТУ ISO 19131:2019, які є основою інтероперабельності геопросторових даних в умовах розвитку НІГД в Україні.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій».

УДК 528.001+681.518

© Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко,
Н. Ю. Лазоренко-Гевель, 2021

ISBN 978-966-627-327-2

© КНУБА, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. МЕТОДИЧНІ ТА ІНСТИТУЦІЙНІ ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	8
1.1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАГАЛЬНА ТИПОЛОГІЯ СТАНДАРТІВ.....	8
1.2. ОРГАНІЗАЦІЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ У СФЕРІ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	14
2. ОГЛЯД КОМПЛЕКСУ СТАНДАРТІВ ISO 19100.....	24
2.1. ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА КОМПЛЕКСУ ISO 19100	24
2.2. ІНФРАСТРУКТУРНІ СТАНДАРТИ.....	27
2.3. СТАНДАРТИ МОДЕЛЮВАННЯ ДАНИХ	31
2.4. СТАНДАРТИ НА МЕТАДАНИ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ДАНИХ	40
2.5. СТАНДАРТИ НА СЕРВІСИ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	58
2.6. СТАНДАРТИ КОДУВАННЯ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	60
2.7. СТАНДАРТИ ДЛЯ ТЕМАТИЧНИХ СФЕР ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ СТАНДАРТИ	62
3. СПЕЦИФІКАЦІЇ ТА СТАНДАРТИ КОНСОРЦІУМУ OGC.....	65
3.1. ОГЛЯД СПЕЦИФІКАЦІЙ І СТАНДАРТІВ КОНСОРЦІУМУ OGC	65
3.2. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК СПЕЦИФІКАЦІЙ КОНСОРЦІУМУ OGC ТА СТАНДАРТІВ ISO/TC 211	68
4. СПЕЦИФІКАЦІЇ ТА ПРОФІЛІ СТАНДАРТІВ ДЛЯ ІГД.....	70
4.1. РОЛЬ СТАНДАРТІВ В ІНФРАСТРУКТУРІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	70
4.2. ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ПРОФІЛІВ ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ІНФРАСТРУКТУР ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ.....	73
4.3. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ПРОФІЛІВ	79
4.4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗШИРЕННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОФІЛІВ МЕТАДАНИХ .	81
4.5. СТАНДАРТИЗАЦІЯ В ІНФРАСТРУКТУРІ INSPIRE.....	84
5. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ДСТУ ISO 19101:2009 «ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ».....	95
5.1. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ.....	96
5.2. ДОМЕННА ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ.....	98
5.3. СЕРВІСИ КЕРУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИМИ МОДЕЛЯМИ/ГЕОІНФОРМАЦІЄЮ	101
6. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ДСТУ 8774:2018 «ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ПРАВИЛА МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ»	103
6.1. РОЛЬ СТАНДАРТУ В ПРОЦЕСІ СТВОРЕННЯ І РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ	103
6.2. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ СТАНДАРТУ ДСТУ 8774:2018.....	105

6.3. СТРУКТУРА СТАНДАРТУ ДСТУ 8774:2018	106
6.4. UML-НОТАЦІЇ	109
6.5. ОСНОВНІ ТИПИ ДАНИХ.....	114
6.6. ПРАВИЛА ДЛЯ ПРИКЛАДНОЇ СХЕМИ	116
7. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ДСТУ ISO 19131:2019 ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. СПЕЦИФІКАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОДУКТУ	125
ВИСНОВКИ.....	128
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	130
ДОДАТОК А: ПЕРЕЛІК СТАНДАРТІВ І ПРОЕКТІВ ISO/ТС 211.....	132
ДОДАТОК Б: ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ.....	134

ВСТУП

Посібник підготовлено відповідно до розділів програми з навчальної дисципліни «Нормативне забезпечення геоінформаційної діяльності» освітньо-професійної програми КНУБА з підготовки здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» спеціалізації «Геоінформаційні системи і технології» (далі ОПП).

До основних дисциплін, що сприятимуть засвоєнню завдань та змісту стандартизації географічної інформації, належать інформатика та програмування, основи системотехніки, основи геоінформаційних систем (ГІС) та бази даних, веб-картографування, в яких визначаються склад, структура, моделі даних, призначення, функції та принципи взаємодії компонентів ГІС як об'єктів стандартизації.

Стандарти географічної інформації належать до ключових компонентів сучасних геоінформаційних технологій та інфраструктури геопросторових даних (ІГД). Рівень інтероперабельності складових ІГД, що характеризує їх здатність до взаємодії, залежить від дотримання стандартів, в яких визначається уніфікована архітектура систем та інтерфейси (формальні мови, формати і правила) взаємодії як між виробниками та користувачами даних, так і між програмно-технічними компонентами інфраструктури.

Стандартизація в національних і регіональних ІГД практично всіх країн ґрунтується на комплексі міжнародних стандартів ISO 19100 – «Географічна інформація/геоматика», розроблених технічним комітетом ISO/TC211, та на специфікаціях Відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium – OGC). 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.

У посібнику розглянуто загальні методичні та організаційні засади стандартизації у сфері географічної інформації, склад міжнародних стандартів серії ISO 19100 Географічна інформація/геоматика і технічних специфікацій OGC, докладніше висвітлено основні положення комплексу міжнародних стандартів ISO 19100, що стосуються загальних питань управління ГІС-проектами та їх нормативного забезпечення, а саме: ISO 19106 Geographic information – Profiles (Профілі), ISO 19109 Geographic information – Rules for application schema (Правила для прикладних схем), ISO 19115 Geographic information – Metadata (Метадані), ISO 19157 Geographic information – Data Quality (Якість даних), ISO 19131 Geographic information – Data product specifications (Специфікації дата-продуктів).

Докладно розглянуто вимоги національних стандартів ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель, ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних, ДСТУ ISO 19131:2019 Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту, які становлять основу нормативного забезпечення створення інтероперабельних наборів базових і тематичних даних національної інфраструктури геопросторових даних в Україні.

До основних завдань з вивчення стандартизації географічної інформації належить формування у студентів фахових компетентностей та програмних результатів навчання, визначених в ОПП підготовки в КНУБА магістрів за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», зокрема:

спеціальних компетентностей:

– знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів в професійній діяльності.

– знання сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва геопросторових даних, оцінювання та забезпечення їх якості;

– уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати цифрові моделі шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;

– уміння аргументувати вибір методів розв’язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати ухвалені рішення;

– використання відповідної термінології та форм вираження у професійній діяльності;

програмних результатів навчання:

– знання та розуміння теоретичних основ інфраструктури геопросторових даних, принципів реалізації та функціонування її компонентів;

– знання та розуміння основ стандартизації геопросторових даних, метаданих та геоінформаційних сервісів;

– знання та розуміння принципів, мір, методів та засобів оцінювання і забезпечення їх якості;

– застосування знань та розуміння проектування, створення й адміністрування баз геопросторових даних в середовищі об’єктно-реляційних систем керування базами даних (ОР СКБД) із спеціальними функціональними розширеннями для зберігання, опрацювання і аналізу векторних та растрових моделей даних і хмар точок лідарних знімачь;

– застосування знань та розуміння розроблення вбудованих спеціальних прикладних функцій в середовищі ОР СКБД з використанням мови SQL з просторовими розширеннями та інших інтегрованих в СКБД мов програмування для геоінформаційного моделювання і аналізу геопросторових даних у вирішенні прикладних задач у сфері геодезії, кадастру, оцінювання нерухомості та моніторингу земель і довкілля;

– формування суджень щодо розроблення проєктів геоінформаційних систем різного призначення і територіального охоплення.

1. МЕТОДИЧНІ ТА ІНСТИТУЦІЙНІ ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Концепції та методи, використовувані для стандартизації у сфері географічної інформації, взято переважно зі стандартів, первинно розроблених для загального застосування в комп'ютерній ІТ-індустрії. Отже, логічно почати розгляд цієї теми з огляду стандартів, визначивши, що це таке, пояснюючи, як їх зазвичай розробляють, і розглянути, як їх використовують для досягнення цілей стандартизації у сфері географічної інформації та інфраструктури геопросторових даних (ІГД).

1.1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАГАЛЬНА ТИПОЛОГІЯ СТАНДАРТІВ

Спираючись на досвід міжнародних та національних організацій зі стандартизації, поняття «стандарт» найкраще визначити як документ або набір документів, які звичайно, але не завжди, публікують та в яких встановлюють спільну мову, термінологію, усталену практику та рівні виконання, а також технічні вимоги і специфікації, що їх послідовно застосовують для виробництва й використання продукції, послуг і систем.

Стандарти можуть бути по-різному документовані, по-різному реалізовані та використані для опису різних об'єктів і явищ на різних рівнях деталізації. Таким чином, найкращий спосіб зрозуміти багатогранну природу стандартів є їхнє зображення за допомогою тривимірної матриці (рис. 1.1)^{*}, структура якої визначається наведеними факторами.

Форми стандартів. Стандарти зазвичай викладають у формах, які варіюються від дуже конкретних обмежувальних до відносно гнучких, рекомендованих для загального застосування, зокрема таких:

– технічні специфікації – документи найжорсткішої з-поміж усіх форм стандартів з чітким формулюванням конкретних вимог, послідовне дотримання яких дає сталі та однакові результати;

^{*} Рис. 1.1 та 1.2 адаптовано із монографії: Yeung, Albert K.W.; Hall, Brent G. Spatial database system: design, implementation and project management. The GeoJournal Library, vol. 87. – Springer, 2007. – 553 p.

–конвенції, які називають також правилами та протоколами, містять гнучкіші вимоги з варіантами реалізації і тому дають подібні, але не обов'язково однакові результати;

–настанови, керівні принципи, рекомендації є найбільш гнучкою формою стандартів; вони надають досить широкий набір критеріїв, за якими якість та характеристики продукції, послуг або системи можуть бути виміряні й оцінені.

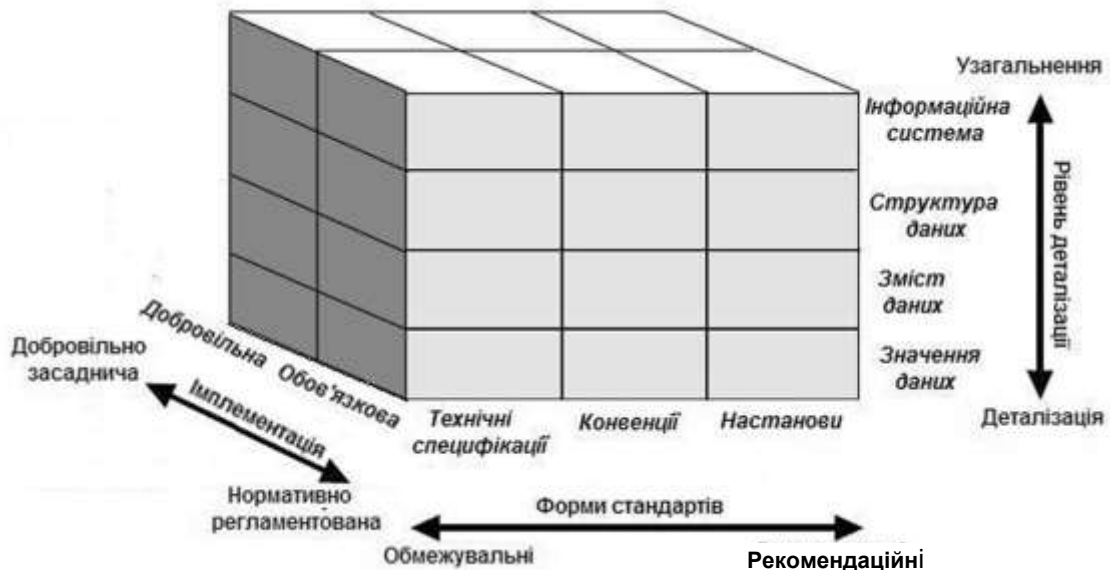


Рис. 1.1. Тривимірна матриця типології стандартів за формою, підходами до імплементації та рівнями деталізації

Підходи до імплементації. Впроваджують стандарти на основі таких підходів:

– обов'язкове застосування, коли стандарти набувають статусу технічних регламентів шляхом затвердження їх положень у державному законодавстві або в порядках та правилах, затверджених центральним виконавчим органом держави;

– добровільне, коли стандарти реалізують на основі консенсусу і загального визнання спільнотою користувачів.

Рівень деталізації. Цей аспект в матриці типології стандартів відображає рівень опису об'єкта та предмета стандартизації у формулюванні вимог до продукції або послуг. На рис. 1.1 за цим аспектом для сфери географічної інформації визначено чотири рівні взаємопов'язаних стандартів – від інформаційної системи до рівня подання значень в базі даних, а саме:

– стандарти інформаційної системи, які застосовують загалом і в широкому сенсі для того, щоби відобразити загальну архітектуру системи, зокрема роль і взаємозв'язки між компонентами її апаратної частини, програмного забезпечення і даних;

– стандарти структури даних, які визначають як дані системи, подано на концептуальному, логічному та фізичному рівнях моделювання;

– стандарти змісту даних, що визначають правила для подання кожного елемента, заданого в структурі даних, та охоплюють, наприклад, формати для дати, часу, кількісних і якісних показників, розділових знаків і наборів символів, та обов'язковість або необов'язковість елементів, включених у стандарт;

– стандарти для значення даних, які називають також каталогами об'єктів або показників, що містять переліки або таблиці термінів, імен, класифікаційних кодів та інші види допустимих значень (доменів), дозволених для конкретних елементів, визначених в стандартах структури та змісту даних.

Розглянута типологія стандартів узгоджується з практикою міжнародних та національних організацій у сфері стандартизації, а також з положеннями Закону України «Про стандартизацію» (2014) щодо формування в Україні сучасної системи стандартизації, відповідної інституційним вимогам і практиці міжнародних організацій з питань стандартизації. Ця типологія приймається нами в подальшому як загальні концептуальні рамки для класифікації й стислого огляду стандартів у сфері географічної інформації загалом та інфраструктурах геопросторових даних зокрема. Зауважимо також, що крім розглянутих аспектів типологічної матриці стандартів, стандарти можна класифікувати за *рівнем стандартизації*, а також за *процедурами розроблення, адміністрування та регламентами використання*, логічні зв'язки між якими відображено на рис. 1.2.

За рівнем стандартизації розрізняють:

– міжнародні, схвалені міжнародними організаціями зі стандартизації;

– міждержавні або регіональні – затвержені організаціями зі стандартизації групи держав за угодами між ними про співпрацю у сфері стандартизації у визначених предметних сферах;

– національні, галузеві та стандарти окремих підприємств.



Рис. 1.2. Логічна схема класифікації стандартів за процедурами розроблення й адміністрування та регламентами використання

Розглянемо ще кілька важливих загальних характеристик стандартів (див. рис. 1.2). Залежно від особливостей процедур розроблення й адміністрування стандарти можуть бути класифіковані як відкриті або пропрієтарні. До відкритих стандартів належать стандарти, в розробленні яких зацікавлені сторони мають змогу брати участь на добровільній основі, а процедура обговорення і затвердження стандартів ґрунтується на засадах консенсусу учасників розробки з можливістю доступу громадськості до проєктів та затверджених документів. Розробникові відкритого стандарту належать усі юридичні права, пов'язані з патентами і правами на інтелектуальну власність, але користувачі третьої сторони вільні підтримувати і створювати продукти, відповідні цьому стандарту.

Відкриті стандарти не належать певній організації. Такі стандарти колективно розробляють члени об'єднання користувачів, а не якась організація. Вони зазвичай належать домену загальних (публічних) стандартів, як правило, супроводжуються волонтерами або організаціями зі стандартизації від імені об'єднання користувачів. У певному сенсі стандарти, розроблені державними установами і випущені

для загального користування, також належать до публічних стандартів. Стандарти, розроблені або схвалені ISO, OGC, ANSI, BSI, CSA та іншими національними організаціями зі стандартизації, зокрема й стандарти географічної інформації, здебільшого вважають відкритими, якщо не брати до уваги вартість придбання примірника тексту стандарту.

Пропріетарні стандарти організації розробляють для внутрішнього використання у виробництві продукції або для надання послуг. Розробники цих стандартів несуть всю повноту відповідальності та володіють всіма патентами, пов'язаними з ними. Користувачам третьої сторони іноді дозволяється використовувати пропріетарний стандарт (або заплативши за ліцензію, або безплатно), але вони не грають ніякої ролі в його розробленні та підтриманні. Є багато пропріетарних стандартів, які масово застосовують у комп'ютерній індустрії, таких, наприклад, як операційна система Microsoft Windows. У сфері геопросторових даних до найчастіше використовуваних пропріетарних стандартів належать передусім формати файлів обміну даними, зокрема DXF компанії AutoDesk; E00 та шейп-файли інституту ESRI тощо.

Ще одна класифікаційна ознака стандартів пов'язана з регламентом їхнього застосування: *обов'язкові* чи *добровільні*. Як правило, відкриті стандарти у сферах, що впливають на здоров'я і безпеку людей, завжди впроваджують як обов'язкові стандарти на підставі національного законодавства або нормативних актів. Зазвичай їх називають технічними регламентами, або стандартами де-юре, тому що вони насправді мають силу закону і потребують суворого дотримання. Відкриті стандарти в інших сферах належать до добровільних стандартів. Ці відкриті стандарти, а також пропріетарні стандарти, відкриті для користувачів третьої сторони, звичайно називають промисловими стандартами, або стандартами де-факто, для того щоби відрізнити їх від стандартів де-юре, запроваджених національним законодавством та/або нормативними актами.

Традиційно дотримання стандартів у сфері географічної інформації спочатку відбувалося на добровільній основі. Однак у міру того як уряди усвідомлювали важливість геопросторових даних для ефективного і дієвого управління, а також можливі наслідки в галузі охорони здоров'я і безпеки через зловживання або неправильне використання просторових даних, у деяких країнах стандартам на

географічну інформацію почали надавати статус обов'язкових щоразу під час виконання робіт на замовлення державних установ. Наприклад, уряд Сполучених Штатів впровадив стандарт обміну геопросторовими даними SDTS (*Spatial Data Transfer Standard*) як обов'язковий для всіх федеральних відомств та у випадках виконання урядових замовлень. Отже, важливість дотримання стандартів у сфері географічної інформації для ефективної реалізації та досягнення цілей інфраструктури геопросторових даних є безперечною.

Насамкінець, за цільовим призначенням і змістом стандарти можна в більшості випадків віднести або до концептуальних (абстрактних) специфікацій, або до технічних (виконавчих) специфікацій. В абстрактних специфікаціях об'єкти й предмети стандартизації розглядають на концептуальному рівні, незалежно від конкретних технологій, які використовують для реалізації стандарту або пов'язані з нею. Абстрактні специфікації призначені переважно для людей, які повинні розуміти «що» й «чому» підлягає стандартизації та які економічні та/або соціальні наслідки можуть бути від впровадження стандартів. Стандарти у сфері географічної інформації, розроблені міжнародною організацією зі стандартизації ISO, здебільшого складено на рівні абстрактних специфікацій.

Виконавчі специфікації, з другого боку, містять технічні деталі реалізації стандарту. Технічні специфікації визначають, як концептуальні засади, описані в абстрактних специфікаціях, можуть бути втілені на практиці, дотримуючись технічних вимог до інтерфейсу, структури та способів кодування даних, до конструкцій мов програмування тощо. Отже, технічні специфікації насправді є настановами, які використовують розробники або технічні працівники, відповідні за дотримання стандартів під час реалізації та/або експлуатації системи. Консорціум OGC публікує стандарти, що належать і до абстрактних, і до виконавчих специфікацій. Зважаючи на вагому роль ISO та OGC стандартів для ІГД, далі докладніше розглянуто їхню структуру та склад.

1.2. ОРГАНІЗАЦІЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ У СФЕРІ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Людина, намагаючись знайти стандарт, який має відношення до її предметної сфери, може стикнутися з великою кількістю груп й організацій, які стверджують, що вони компетентні в справі стандартизації. На міжнародному рівні ISO та OGC добре відомі фахівцям з географічної інформації. Проте інші аббревіатури, такі як IEC або ITU (визначені далі), менш знані. Крім того, документи та публікації у сфері стандартизації містять чимало скорочень, таких як TC, SC, JTC, WG і SIG (які визначено далі), що ускладнює їх сприйняття і розуміння. Проте тільки-но значення аббревіатури стає відомим, комунікація спрощується. В цьому розділі розглянуто найважливіші учасники і поняття у сфері організації стандартизації та пояснено їхні взаємозв'язки.

Зазвичай стандарти розробляють міжнародні або національні організації зі стандартизації. Ці організації можна класифікувати за рівнем стандартизації (міжнародний, регіональний, національний тощо), а також за статусом органу (незалежні міжурядові органи, громадські об'єднання і консорціуми, а також професійні організації). Розробники стандартів у сфері географічної інформації можуть належати до однієї з таких організацій:

- міжнародна організація зі стандартизації;
- регіональна організація зі стандартизації;
- міжнародний промисловий консорціум або торговельна асоціація;
- національний орган зі стандартизації;
- технічні комітети зі стандартизації;
- підприємства, установи та організації, що здійснюють стандартизацію.

Міжнародні організації зі стандартизації

Три міжнародні організації домінують в галузі стандартизації, іноді їх називають організаціями-розробниками стандартів:

- Міжнародна організація зі стандартизації (*International Organization for Standardization, ISO*) – охоплює широкий спектр сфер,

об'єктів і предметів стандартизації, зокрема й географічну інформацію/геоматику;

– Міжнародна електротехнічна комісія (*International Electrotechnical Commission, IEC*) – міжнародна організація зі стандартизації у сфері електричних, електронних і суміжних технологій;

– Міжнародний союз електрозв'язку (*International Telecommunication Union, ITU*) – міжнародна організація, що визначає стандарти (рекомендації) в галузі телекомунікацій та радіо, зокрема стандартизацію телекомунікаційного обладнання.

Відповідно до статуту ISO визначає завданням своєї діяльності сприяння розвитку стандартизації і суміжних видів діяльності у світі з метою забезпечення міжнародного обміну товарами і послугами, а також розвиток співпраці в інтелектуальній, науково-технічній й економічній галузях. Доки ISO залишається неурядовою структурою, її можливості в розробленні та ратифікації стандартів є значно більшими, ніж в інших подібних організацій. Це сприяло тому, що багато її стандартів стали державними у багатьох країнах, і нині дає змогу досить ефективно координувати дії багатьох національних організацій зі стандартизації.

ISO є організацією-«парасолькою» для національних органів стандартизації. Члени ISO – це передусім країни, які, як правило, представлені їх відповідними національними органами із стандартизації. Прикладами таких національних органів є Американський національний інститут стандартів (*American National Standards Institute, ANSI*), Рада стандартизації Канади (*Standardisation Council of Canada, SCC*) і Німецький інститут стандартів (*Deutsches Institut für Normung, DIN*) тощо. На початку 2014 року до ISO належало 164 країни (117 членів, 41 член-кореспондент, 4 члени-абоненти) із 205 країн зі своїми національними організаціями зі стандартизації. Загалом у складі ISO є більш ніж 80 комітетів-членів. Крім того, члени ISO, що є організаціями зі стандартизації держав на стадії розвитку, можуть мати статус членів-кореспондентів. Категорію «член-абонент» введено для країн, що розвиваються. Штаб-квартира ISO розміщується в Женеві, Швейцарія (веб-сайт: <http://www.iso.org/>). 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 ТС 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).

Україну в ISO до 2011 року представляв Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, поки не був ліквідований під час адміністративної реформи у 2011 році. Станом на 2014 рік Україну в ISO представляло Міністерство економічного розвитку і торгівлі. На поточний момент (від травня 2016 р.) представником України в ISO є Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), веб-сайт: www.ukrndnc.org.ua), яке розпорядженням Кабінету Міністрів України від 26.11.2014 № 1163-р згідно зі ст. 11 Закону України «Про стандартизацію» (2014 р.) визначено як підприємство, що виконує функції національного органу зі стандартизації.

Міжнародні стандарти ISO на сучасному етапі охоплюють не лише галузі загального призначення, а й конкретні галузі економічної діяльності від стандартизації термінології, позначень, величин та одиниць, технічного креслення, форм документів зі стандартизації, технічних вимог на продукцію, вимог відносно методів і засобів контролю, аналізу, випробувань. ISO тісно співпрацює з Міжнародною електротехнічною комісією (IEC), відповідною за галузь електротехніки й електроніки. Деякі види робіт виконуються спільними зусиллями ISO та IEC. Зокрема, питання інформаційних технологій, мікропроцесорної техніки тощо – це об'єкти спільних розробок, що позначаються як ISO/IEC. Наприклад, стандарт ISO/IEC 10746-1:1998 *Information technology – Open Distributed Processing – Reference Model: Overview* (Інформаційні технології. Відкрита система розподіленого оброблення: Еталонна модель: Огляд) є основоположним стандартом для визначення архітектури та взаємодії відкритих інформаційних систем в різних

сферах. Цей стандарт, зокрема, покладено в основу архітектури оброблення географічної інформації в комплексі стандартів ISO 19100.

Як уже зазначено, в ISO стандартизацією географічної інформації безпосередньо займається технічний комітет ISO/TC 211, яким підготовлено комплекс міжнародних стандартів ISO 19100: «Географічна інформація / Геоматика». Понад 70 документів комплексу ISO 19100 охоплюють практично всі ланки моделювання, виробництва, реєстрації, зберігання та використання геопросторових даних. Ці стандарти становлять основу розвитку національних стандартів практично всіх країн, у яких реалізуються проекти ІГД. Структуру та призначення стандартів комплексу ISO 19100 висвітлено далі.

Європейські організації зі стандартизації

На загальноєвропейському рівні стандартизацією опікується Європейський комітет зі стандартизації – CEN (від фран.: *Comité Européen de Normalization*). Європа має давні традиції в розробленні стандартів для кадастру, картографії й охорони навколишнього середовища. Відповідно до цих традицій перший проект зі стандартизації географічної інформації започатковано в Європі в 1991 році на чолі з Асоціацією Франції з нормалізації (*Association Française de Normalisation, AFNOR*), національним органом зі стандартизації Франції. Європейський комітет зі стандартизації створив технічний комітет CEN / TC 287 з географічної інформації, який розробив вісім європейських престандартів з географічної інформації. Згодом ці успішні концептуальні розробки були інтегровані в базові стандарти комплексу ISO 19100. Тоді CEN / TC 287 розпочав роботу над повним спектром майже 20 стандартів, однак після створення в 1994 р. ISO / TC 211 технічний комітет CEN / TC 287 практично припинив свою діяльність, щоб уникнути дублювання робіт з ISO. Більшість документів, розроблених CEN / TC 287, використано як проекти стандартів ISO, а багато хто з експертів TC 287 продовжив свою роботу в ISO / TC 211. Припинення діяльності CEN / TC 287 не є типовим для технічних комітетів CEN, оскільки разом з об'єднанням країн в Європейський Союз зросла важливість європейських стандартів в інших предметних сферах, тому стандартизація тепер є пріоритетним завданням ЄС та країн-партнерів.

У ЄС формується регіональна ІГД під назвою «Інфраструктура для просторової інформації в Європі» (*Infrastructure for Spatial Information in Europe, INSPIRE*), яка є проектом генерального директорату з навколишнього середовища, генерального директорату зі статистики, Об'єднаного науково-дослідного центру та генерального директорату з наукових досліджень. Генеральні директорати належать до центрального рівня адміністрування, який безпосередньо підпорядковано уряду Європейського Союзу, Європейській комісії. Проект INSPIRE зумовив відродження діяльності CEN / TC 287 з метою розроблення європейського профілю стандартів ISO 19100 для геоінформатики. Формальною основою цього проекту є нова редакція угоди про співпрацю між ISO та CEN, відома як Віденська угода 2001 року. Ця угода дає змогу здійснювати тісну офіційну співпрацю між двома організаціями зі стандартизації, для того щоб уникнути дублювання робіт. Європейський профіль фокусується на стандартах, потрібних для реалізації проекту INSPIRE. Як правило, європейська версія стандартів ISO з'являється за один або два роки після публікації стандартів ISO.

Міжнародні промислові консорціуми

На міжнародному рівні стандартизацією географічної інформації займається також Відкритий геопросторовий консорціум OGC (*Open Geospatial Consortium*), членами якого є понад 200 установ й організацій з різних країн, поміж них науково-дослідні інститути, виробники технічних засобів та програмного забезпечення, державні установи, зокрема національні організації зі стандартизації. Консорціум плідно співпрацює з технічним комітетом ISO/TC211, а розроблені ним технічні специфікації гармонізовано зі стандартами серії ISO 19100, і навпаки, деякі специфікації OGC покладено в основу стандартів ISO/TC211.

Безпосереднє відношення до стандартизації географічної інформації мають також міжнародні консорціуми, діяльність яких пов'язана з розробленням стандартів і технічних специфікацій у сфері ІТ-індустрії, зокрема такі як W3C (*World Wide Web Consortium*) з інтернет-технологій; OMG (*Object Management Group*) з об'єктно-орієнтованого програмування та Open Group з технологій відкритих інформаційних систем. Хоча консорціуми не завжди акредитовані національними або міжнародними організаціями зі стандартизації,

пропоновані ними документи завжди стають вагомою підтримкою в досягненні інтеперабельності складових інформаційних систем і продукції різних виробників, тому що вони розроблені представниками відповідних галузей на основі консенсусу зацікавлених сторін та за процедурою оперативного й відкритого процесу розгляду й затвердження документів.

Національні організації зі стандартизації

У міжнародній стандартизації географічної інформації важливу роль відіграють національні організації зі стандартизації провідних країн світу. Передусім це Федеральний комітет з географічних даних (FGDC) та Американський національний інститут стандартизації (ANSI) США, Асоціації стандартів Канади (CSA) та Комітет з геоматики Генеральної ради зі стандартизації Канади (CGSB-COG), Британський інститут стандартизації (BSI) та інші. Саме в цих країнах були створені перші у світі геоінформаційні системи та національні бази топографічних даних, розроблені концептуальні основи і технології інфраструктури геопросторових даних, які, природно, потребували розроблення національних і промислових стандартів у сфері географічної інформації. Досвід цих країн використано міжнародними організаціями зі стандартизації, крім того, саме в цих країнах були апробовані та впроваджені нові міжнародні стандарти.

Зауважимо, що стандарти, схвалені ISO, не стають автоматично національними стандартами країн-членів. Різні країни мають різні правила, що регулюють схвалення стандартів ISO. У Канаді та Сполучених Штатах, наприклад, стандарти ISO повинні бути ратифіковані національними організаціями зі стандартизації (CSA і ANSI відповідно), як правило, у вигляді національних профілів, що відображають конкретні місцеві умови та потреби.

Організація стандартизації в Україні

Законом України «Про стандартизацію» (стаття 11) визначено, що функції національного органу зі стандартизації виконує державне підприємство, яке не підлягає приватизації, утворене центральним органом виконавчої влади для втілення державної політики у сфері стандартизації. Як уже зазначено, розпорядженням Кабінету Міністрів

України від 26.11.2014 № 1163-р таким підприємством визначено *Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»* (ДП «УкрНДНЦ»).

У національній системі стандартизації України розрізняють нормативні документи таких видів: Державний стандарт України (ДСТУ); галузеві стандарти, кожен з яких має назву «Стандарт організації України» (СОУ); стандарти наукового, науково-технічного або інженерного товариства чи спілки (СТУ); Державний класифікатор (ДК), технічні умови, що не є стандартом (ТУУ), а також Державні будівельні норми (ДБН) та інші норми й правила міжгалузевого застосування. Міжнародні стандарти в Україні гармонізують, як правило, за методом перекладу. Гармонізований стандарт може дістати статус ідентичного, якщо він повністю за змістом та формою подання є відповідним міжнародному, або уніфікованого, якщо він ідентичний за змістом, але не ідентичний за формою подання.

Конкретні стандарти розробляють у технічних комітетах, станом на 2016 рік в Україні утворено понад 150 таких комітетів, поміж них ТК-20 «Інформаційні технології» і ТК 103 «Географічна інформація/геоматика». Україна є асоційованим членом технічного комітету ISO/TC211, розроблення та гармонізацію стандартів у сфері географічної інформації в Україні здійснює технічний комітет ТК 103, функції секретаріату якого виконує Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. У 2011 році опубліковано українською мовою як національний стандарт України перший гармонізований ідентичний стандарт – ДСТУ ISO 19101 «Географічна інформація. Еталонна модель». У ньому викладено загальні вимоги та принципи розроблення і використання стандартів у сфері географічної інформації. За програмою українсько-японського проєкту «Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні» (2015 – 2018 рр.) за участі японського Агентства міжнародного співробітництва (JICA) та Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру із залученням ТК 103 в 2018 році закінчено розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних на основі комплексу міжнародних стандартів ISO 19100», який того самого року схвалено національним органом стандартизації України ДП «УкрНДНЦ».

Формування глобальної інфраструктури стандартизації в геоінформатиці

У цьому розділі стисло розглянуто організацію стандартизації географічної інформації на міжнародному, регіональному та національних рівнях. Стандартизувати географічну інформацію дуже складно, тому що ГІС-технології використовують у величезній кількості абсолютно різних прикладних сфер. Загалом ГІС складається з ряду досить незалежних модулів, які обслуговують збирання, зберігання та використання даних для геопросторового моделювання й ухвалення рішень в різноманітних предметних сферах з різним територіальним охопленням.

Пересічні користувачі можуть подумати, що якась типова ГІС повинна стати міжнародним або, в крайньому разі, відомчим стандартом. Таке часто можна почути й тепер під час обговорення проєкту створення ГІС у певній сфері діяльності. Це спростило б роботу, тому що усі ГІС матимуть уніфіковану структуру з погляду їх основних компонентів, форматів даних і виконуваних функцій. Більшість користувачів потребують стандартизованих форматів обміну даними, оскільки проблеми з передаванням даних добре відомі.

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 інтеперабельності усіх компонентів інфраструктури на всіх рівнях.

Загальновідомі принципи стандартизації: зробити це один раз, зробити це правильно і зробити це на міжнародному рівні. У сфері інформаційних технологій будь-який національний підхід у кращому разі – це підготовка або порівняльний аналіз міжнародного рішення. У стислому огляді організації зі стандартизації у сфері географічної інформації варто наголосити на провідній ролі міжнародних організацій ISO/TC211 та консорціуму OGC, на важливості тісної співпраці і взаємодії міжнародних і національних організацій зі стандартизації. Результатом стала інтернаціоналізація багатьох уже використовуваних

стандартів на геопросторіві дані, що зрештою дасть змогу досягти гармонізації й сумісності міжнародних і національних стандартів на основі функціонування глобальної інфраструктури стандартизації географічної інформації (рис. 1.3).

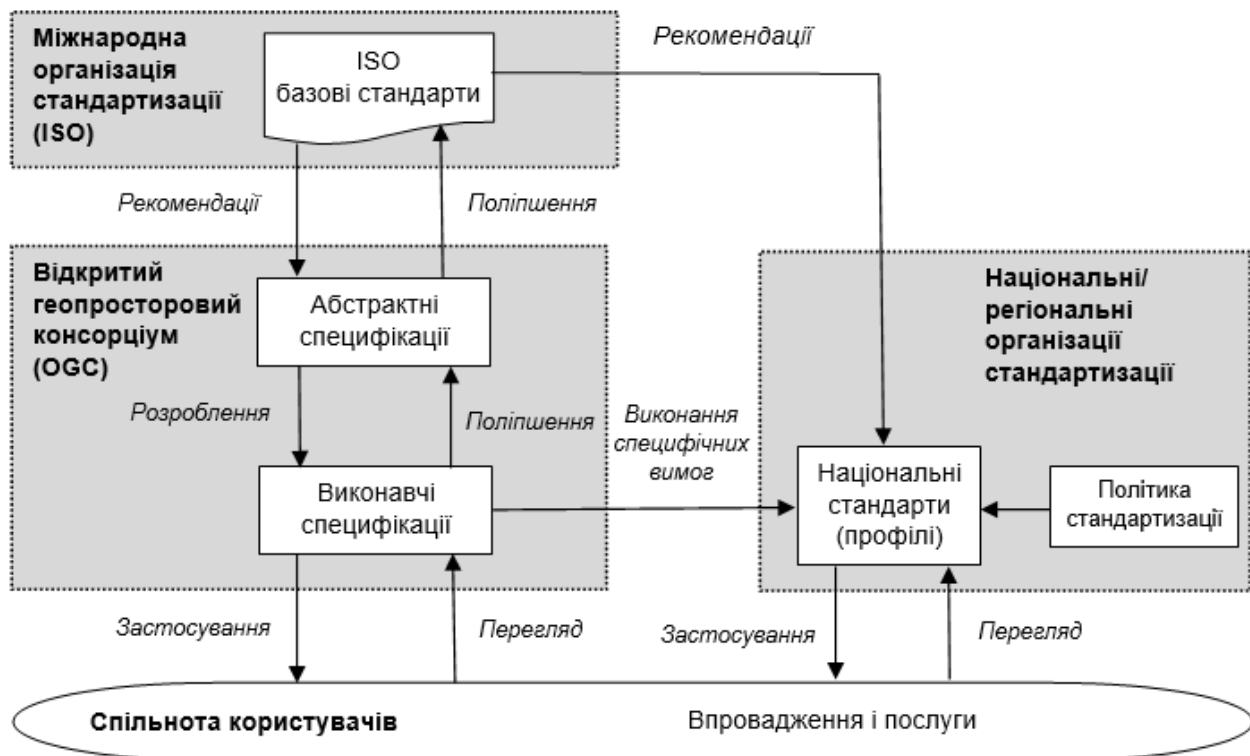


Рис. 1.3. Глобальна інфраструктура стандартизації у сфері географічної інформації (Yeung, 2007)

Проте перехід до створення глобальних стандартів просторових 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 (див. рис. 1.3) 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.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття «стандарт».
2. Які форми стандартів вам відомі?
3. Охарактеризуйте підходи до імплементації стандартів.
4. На які рівні поділяють стандарти?
5. Що собою являє технічний регламент?
6. Які стандарти називають відкритими?
7. Які організації розробляють стандарти у сфері географічної інформації?
8. Назвіть міжнародні організації, що розробляють стандарти.
9. Назвіть європейські організації зі стандартизації.
10. Що таке INSPIRE?
11. Які міжнародні консорціуми займаються стандартизацією у сфері географічної інформації?
12. Яка організація в Україні виконує функції національного органу зі стандартизації?
13. Які нормативні документи розрізняють в національній системі стандартизації?

2. ОГЛЯД КОМПЛЕКСУ СТАНДАРТІВ ISO 19100

2.1. ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА КОМПЛЕКСУ ISO 19100

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. 2.1*).

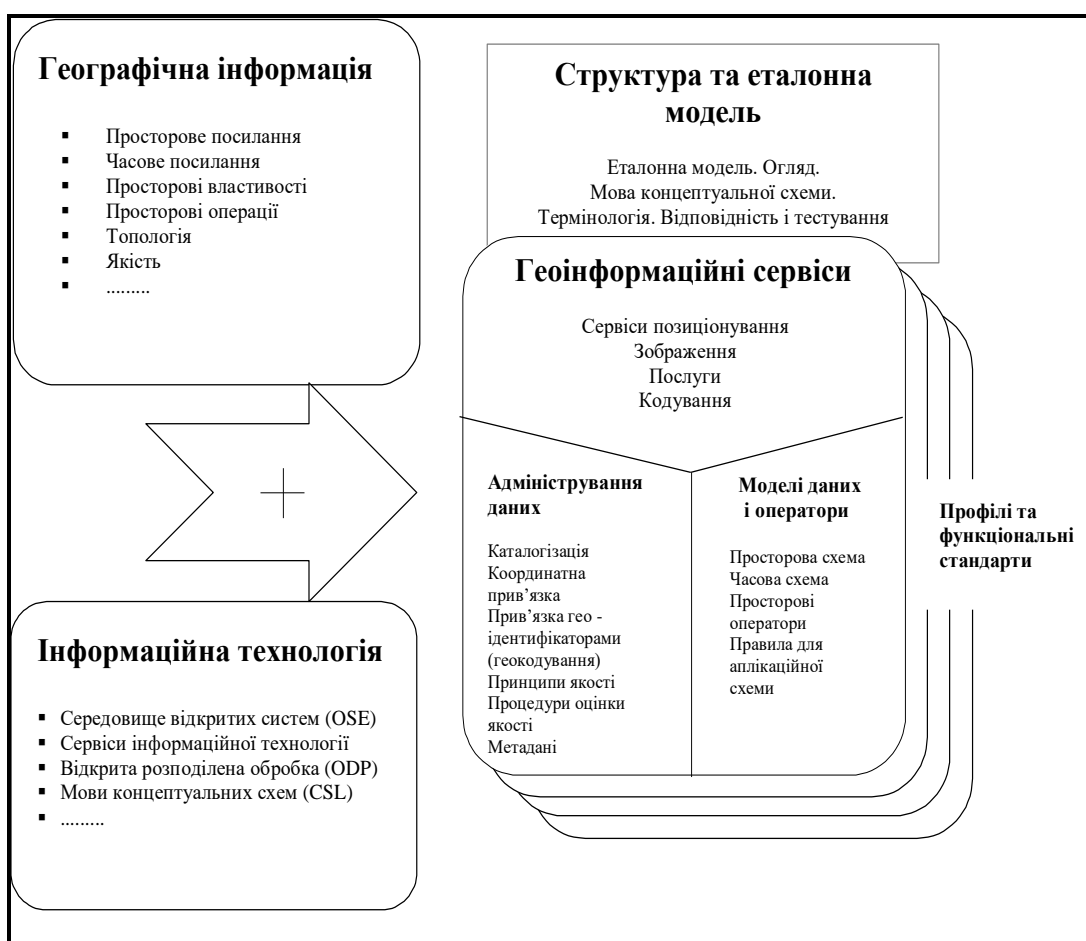


Рис. 2.1. Інтеграція географічної інформації та інформаційних технологій

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

* ДСТУ ISO 19101:2009 «Географічна інформація/геоматика: Географічна інформація – Еталонна модель». – Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 37с.

призначенням та спільністю тематики можна виділити шість основних груп (табл. 2.1): інфраструктурні стандарти; стандарти моделювання даних; стандарти на метадані та адміністрування даних; стандарти на сервіси географічної інформації; стандарти кодування географічної інформації; стандарти для конкретних тематичних сфер.

Таблиця 2.1

Основні стандарти ISO 19100

Інфраструктурні стандарти	Стандарти на геоінформаційні сервіси
ISO 19101-1 Еталонна модель. Частина 1: Основи; ISO/TS 19103 Мова концептуальних схем; ISO/TS 19104 Термінологія; ISO 19105 Відповідність і тестування; ISO 19106 Профілі; ISO/TS 19150-1: Онтологія. Частина 1: Структура	ISO 19119 Сервіси; ISO 19116 Сервіси позиціювання; ISO 19117 Графічне відображення; ISO 19128 Інтерфейс картографічного веб-сервера; ISO 19142 Веб-сервіс просторових об'єктів; ISO 19132 Позиційно-базовані сервіси. Еталонна модель; ISO 19133 Позиційно-базовані сервіси. Стеження і навігація; ISO 19134 Позиційно-базовані сервіси – Мультимодальна маршрутизація і навігація
Стандарти моделювання даних	Стандарти кодування географічної інформації
ISO 19109 Правила для прикладної схеми; ISO 19107 Просторова схема; ISO 19108 Часова схема; ISO 19137 Базовий профіль просторової схеми; ISO 19123 Схема геометрії та функції покриття; ISO 19141 Схема для рухомих просторових об'єктів; ISO 19111 Позиціонування за координатами; ISO 19112 Позиціонування за географічними ідентифікаторами; ISO 19148 Лінійна система відліку;	ISO 19118 Кодування; ISO 6709 Стандартне координатне подання положення географічної точки; ISO 19136 Мова географічної розмітки GML; ISO / TS 19139 Метадані – XML-схема реалізації; ISO 19150-2: Онтологія. Частина 2: Правила опису онтологій мовою OWL; ISO/DTS 19157-2 Якість даних. Частина 2: XML- схема реалізації ISO 19162 Загальновідоме текстове подання координатних референцних систем;

Стандарти на метадані та адміністрування даних	Стандарти для тематичних сфер
ISO 19110 Методологія каталогізації просторових об'єктів; ISO 19115-1 Метадані. Частина 1: Основи; ISO 19157 Якість даних; ISO/TS 19158 Забезпечення якості постачання даних; ISO 19126 Словники і реєстри концептів просторових об'єктів ISO 19131 Специфікації дата-продуктів; ISO 19135 Процедури реєстрації; ISO / TS 19127 Геодезичні коди і параметри	ISO/TS 19101-2 Еталонна модель. Частина 2: Зображення; ISO 19115-2 Метадані. Частина 2: Розширення для зображень та сіткових даних; ISO/TS 19129 Основи зображень, сіткових даних і покриття; ISO/TS 19130 Моделі сенсорних зображень для геопозиціювання; ISO 19160-1 Адресація. Частина 1: Концептуальна модель; ISO 19152: Доменна модель управління земельними ресурсами

Далі для кращого орієнтування в досить складному наборі документів комплексу ISO 19100 розглянемо склад та призначення стандартів кожної групи. Для докладнішого ознайомлення з основними положеннями стандартів комплексу ISO 19100 можна рекомендувати «Огляд стандартів ISO/TC 211 «Географічна інформація/геоматика», який є у вільному доступі на сайті http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide_Russian.pdf. Але треба зауважити, що цей огляд стосується стандартів ISO/TC 211 станом на 2009 рік.

У додатку А уміщено перелік міжнародних стандартів, розроблення яких координує секретаріат ISO/TC 211, станом на червень 2016 р. Всього наведено понад 70 документів, серед них 45 міжнародних стандартів (IS) завершено; близько 10 документів на етапі проекту міжнародного стандарту (DIS) або остаточного проекту міжнародного стандарту (FDIS); два технічні звіти (TR); одне оглядове резюме (RS); 30 проектів є активними, тобто в стані перегляду або розроблення.

2.2. ІНФРАСТРУКТУРНІ СТАНДАРТИ

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. Група інфраструктурних стандартів охоплює:

- ISO 19101 Еталонна модель (*Reference model*) описує середовище, в якому імовірно буде здійснюватися діяльність зі стандартизації географічної інформації;

- ISO/TS 19103 Мова концептуальних схем (*Conceptual schema language*) визначає уніфіковану мову моделювання UML (*Unified Modeling Language*) як мову концептуальних схем для подання географічної інформації;

- ISO/TS 19104 Термінологія (*Термінологія*) – технічна специфікація, що описує методику визначення і реєстрації термінів у сфері географічної інформації;

- ISO 19105 Відповідність і тестування (*Conformance and testing*) визначає загальні принципи опису і перевірки ступеня відповідності геоінформаційних продуктів і сервісів стандартам ISO/TC 211;

- ISO 19106 Профілі (*Profiles*) специфікує методи структурування профілів стандартів ISO/TC 211 як один з основних підходів до впровадження базових стандартів ISO 19100 в конкретних прикладних сферах та національних рівнях.

До концептуальних основ комплексу стандартів ISO 19100 належать такі:

- гармонізація із загальними стандартами інформаційних технологій та оброблення даних, зокрема середовища відкритих систем OSE;

- об'єктно-орієнтований підхід до аналізу й опису об'єктів і процесів у сфері географічної інформації;

- концептуальне моделювання з використанням уніфікованої мови моделювання UML, мови опису інтерфейсів – IDL (*Interface Description Language*) та мови об'єктних обмежень – OCL (*Object Constraint Language*).

Еталонна модель ISO 19101 визначає концептуальне моделювання, доменну й архітектурну моделі та профілі як загальну структуру для стандартів комплексу ISO 19100.

Концептуальне моделювання є критично важливим для визначення стандартів з географічної інформації. Воно є обов'язковим для строгого формального опису як геопросторових даних, так і технологій їх збирання, опрацювання і використання (рис. 2.2).

Підхід до концептуального моделювання в комплексі ISO 19100 ґрунтується на принципах, описаних в засобах моделювання концептуальних схем (*Conceptual Schema Modelling Facilities, CSMF*). ISO CSMF охоплює чотири рівні моделювання: мета-метамодель, метамодель, прикладну модель і дані. Уніфікована мова моделювання UML є основою для мови концептуальної схеми (ISO 19103), використовуваної в межах комплексу ISO 19100.

Послідовне концептуальне моделювання сприяє цілісності всіх стандартів комплексу ISO 19100 та втіленню комп'ютерно-орієнтованого підходу до подання даних і процесів, забезпечуючи пряму інтерпретацію стандартизованих вимог, специфікацій, концептуальних схем у сучасних середовищах об'єктноорієнтованого програмування.

Фундаментальною концепцією географічних даних є просторові об'єкти, визначувані як абстракції об'єктів і явищ реального світу. Загальна об'єктна модель (GFM) (ISO 19109) є метамоделлю для розроблення концептуальних моделей класів об'єктів, їх атрибутів, асоціацій між об'єктами й операцій над об'єктами. Вона слугує метамоделлю для каталогів об'єктів за ISO 19110.

Прикладна схема (ISO 19109) дає формальний опис структури даних і вмісту набору даних. Інформаційну модель предметної сфери можна поділити на кілька незалежних частин, які можуть бути інтегровані за допомогою певного інтерфейсу. Прикладна схема є однією з таких частин; інші стандартні схеми також можуть бути включені в інформаційну модель (наприклад, ISO 19107, 19108, 19111, 19112 для просторових і часових схем).

Архітектурна еталонна модель (ISO 19101) ґрунтується на еталонній моделі середовища відкритих систем (Open Systems

Environment Reference Model, OSE-RM), що описана в ISO/IEC TR 14252.

Стандарт ISO 19101 визначає розширену еталонну модель середовища відкритих системи, яка окрім загальних сервісів інформаційних технологій охоплює спеціальні геоінформаційні сервіси. У відповідних стандартах комплексу ISO 19100 визначено типи спеціальних сервісів для опрацювання і візуалізації географічної інформації та множину інтерфейсів взаємодії сервісів між собою та із зовнішнім середовищем (див. п. 2.3 та ISO 19116, 19117, 19118, 19119).

Еталонна модель та базові стандарти ISO 19100 задають каркасну структуру для стандартів усіх профілів і функціональних застосувань географічної інформації (рис. 2.2). Усі положення еталонної моделі та загальні вимоги базових стандартів комплексу ISO 19100 ніби пронизують профілі та функціональні стандарти, знаходять там своє відображення, деталізацію і розвиток. Профілі та функціональні стандарти проблемноорієнтовані на розроблення прикладних геоінформаційних систем, які використовують геопросторові дані для певних прикладних цілей.

За ISO 19101 та ISO 19106 профіль є набором одного або кількох базових стандартів, а в деяких випадках і визначеннями окремих розділів, класів, підмножин, варіантів та параметрів базових стандартів, потрібних для досягнення певної функціональності в ГІС для прикладної сфери. Базовим стандартом є будь-який стандарт комплексу ISO 19100 або будь-який інший стандарт інформаційних технологій, який може бути використаний як джерело компонентів для формування профілю.

Така організація системи стандартів ISO 19100 спрощує процеси гармонізації національних стандартів, оскільки вона встановлює уніфіковану структуру, загальні вимоги та правила розвитку відповідно до національних особливостей в частині мовної локалізації, систем класифікації та кодування просторових об'єктів.

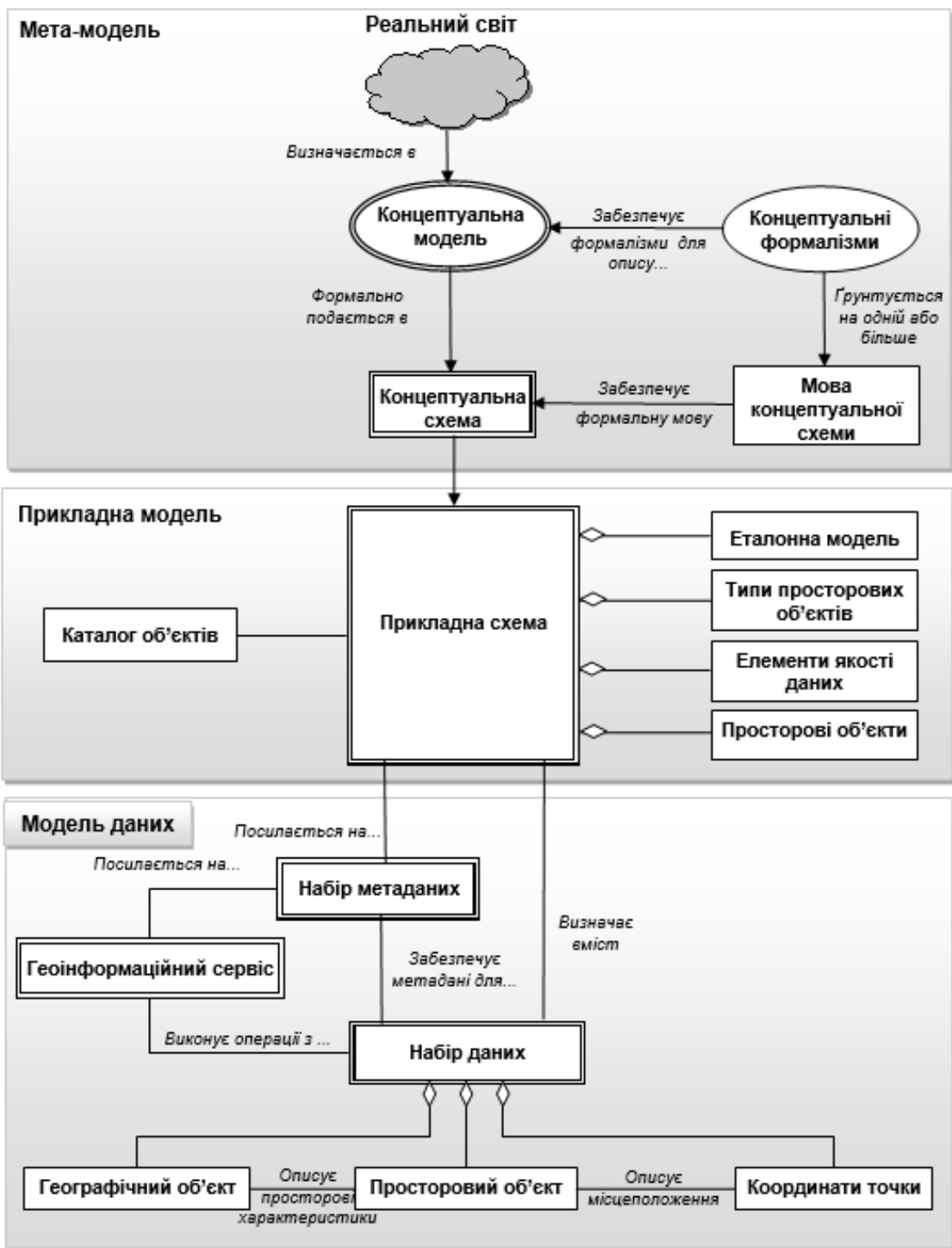


Рис. 2.2. Концептуальне моделювання та високорівневе подання еталонної моделі предметної сфери за ISO 19101

Докладніше методику розроблення профілів для національних інфраструктур геопросторових даних розглянуто в п. 4.4 посібника.

2.3. 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. До цієї групи стандартів належать такі:

- ISO 19109 Rules for application schema (Правила для прикладної схеми);
- ISO 19107 Spatial schema (Просторова схема);
- ISO 19108 Temporal schema (Часова схема);
- ISO 19137 Core profile of the spatial schema (Базовий профіль просторової схеми);
- ISO 19123 Schema for coverage geometry and functions (Схема геометрії та функцій покриття);
- ISO 19141 Schema for moving features (Схема для рухомих просторових об'єктів);
- ISO 19111 Spatial referencing by coordinates (Позиціонування за координатами);
- ISO 19112 Spatial referencing by geographic identifiers (Позиціонування за географічними ідентифікаторами);
- ISO 19148 Linear referencing (Лінійна система відліку).

ISO 19109 визначає правила створення та документування прикладних схем. Прикладна схема дає формальний опис структури та змісту даних, потрібних одному або кільком ГІС-застосункам. Фактично йдеться про уточнення етапу концептуального моделювання предметної сфери з огляду на особливості моделювання геопросторових даних. В ISO 19109 не стандартизовано конкретні прикладні схеми, у ньому лише сформульовано загальні правила послідовного створення таких схем.

ISO 19109 визначає загальну модель просторових об'єктів (*GFM* – *General Feature Model*) та її окремі компоненти (рис. 2.3), описує правила виконання процедури створення прикладних схем на основі цієї моделі.

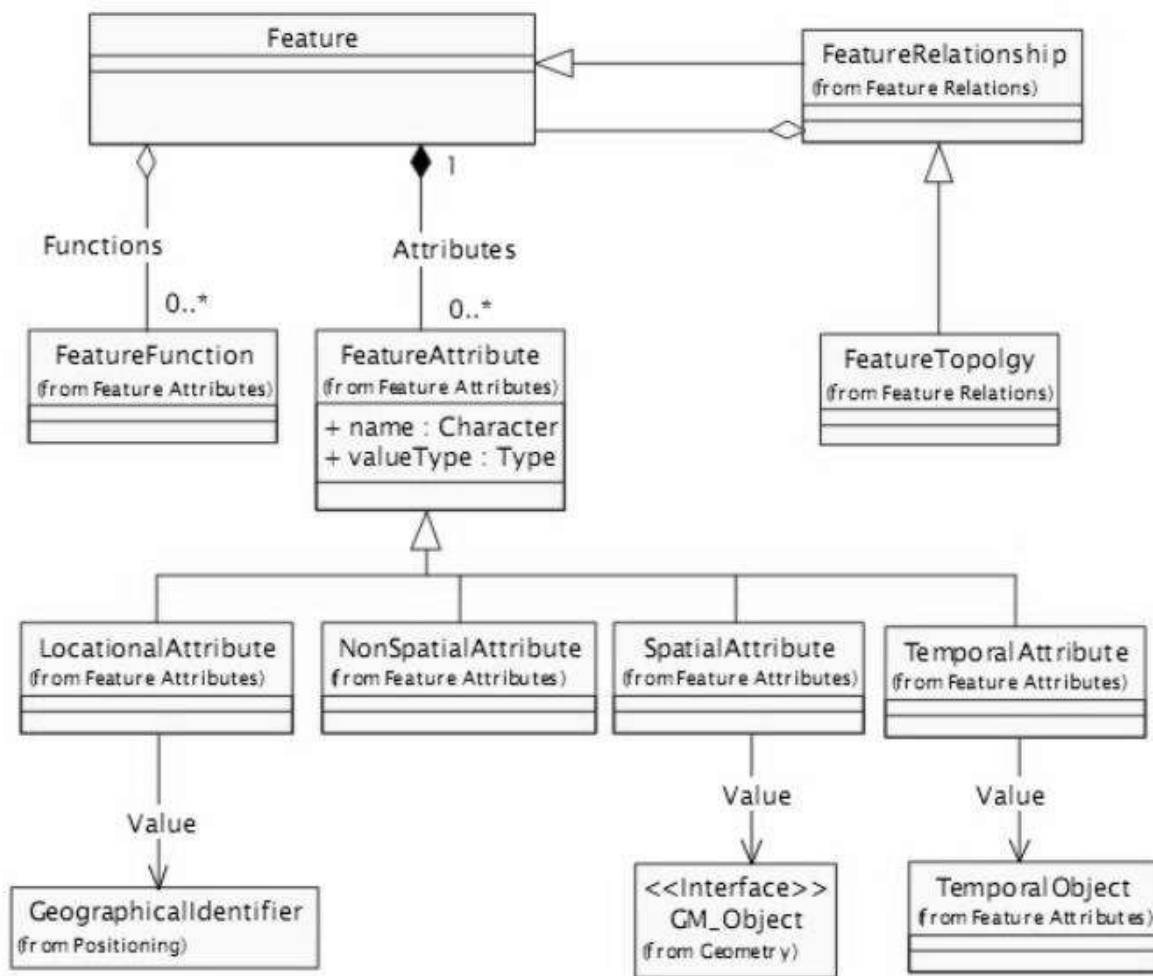


Рис. 2.3. Загальна модель просторових об'єктів згідно з ISO 19109

Прикладна схема має подвійне цільове призначення:

1) надати комп'ютеризований опис даних, що визначає їх структуру та дає змогу застосовувати механізми автоматизованого керування даними;

2) домогтися однакового та правильного розуміння конкретних даних на основі несуперечливої інформації про їх структуру й зміст, зафіксованої в уніфікованих документах.

Правила в ISO 19109 покликані допомогти користувачам застосунків з аналогічними вимогами до даних у створенні загальної прикладної схеми для інтерфейсу між їх системами і даними. Перетворення однієї прикладної схеми на іншу може бути складним і навіть неможливим, якщо обидві схеми занадто різняться. Відображення полегшується, якщо прикладну схему, використовувану в системі, розроблено також згідно з вимогами до обміну даними.

Визначення типів просторових об'єктів рекомендовано документувати в каталогах просторових об'єктів за методикою з ISO 19110. Такі визначення можна використовувати в будь-якій прикладній схемі. Інші стандарти комплексу ISO 19100 визначають модулі концептуальних схем багаторазового використання, які можна об'єднувати в прикладній схемі за правилами, що визначені в ISO 19109 для включення (інтеграції) наперед визначених модулів в концептуальні схеми на UML.

Інші стандарти цієї групи є важливими для моделювання та реалізації баз геопросторових даних.

У стандартах цієї групи розглядають концептуальні моделі геометричних об'єктів для векторних та растрових геопросторових даних (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Структура стандартів серії ISO 19100, що визначають класи геометричних об'єктів для подання просторових властивостей і топології географічних об'єктів

ISO 19107 Просторова схема специфікує UML-класи, що відображають просторові характеристики об'єктів у вигляді композитів геометричних та / або топологічних примітивів. ISO 19108 виконує аналогічні функції стосовно часових (хронологічних) характеристик просторових об'єктів, а також специфікує класи, що описують відповідні системи хронологічних посилань.

У моделі, що визначена в стандарті ISO 19107, просторові характеристики описують одним або кількома просторовими атрибутами, значення яких задається геометричним об'єктом (*GM_Object*) або топологічним (*TP_Object*) об'єктом. Геометрія надає

засоби кількісного опису (за допомогою координат і математичних функцій) просторових характеристик географічних об'єктів, таких як розмірність, положення, розмір, форма та орієнтація. Математичні функції, які застосовують для опису геометрії певного об'єкта, залежать від типу опорної системи координат, використовуваної для визначення просторового положення. Геометрія – це єдиний аспект географічної інформації, який змінюється під час перетворення геопросторових даних з однієї геодезичної системи координат або проекції в іншу. У стандарті ISO 19107 визначено множину базових геометричних класів для моделювання дво- та тривимірних геопросторових об'єктів і реалізації відношень агрегування, композиції й асоціації. Ця множина містить і лінійні, і криволінійні геометричні об'єкти, зокрема триангуляційні, конічні, бікубічні, сферичні, сплайнові та інші поверхні. Допускається створення композитних геометричних об'єктів, які складаються з лінійних і криволінійних сегментів.

Відповідно до об'єктноорієнтованого підходу в концептуальних моделях ISO 19107 для кожного геометричного і топологічного класів визначено просторові оператори як набір функцій і процедур, використовуваних для створення, модифікування або вилучення просторових об'єктів та побудови запитів до баз геоданих з використанням просторових відношень між об'єктами. ISO 19107 вводить таксономію цих операторів з метою розроблення стандартів для їх визначення та реалізації. Ці положення розвиваються й конкретизуються у стандартах ISO 19125-1 «Доступ до простих просторових об'єктів – Частина 1: Загальна архітектура» та ISO 19125-2 «Доступ до простих просторових об'єктів – Частина 2: Варіант SQL».

ISO 19107 визначає топологічні класи для просторових об'єктів (рис. 2.5) та описує відношення між ними».

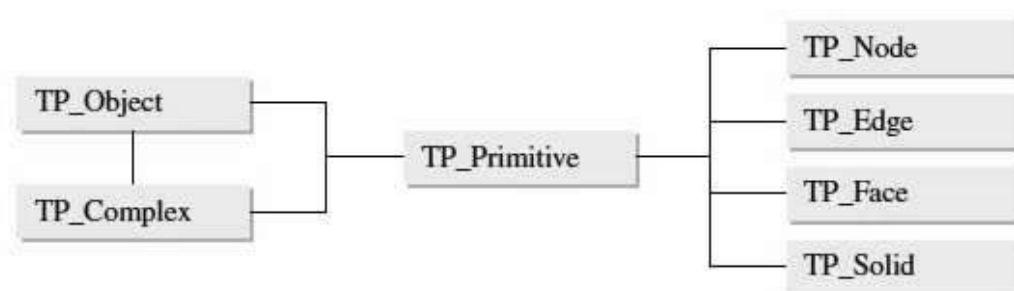


Рис. 2.5. Структура топологічних класів геометричних об'єктів за ISO 19107

Топологія є абстракцією базової геометрії. Точки, у яких дві або більше ліній перетинаються, називають **вузлами** (*Node*). Лінії між парами вузлів, геометрично спрощені до прямих, називаються **ребрами** (*Edge*). Поверхні, оточені ребрами, називають **гранями** (*Face*). Для опису тривимірних тіл, що визначаються на множині вузлів, ребер та граней, вживають термін «**топологічно суцільне тіло**» (*Solid*).

Один топологічний комплекс (*TP_Complex*) може бути використаний для опису двох або більше окремих топологічних мереж. Якщо мережі роз'єднані (незалежні), то йдеться про більш ніж один топологічний комплекс. Два топологічні комплекси можуть бути накладені, залишаючись не пов'язаними між собою. Це характерно для випадків, коли, наприклад, набір даних має два або більше тематичних розділів з різною топологією.

ISO 19137 Базовий профіль просторової схеми. Визначені в ISO 19107 класи геометричних об'єктів охоплюють велику множину лінійних, криволінійних та композитних об'єктів у 2D- і 3D-координатному поданні. Повна реалізація цих класів у сучасних ГІС відповідно до всіх визначених геометричних і топологічних функцій залишається ще досить складним завданням. Однак переважна більшість практичних задач просторового моделювання та просторового аналізу може бути успішно вирішена з використанням простих просторових об'єктів, зокрема для лінійної інтерполяції складних криволінійних форм. Зважаючи на це та на реальну практику реалізації й використання ГІС, в ISO 19137 визначено базовий профіль просторової схеми з мінімальним набором геометричних елементів, потрібних для ефективного розроблення прикладних схем. Профіль ISO 19137 спеціально виконано невеликим й обмеженим, для того щоби збільшити ймовірність його широкого визнання виробниками та користувачами ГІС-продуктів. У ISO 19137 передбачено підтримання типів даних з геометричними примітивами розмірністю 0, 1 і 2 за таких обмежень: між просторовими об'єктами і геометричними примітивами є відображення 1:1; всі геометричні примітиви одного набору мають бути подані в одній системі координат; усі криві складаються з лінійних сегментів (відрізків прямої), а всі поверхні – з плоских граней.

ISO 19141 розширює стандарт ISO 19107 на опис геометрії для моделей рухомих об'єктів в прикладних задачах навігації.

ISO 19108 Часова схема визначає типові концепти, потрібні для опису часових характеристик географічної інформації. До часових характеристиках належать атрибути, операції й асоціації просторових об'єктів та елементів метаданих, які набувають значення часу. Часові геометричні і топологічні об'єкти використовують як значення часових характеристик просторових об'єктів та наборів даних.

Загальний абстрактний клас часової схеми *TM_Object* (рис. 2.6) має два підкласи – часовий примітив *TM_Primitive* та часовий комплекс *TM_Complex*.

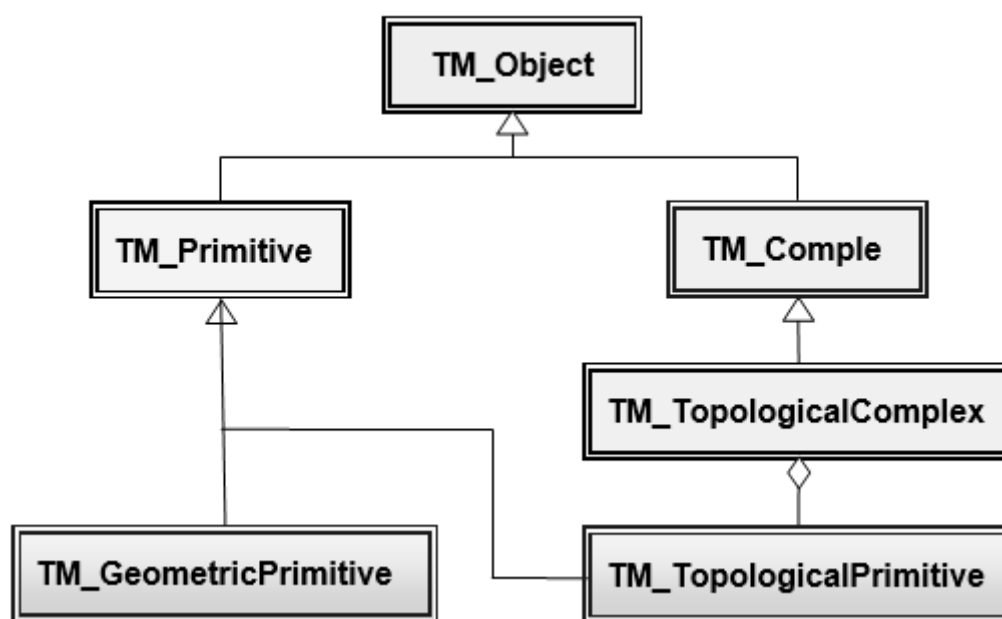


Рис. 2.6. Ієрархія класу *TM_Object* для моделювання часових характеристик географічної інформації за ISO 19108

TM_Primitive – абстрактний клас, що описує нерозкладний елемент геометрії або топології в часовому вимірі. Він має два підкласи – *TM_GeometricPrimitive*, що містить дані про часову координату (положення у часі), і *TM_TopologicalPrimitive*, що містить відомості про відношення в часовому вимірі. *TM_Complex* є агрегуванням *TM_TopologicalPrimitive*. В ISO 19108 визначено поняття геометрії і топології часу.

Геометрія часу має чотири основні класи: 1) момент *TM_Instant* як подія, що відбувається в певний час; 2) період *TM_Period* – час між двома моментами (подіями); 3) порядок *TM_Order* – упорядкована

послідовність подій; 4) відносне положення *TM_RelativePosition* – часове відношення більш ранніх та пізніших подій.

Топологія часу характеризується часовими відношеннями між двома або більше подіями. Якщо дві або більше подій відбуваються в одну мить, то ця мить називається вузлом *TM_Node*. Точніше, це період між подіями менший, ніж часове розрізнення. Якщо дві або більше події відбуваються впродовж періоду, цей період називається ребром *TM_Edge*. Цим двом топологічним примітивам є відповідною інформація про часову позицію (про стан в часі) та про відношення в часі, *TM_TopologicalPrimitive* може бути асоційований з *TM_GeometricPrimitive* такої самої розмірності.

Значення часу – це часова позиція, яка вимірюється в певній опорній системі реєстрації часу. ISO 8601 рекомендує використовувати для обміну інформацією григоріанський календар і 24-годинну систему місцевого або Загального скоординованого часу (UTC). Це і є головною опорною системою реєстрації часу в географічній інформації. У деяких геоінформаційних додатках може виявитися доцільним використання інших опорних систем реєстрації часу. Пакет *Temporal_reference_system* (опорна система реєстрації часу) містить три загальних типи подібних систем: 1) календар, використовуваний з годинником для поліпшення розрізнення, 2) системи координат часу і 3) порядкові (ординальні) системи.

ISO 19123 Схема геометрії та функцій покриття визначає концептуальну схему для просторових об'єктів типу покриття, що моделюють географічні поля – явища реального світу, які неперервно змінюються в просторі. Покриття є переважною структурою даних у низці прикладних сфер, як-от дистанційне зондування Землі, метеорологія та картографування батиметрія, висот, ґрунтів і рослинності тощо. Термін «покриття» (*coverage*) взято з абстрактної специфікації OGC для позначення будь-якої структури даних, яка подає значення певної характеристики безпосередньо в точці простору.

Покриття є одночасно і просторовим об'єктом, і функцією з просторовою, часовою або просторово-часовою областю визначення на множині значень атрибута. Покриття визначає зв'язок між точками в області свого визначення і доменом атрибута певного тематичного змісту. Приклади покриття – растри, нерегулярні триангуляційні мережі,

точкові та полігональні структури. Покриття може містити один просторовий об'єкт або групу просторових об'єктів.

Геометричні об'єкти можуть повністю закривати область визначення, утворюючи таким чином мозаїку, наприклад Grid- або TIN-моделі. Проте множини точок та інші сукупності несуміжних геометричних об'єктів не утворюють мозаїки. Підтипи покриттів можуть характеризуватися через області свого визначення. Область значень – це множина значень атрибута, яка може бути обмеженою або нескінченною множиною. Покриття часто моделюють множиною взаємопов'язаних функцій із загальною областю визначення. Тому множину значень зображують у вигляді колекції записів, асоційованої із загальною схемою. Є два типи покриттів – дискретні та неперервні.

Дискретне покриття має область визначення, що складається з кінцевої множини геометричних об'єктів та прямих позицій в межах цих геометричних об'єктів. Воно відображає кожен геометричний об'єкт на єдиний запис зі значеннями атрибутів просторового об'єкта. Геометричний об'єкт й асоційований з ним запис утворюють пару <геометрія–значення>. Таким чином, дискретне покриття, на відміну від безперервного, є дискретною, або ступінчастою, функцією. Дискретні об'єкти можуть бути явно кодовані як послідовність пар (значення на вході, на виході). Дискретне покриття можна зобразити як колекцію впорядкованих пар незалежних і залежних змінних. Кожна незалежна змінна є геометричним об'єктом, а залежна – записом зі значеннями атрибутів просторових об'єктів. Покриття, що відображає множину полігонів на тип ґрунту всередині кожного полігона, є прикладом дискретного покриття. Значення дискретного покриття в принципі не допускають інтерполяції, але за певних умов їх можна використовувати як основу для безперервних функцій покриття, якщо за своєю природою значення атрибута покриття може бути інтерпольоване. В ISO 19123 визначено такі типи дискретного покриття:

- *CV_DiscretePointCoverage* – набір нерегулярно розподілених точок та їх атрибутів;

- *CV_DiscreteCurveCoverage*. – покриття характеризується скінченною просторово-часовою областю, що складається з кривих, які можуть бути елементами мережі;

– *CV_DiscreteSurfaceCoverage* – покриття складається з набору поверхонь; *CV_DiscreteSolidCoverage* – дискретне об’ємне покриття складається з набору суцільних тіл, наприклад, океан або атмосфера можуть бути зображені у вигляді просторових об’ємів з діапазоном атрибутів, таких як температура і тиск у кожній вершині 3-D сітки;

– *CV_DiscreteGridPointCoverage* – дискретна сітка як набір регулярно розподілених точок та їх атрибутів. Значенням атрибутів у вузлах сітки є відповідною матриця покриття класу *CV_GridValuesMatrix*. Дискретне покриття сітки точок можна вважати підкласом дискретного точкового покриття (клас *CV_DiscretePointCoverage*).

Неперервне покриття має область визначення, яка містить множину прямих позицій в координатному просторі. Неперервне покриття відображає прями позиції на записи значень, наприклад, значення гравітаційного або магнітного поля, температури або вологості повітря. Неперервне покриття можна зіставити з відповідними дискретними об’єктами, наприклад, вузлами мережі метеостанцій, де виконують спостереження за певними показниками. У багатьох випадках мережу подібних дискретних об’єктів використовують як вихідну для моделювання неперервного покриття. У зв’язку з цим неперервне покриття можна розглядати як поєднання дискретного покриття з функцією інтерполяції, яка заповнює простір між дискретними об’єктами. Для інтерполяції в ISO 19123 визначено такі методи:

– *CV_ThiessenPolygonCoverage* – неперервне покриття полігонів Тіссен (діаграма локусів Вороного або теселяція (мозаїка) Дирихле), полігони покриття в ISO 19123 розглядають тільки в двовимірному просторі;

– *CV_ContinuousQuadrilateralGridCoverage* – неперервне покриття сіткою прямокутників;

– *CV_HexagonalGridCoverage* – гексагональні сіткові покриття на основі правильних шестикутників;

– *CV_TINCoverage* – покриття, утворене нерегулярною мережею трикутників (TIN), побудованих зазвичай за критерієм Делоне, може допускати лінійну й криволінійну інтерполяцію на скінченному елементі трикутної форми;

– *CV_SegmentedCurveCoverage* – криволінійні сегментовані покриття використовують для моделювання явищ, які неперервно або переривчасто змінюються по кривих, що можуть бути елементами мережі.

Значення атрибутів просторового об'єкта покриття можуть належати до будь-якого типу даних. Проте моделювання неперервного покриття зазвичай виконують методами інтерполяції, які застосовують тільки до чисел або векторів. Інші типи даних майже завжди пов'язані з дискретними покриттями. Для класів покриття визначено набір методів отримання і зміни їх просторових властивостей та значень атрибутів, а також для отримання інтерпольованих значень атрибута в будь-якій точці неперервного покриття.

Стандартизація опису систем координат. ISO 19111 містить схему опису опорних систем координат, які використовують для прив'язки позиції геометричних примітивів до земної поверхні або іншого об'єкта. ISO 19112 містить загальну модель просторової прив'язки (позиціонування) за допомогою географічних ідентифікаторів, а також модель для визначення компонентів системи просторових посилань й основних компонентів газетира. ISO 19148 описує схему подання лінійних системи відліку та визначає лінійні просторові й лінійні топологічні елементи для моделювання ситуацій вздовж лінійних об'єктів.

2.4. СТАНДАРТИ НА МЕТАДАНИ 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. До основних в цій групі належать такі стандарти:

- ISO 19110 *Методологія каталогізації просторових об'єктів (Methodology for feature cataloguing)*;
- ISO 19115-1 *Метадані. Частина 1: Основи (Metadata – Part 1: Fundamentals)*;

- ISO 19115-2 Метадані. Частина 2: Розширення для зображень та сіткових даних (*Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data*);
- ISO 19157 Якість даних (*Data quality*);
- ISO/TS 19158 Забезпечення якості постачання даних (*Quality assurance of data supply*);
- ISO 19131 Специфікації даних-продуктів (*Data product specifications*);
- ISO 19135 Процедури для елементів реєстрації (*Procedures for item registration*);
- ISO / TS 19127 Геодезичні коди і параметри (*Geodetic codes and parameters*).

ISO 19110 *Методологія каталогізації просторових об'єктів* визначає структуру і правила розроблення каталогів, які містять визначення типів просторових об'єктів і типів їх властивостей, зокрема атрибути, асоціації й операції просторових об'єктів. За вимогами ISO 19110 каталог повинен бути доступний в електронному вигляді для будь-якого набору географічних даних, що містить просторові об'єкти.

Основні принципи та вимоги до побудови каталогу просторових об'єктів можна стисло сформулювати таким чином. Типи (класи) об'єктів визначаються в каталозі незалежно від джерела одержання інформації про об'єкт та незалежно від ступеня деталізації, встановлюваного 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 треба здійснювати, приєднуючи до опису об'єкта відповідні атрибути та домени їх значень.

У зв'язку з цим на опис просторового об'єкта в каталозі не накладають обмежень щодо способу його просторового подання та визначення конкретного типу просторової локалізації, а дані про способи картографічного відображення об'єктів в каталог не вмішують. У каталозі визначають тільки типи просторових об'єктів і типи атрибутів, що підлягають опису в складі одного або кількох прикладних наборів даних чи в базі геоданих, не торкаючись їхньої тематичної класифікації або тематичного об'єднання в групи, крім груп (класів, підкласів), які визначено в самому каталозі.

Типи об'єктів місцевості, атрибути об'єктів та їх значення, а також асоціації об'єктів описують відповідно до еталонної принципової схеми каталогу (рис. 2.7) з дотриманням таких загальних правил:

- усі типи об'єктів, атрибути, асоціації, ролі асоціацій просторових об'єктів, уміщені в каталозі, ідентифікують за назвами, кожна з яких має бути унікальною в межах каталогу у відповідній групі імен;

- визначення типів об'єктів, атрибутів, доменів значень атрибутів, асоціацій, ролей асоціацій об'єктів подають природною мовою.

Для типів об'єктів можуть бути вказані джерела визначень. Якщо термін трапляється і в джерелі, і в каталозі, то визначення має бути вміщене в каталозі.



Рис. 2.7. Принципова схема каталогу об'єктів місцевості за ISO 19110

Кожен тип об'єкта в каталозі ідентифікують за назвою й описом природною мовою, а також за літерно-цифровим кодом, який є унікальним в межах каталогу. Атрибути об'єктів ідентифікують та визначають для кожного типу об'єкта. Код значення атрибута – унікальний в межах опису атрибута просторового об'єкта, в якого є

список можливих значень. Асоціації об'єктів місцевості в каталозі іменують та визначають. Кожну асоціацію об'єкта ідентифікують за літерно-цифровим кодом, який є унікальним в межах каталогу. Визначають назви і ролі типів об'єктів, які беруть участь в асоціації. Операції просторових об'єктів, якщо такі є, зазначають для кожного типу просторових об'єктів. Атрибути просторових об'єктів, включені в кожну операцію, специфікують також як будь-які типи просторових об'єктів, з якими виконують цю операцію. Окрім визначення природною мовою, операція може бути формально специфікована певною функціональною мовою.

Каталоги просторових об'єктів, створювані за методологією ISO 19110, є незамінним джерелом метаданих низького рівня для перетворення цих даних у зручну для використання інформацію. Такі каталоги сприяють поширенню, обміну та використанню ГД, роз'яснюючи їх зміст і сенс. Поки постачальники і користувачі географічних даних не будуть однаково розуміти типи явищ реального світу, відображених в даних, користувачі не зможуть правильно оцінювати ступінь відповідності постачених даних їх призначенню та своїм вимогам.

ISO 19115 Метадані – найвідоміший стандарт комплексу ISO 19100, широко використовуваний і схвалений у більшості країн як національний стандарт або як національний профіль змісту метаданих для геопросторових даних і геоінформаційних сервісів. На його основі розробляють також профілі метаданих в низці міжнародних проєктів зі створення ІГД на глобальному та регіональних рівнях.

Метадані, в загальному розумінні, це дані про дані [ISO 19115]. Метаданими 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: номенклатуру листа карти, назву місцевості, масштаб, дані про систему координат та картографічну проєкцію, рік видання карти, рік зйомки та складання карти, джерела вихідних даних, відомості про підприємства, які виконували підготовку та видання карти, гриф карти тощо. Ця інформація дає користувачам змогу оцінити якість картографічних даних (точність, актуальність, повноту тощо) та дійти висновків про відповідність матеріалів вимогам певної сфери застосування.

Стосовно електронних геоінформаційних ресурсів роль метаданих значно зростає, оскільки на відміну від звичайних електронних текстових документів бінарні набори геопросторових даних та цифрових карт не можуть бути безпосередньо оброблені стандартними інформаційно-пошуковими системами. Об'єктивно виникає потреба у створенні метаданих в структурованих текстових форматах подання для кожного набору геопросторових даних. Метадані призначені для підтримання процесів розміщення і каталогізації довідкових відомостей про геоінформаційні ресурси в інформаційних системах виробниками даних, а також для пошуку наявності геопросторових даних на певну територію, оцінювання їх якості та придатності до застосування потенційними замовниками та користувачами.

Зважаючи на те, що дані розміщуються в глобальних інформаційних мережах, 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 інформаційних мережах. Метадані належать до ключових компонентів інфраструктури геопросторових даних, оскільки за своїм призначенням вони становлять ядро системи пошуку, оцінювання відповідності та умов отримання і використання геопросторових даних.

Стандарт ISO 19115 застосовний для опису метаданих для наборів геопросторових даних, комплексів наборів даних, геоінформаційних сервісів, сенсорів, інструментальних платформ та інших геоінформаційних ресурсів.

Початкова версія ISO 19115 стосувалася перш за все векторних даних. Цей стандарт зі змінами тепер перейменовано в ISO 19115-1 «Метадані – Частина 1: Основи». Додатковий стандарт ISO 19115-2 «Метадані – Частина 2: Розширення для зображень і сіткових даних» є доповненням для даних растрового типу. Отже, ISO 19115-1 визначає два рівні метаданих – основні, або мінімально потрібні, елементи метаданих (табл. 2.2) і повний перелік метаданих, які називають також комплексними, або всеохопними, елементами метаданих (*comprehensive metadata elements*).

Набори метаданих складаються з одного або більше розділів метаданих (UML-пакетів) (рис. 2.8), які містять одну або більше сутностей метаданих (UML-класів). В ISO 19115-1 визначено понад

400 елементів метаданих. Докладний опис більшості елементів можна знайти тільки в деяких стандартах, наприклад, метадані про якість даних повністю описано в ISO 19157 «Якість даних».

Таблиця 2.2

Мінімальний набір елементів метаданих для геопросторових даних

Назва набору даних (М)	Тип просторового подання (О)
Дата випуску набору даних (М)	Система координат (О)
Сторона, відповідальна за набір даних (О)	Джерело даних (О)
Просторове охоплення набору даних (за координатами або за географічним ідентифікатором (С))	Додаткова інформація про екстент для набору даних (вертикальний та часовий) (О)
Мова набору даних (М)	Ідентифікатор файла метаданих (О)
Набір символів для набору даних (С)	Назва стандарту на метадані (О)
Тематична категорія набору даних (М)	Версія стандарту на метадані (О)
Просторове розрізнення набору даних (О)	Мова метаданих (С)
Абстрактний опис набору даних (М)	Набір символів метаданих (С)
Формат розповсюдження (О)	Контакти відповідального суб'єкта (М)
Онлайн-ресурс (О)	Дата складання метаданих (М)

Примітка. Після назви елемента метаданих в дужках літерою позначено: **М** – обов'язковий елемент; **С** – елемент обов'язковий за певних умов; **О** – рекомендований / опціональний.

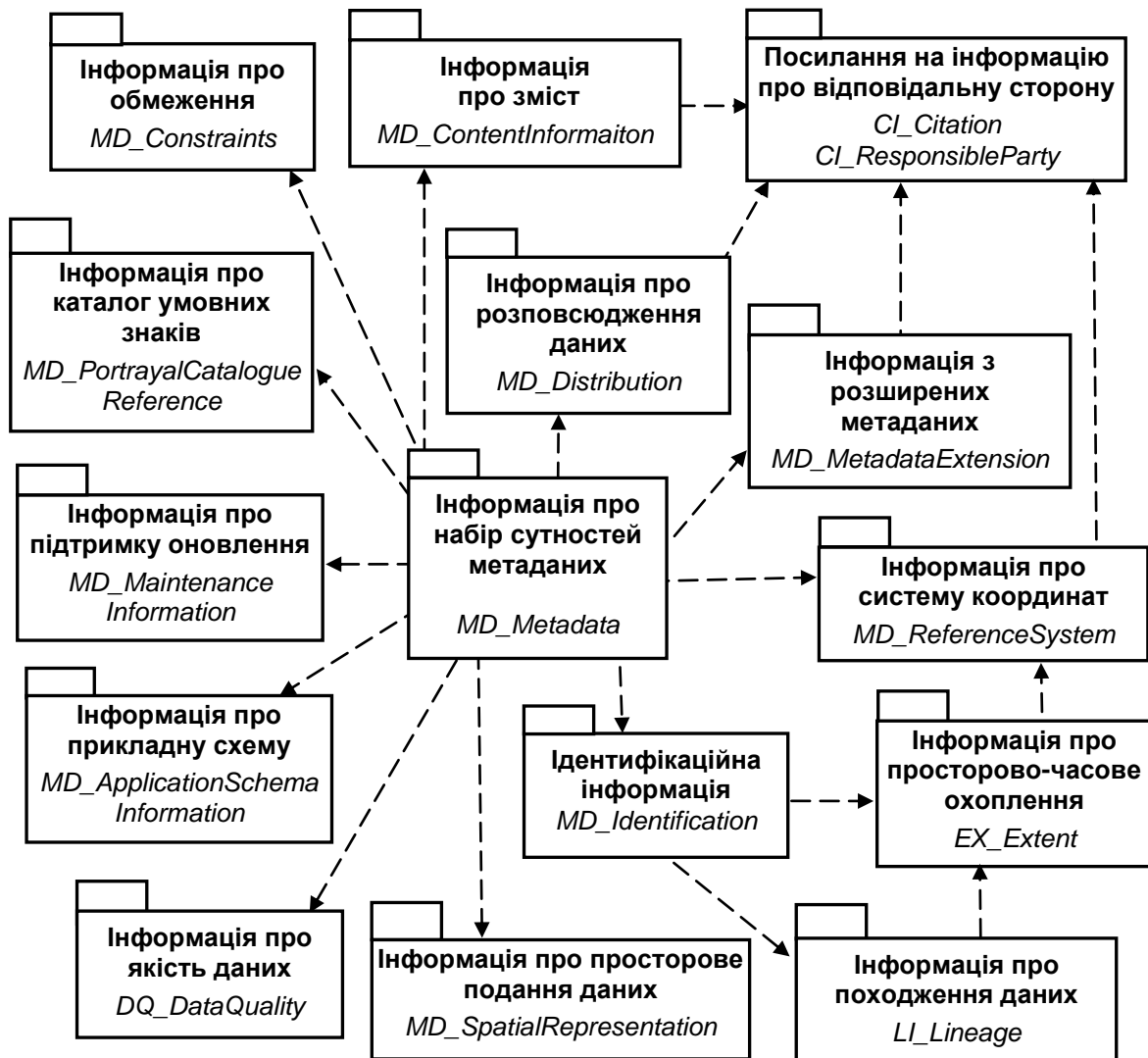


Рис. 2.8. Пакети метаданих за ISO 19115

У кожному пакеті визначено обов'язкові й опціональні елементи метаданих. Кожному пакету і кожному елементу надано унікальні ідентифікатори, визначено типи даних елементів та домени їх значень, зокрема переліки для номінальних (кодових) значень елементів. Опціональні елементи метаданих призначено для розширення стандартного метаопису геопросторових даних, якщо це потрібно. В стандарті визначено методи розширення метаданих додатковими елементами для відповідності спеціальним вимогам, а також правила створення профілів метаданих.

Зазвичай використовують тільки підмножину повного набору елементів, але для будь-якого набору геопросторових даних важливо підтримувати мінімальний набір основних елементів метаданих, потрібних для отримання користувачами відповіді на чотири запитання,

«Що? Де? Коли? Хто?», а саме: «Чи є набір даних на конкретну тему («Що»)»?»; «Для конкретного місця («Де»)»?»; «На конкретну дату або період часу («Коли»)»?»; «Контактні дані для отримання додаткової інформації про набір даних або його замовлення («Хто»)»?».

Визначені в ISO 19115-1 мінімально обов'язкові компоненти метаданих долучають до національних профілів метаданих та профілів міжнародних стандартів для метаданих певних тематичних наборів геопросторових даних. Елементи мінімального набору метаданих, як правило, підтримуються базами даних каталогів метаданих та відповідними сервісами для виявлення й отримання геопросторових даних певної тематики на певну територію. Використання рекомендованих стандартом опціональних елементів додатково з обов'язковими поліпшує інтероперабельність даних, створює умови для однозначного сприйняття користувачами метаданих та відповідних геопросторових даних, наданих виробниками або постачальниками. Наголосимо на важливості наявних в метаданих елементів з просторовим екстентом набору геопросторових даних, який дає змогу виявити набір даних за просторовим запитом до сервісу каталогу метаданих.

ISO 19115-2 Метадані – Частина 2: Розширення для зображень і сіткових даних розширює пакети метаданих, визначених в ISO 19115-1, з метою опису цифрових знімків і сіткових даних. Відомо, що ці растрові дані мають характеристики, які відрізняються від характеристик векторних, наприклад, з погляду обсягу, атрибутів та семантики. Метадані, потрібні для подання покриттів, розглянуто досить докладно в основній частині ISO 19115-1. В пакетах метаданих для зображень (рис. 2.9) визначають підмножину елементів загальних метаданих з ISO 19115-1 та 138 додаткових елементів, застосовуваних для цифрових знімків. Розширені метадані вказують для наборів цифрових знімків та наборів сіткових даних, додатково можуть бути вказані для агрегатів таких наборів даних, наприклад, для стереопар або мультиспектральних даних дистанційного зондування Землі.

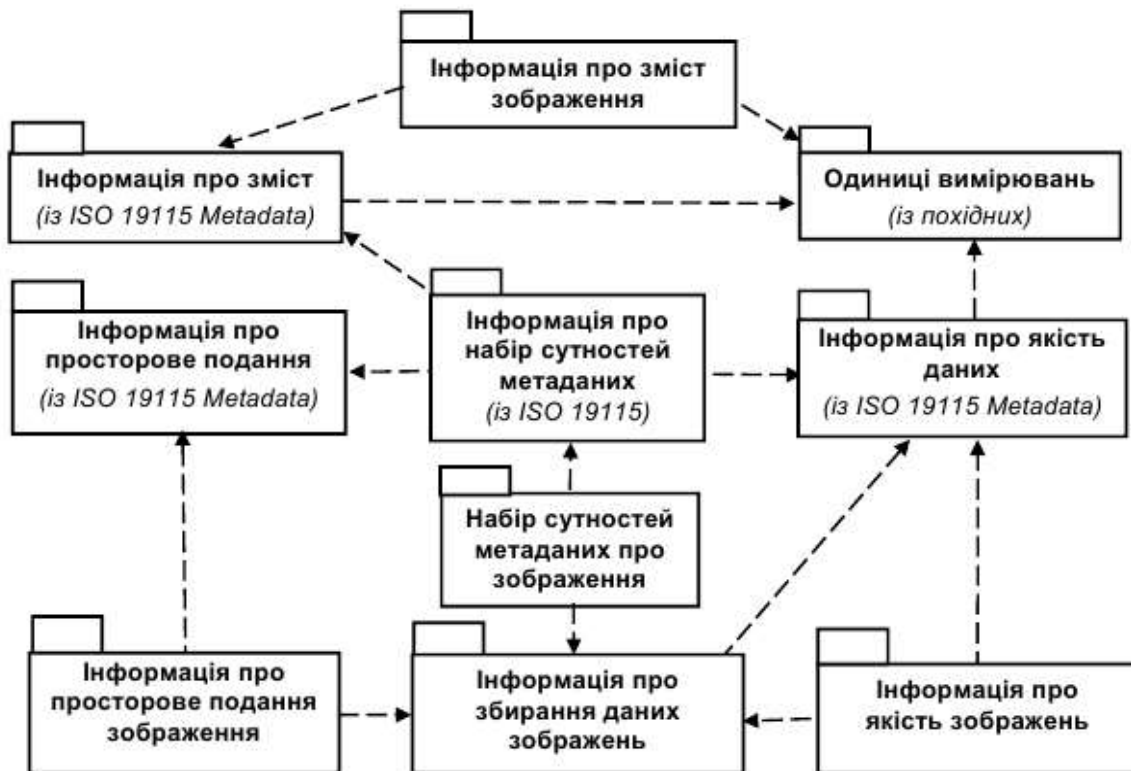


Рис. 2.9. Пакети метаданих для зображень і сіткових даних за ISO 19115-2

Додаткові елементи метаданих містять інформацію про властивості вимірювального обладнання, використовуваного для збирання даних; про параметри геометричних схем вимірювань; про виробничий процес, під час якого опрацьовують необроблені (сирі) дані; про методи й обчислювальні процедури, які використовують у виробництві.

Донедавна метадані сприймали як додаткові окремі фрагменти інформації для набору даних. Проте сучасна концепція ISO 19115 розглядає метадані як невід'ємну частину даних, створювану разом з даними, яка завжди супроводжує дані, зокрема під час копіювання, переміщення, перейменування або експортування, і ніколи не втрачається. Уніфіковану схему подання метаданих у форматах мови XML визначено в ISO/TS 19139 Metadata – XML schema implementation. 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 у геопорталах інформаційних ресурсів національних та регіональних інфраструктур геопросторових даних.

Зважаючи на важливість метаданих як ключової компоненти ІГД, практичне завдання цього модуля – визначення методики формування метаданих для набору геопросторових даних засобами інструментальної ГІС.

Стандарти якості даних

ISO 19157 Якість даних визначає принципи для опису елементів якості. Фінальна редакція цього стандарту була опублікована в 2013 р. як документ, у якому об'єднано положення трьох раніше прийнятих окремих стандартів: ISO 19113 «Принципи якості», ISO 19114 «Процедури оцінювання якості» та ISO/TS 19138 «Міри якості даних».

Категорія якості є однією з визначальних в оцінюванні споживчих властивостей будь-якої продукції. За міжнародним стандартом ISO 9000-2001, якість – це ступінь, до якого сукупність власних характеристик продукції задовольняє вимоги. Відповідно до ISO 19157 якість геопросторових даних (ГД) визначають як рівень відповідності даних сформульованим вимогам. Згідно з концептуальною моделлю за ISO 19157 (рис. 2.10) якість описує характеристики ГД, що становлять область визначення якості – комплекс наборів ГД, набір або піднабір ГД, які характеризуються однорідними вимогами до якості.

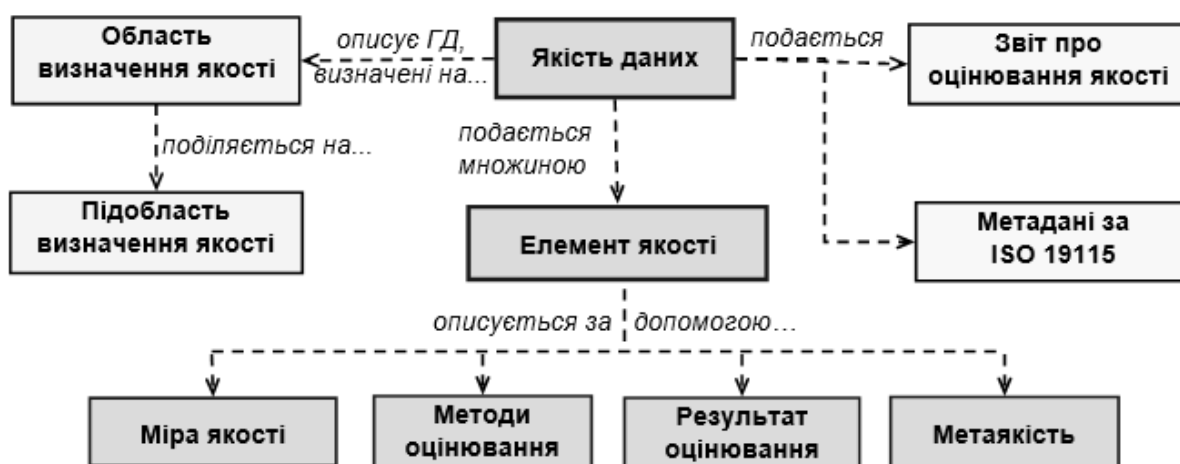


Рис. 2.10. Концептуальна модель якості геопросторових даних за ISO 19157

Якість ГД подають, використовуючи описові та кількісні елементи якості даних. Кожний елемент якості характеризується мірою якості,

методом і результатом оцінювання, а також набором описових елементів подання інформації про якість в метаданих про геопросторові дані. За результатами оцінювання складають відповідний звіт та формують розділ метаданих про якість ГД, вимоги до структури та складу якого визначено в ISO 19115. Зазвичай звіт про якість в подальшому використовують для виправлення виявлених помилок, а метадані долучають до набору геопросторових даних (НГД) як кінцевого продукту, вони можуть бути використані споживачами наборів у процесі оцінювання зовнішньої або прикладної якості даних.

Описові елементи якості даних є джерелом загальної не кількісної інформації про якість. Вони дають змогу додатково оцінити придатність НГД до конкретного застосування, містять інформацію про набір призначення, використання й походження. Елементи «Призначення» та «Використання» описують сферу застосування набору даних. Використання набору даних визначає його розроблювач або користувачі даних. Елемент «Походження» описує історію формування набору даних і певною мірою його життєвий цикл, починаючи від процесів збирання, подальшого кодування й перетворення у поточний формат даних.

Кількісні елементи якості ГД дають змогу оцінити, наскільки той або інший набір даних є відповідним критеріям, вказаним у технічних вимогах (специфікації) на відповідну продукцію. Аспекти елементів якості даних називають піделементами. Піделементи оцінюють або перевіряють різними способами. За загальною концепцією оцінювання якості даних не всі елементи й піделементи, а також не всі засоби їх оцінювання та перевірки можуть підходити конкретному набору даних. Крім того, деякі піделементи можуть бути застосовані до всього набору даних, оцінені або перевірені для нього, а інші застосовують до менших груп даних, що належать до набору даних вищого порядку та можуть бути оцінені або перевірені для них.

В ISO 19157 визначено такі основні кількісні елементи та піделементи якості даних: *повнота даних* (з піделементами надлишковості та відсутності об'єктів в даних); *логічна узгодженість даних* (концептуальна, доменна, форматна і топологічна); *точність місцеположення об'єктів* (абсолютна чи зовнішня точність, відносна чи внутрішня точність, позиційна точність растрових даних); *тематична точність даних* (правильність класифікації, правильність нечислових

атрибутів, точність числових атрибутів); *часова точність даних* (точність вимірювання часу, часова узгодженість, часова відповідність).

Елементи якості даних визначають як засоби безпосереднього виявлення і вироблення різних видів інформації про якість. Зазвичай піделементи якості даних є взаємозалежними. Наприклад, помилка в координатах може спричинити помилки щонайменше двох типів – позиційні й топологічні.

Міра якості є кількісною характеристикою елементів (піделементів) якості геопросторових даних. Уніфікацію мір якості виконують 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. В ISO/DIS 19157 міститься набір стандартизованих мір якості, які дають можливість оцінювати практично всі кількісні елементи та піделементи якості геопросторових даних. Базові міри якості згруповано у два класи: 1) міри, що ґрунтуються на підрахунку помилкових або правильних об'єктів; 2) міри, що ґрунтуються на моделюванні невизначеності вимірювань статистичними методами.

У першому класі розрізняють шість базових мір якості, що ґрунтуються на різних методах оцінювання кількості помилкових чи правильних об'єктів, а саме: індикатор помилки («так» або «ні»), індикатор правильності, кількість помилок, кількість правильних об'єктів, відсоток помилок, відсоток правильних об'єктів. Числові дані, отримані в результаті вимірювань, мають певну точність, а тому для оцінювання ступеня невизначеності якоїсь виміряної величини рекомендовано використовувати статистичні методи. В ISO 19157 застосування базових мір якості конкретизовано для усіх кількісних елементів та піделементів якості ГД, що в підсумку дало змогу ідентифікувати понад 80 окремих мір якості. Однак через специфіку якості даних цей список не може бути повним. У міру застосування ГІС вимоги до якості ГД постійно зростають, тому природним є розроблення додаткових мір якості.

ISO / TS 19158 *Забезпечення якості постачання даних* визначає рамки для виробника і споживача в їх виробничих відносинах. Стандарт ліквідує розрив між системами управління якістю, концепцію яких визначено в стандартах комплексу ISO 9000, і технічноорієнтованим стандартом якості ISO 19157. Положення, визначені в ISO/TS 19158,

дають клієнту змогу переконатися в тому, що постачальники, як внутрішні, так і зовнішні, здатні постачати геопросторові дані потрібної якості, дотримуючись процедур системи управління якістю за ISO 9000 в процесі виробництва / оновлення ГД відповідно до вимог ISO 19157 до якості геопросторових даних. В ISO/TS 19158 визначено принципи та обов'язки у взаємовідносинах між замовником і постачальником даних, зокрема тих, що стосуються розподілу відповідальності за процедури оцінювання якості геопросторових даних між замовником і постачальником.

ISO/TS 19158 адресовано замовникам і постачальникам геопросторової продукції, коли низька якість даних може негативно вплинути на процеси постачальника, зокрема в таких випадках:

1) надання послуг з виробництва даних, вимоги до якості яких регламентуються договором або законодавством (технічним регламентом);

2) участь у тендері щодо надання послуг з виробництва і постачання даних;

3) залучення до постачання даних кількох співвиконавців у технологічному ланцюжку збирання й виробництва даних.

ISO / TS 19158 не застосовують щодо постачання раніше створених («застарілих») наборів даних або продукції «з полиці», коли не здійснюється і не планується подальше підтримання або оновлення даних.

ISO 19131 Специфікація геоінформаційного продукту описує вимоги до специфікації географічних даних-продуктів, які ґрунтуються на поняттях інших стандартів комплексу ISO 19100. Стандарт визначає зміст і структуру специфікації геоінформаційного продукту (рис. 2.11) та містить рекомендації з розроблення змісту кожного розділу специфікацій відповідно до передбачуваного призначення набору даних або комплексу наборів даних.

Специфікація геоінформаційного продукту – це докладний опис набору даних або серії наборів з додатковою інформацією, яка дає можливість створити геоінформаційний продукт, здійснити його постачання та забезпечує його використання. Це точний технічний опис геоінформаційного продукту з погляду вимог, які він повинен або може задовольняти. Специфікація утворює основу для виробництва та збирання даних. Вона також може допомогти потенційним користувачам

в оцінюванні геоінформаційного продукту, даючи змогу встановити ступінь відповідності продукту їх потребам.

Мінімальний опис геоінформаційного продукту в кожному розділі формується з обов'язкових елементів, визначених у відповідних стандартах комплексу ISO 19100. Природно, що розроблення специфікації повинно ґрунтуватися на основоположних принципах еталонної моделі прикладної сфери за ISO 19101 з використанням мови концептуального моделювання за ISO 19103.

Основним розділом специфікації є «Зміст і структура даних», у якому визначено прикладну схему відповідно до ISO 19109 зі схемами просторових об'єктів згідно з ISO 19107, ISO 19123 та ISO 19108 залежно від того, чи містить набір даних векторні дані, сіткові дані або покриття з урахуванням часових аспектів або без них. Об'єкти, атрибути й асоціації, визначені в прикладній схемі, подано у вигляді каталогу об'єктів за ISO 19107. Вимоги до якості даних визначено з огляду на ISO 19157 та ISO 19115. У вимогах до метаданих вказують стандартні елементи метаданих за ISO 19115, а також можуть бути визначені додаткові елементи метаданих для подання специфічної довідкової інформації про дата-продукт. Вимоги до форматів кодування даних визначено відповідно до стандартів ISO 19118 «Кодування» та ISO 19136 GML.

Опис процесу виробництва даних в специфікації не є обов'язковим, достатньо описати фінальний продукт. Проте документ може містити аспекти, пов'язані з виробництвом і підтриманням, за умови визнання обов'язковими для опису дата-продукту.

Специфікації геоінформаційного продукту можуть бути розроблені і застосовані в різних ситуаціях, різними сторонами і з різних причин. Наприклад, специфікацію можна використовувати на початковому етапі збирання даних, а також для формування наборів на основі вже наявних даних. Специфікацію можуть складати виробники для опису їх продукту або користувачами для викладу своїх вимог.

Як приклад докладних і якісних специфікацій на набори даних можна розглядати комплекс з 34 специфікацій для наборів даних, визначених в директиві INSPIRE [<http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/list/2>].



Рис. 2.11. Розділи специфікації дата-продукту за ISO 19131 та їх зв'язки з базовими стандартами комплексу ISO 19100

Інформацію із специфікації геоінформаційного продукту можна застосовувати в процесі формування метаданих до конкретного набору даних, створеного відповідно до неї. Але інформація, що міститься в специфікації геоінформаційного продукту, відмінна від інформації, що наведена в метаданих. Метадані містять інформацію про конкретний фізичний набір даних, а специфікація геоінформаційного продукту визначає тільки те, яким повинен бути цей набір. З різних причин в процесі реалізації може виникнути потреба в компромісах. Метадані, пов'язані з набором даних продукту, повинні відображати, яким є цей продукт насправді.

Стандарти з реєстрації важливої базової інформації

Назва цієї типологічної підгрупи стандартів не визначена в комплексі ISO 19100, але саме за такого підходу можна цілісно сприйняти предметно й концептуально пов'язані стандарти, що стосуються організації й використання базової інформації у сфері географічної інформації, дуже важливої для досягнення сумісності стандартів, забезпечення інтеперабельності геоінформаційних ресурсів, створюваних у різних прикладних сферах й організаціях, та для ефективного керування ГІС-проєктами, особливо такими масштабними, як ІГД.

У контексті цього підходу можна цілісно розглядати такі стандарти комплексу ISO 19100:

- ISO 19126 Словники та реєстри понять просторових об'єктів (*Feature concept dictionaries and registers*);
- ISO/TS 19127 Геодезичні коди і параметри (*Geodetic codes and parameters*);
- ISO 19135-1 Процедури для реєстрації елементів – Частина 1: Основи (*Procedures for item registration – Part 1: Fundamentals*);
- ISO 19145 Реєстри подання положення географічних точок (*Registry of representations of geographic point location*);
- ISO 19146 Міждисциплінарні словники (*Cross-domain vocabularies*).

Навіть з назв стандартів цієї підгрупи випливає висновок, що йдеться про систематизацію й організацію створення, ведення і використання бази даних реєстрів важливих інформаційних ресурсів, продукуваних у результаті масштабних ГІС-проєктів, зокрема:

- термінів та визначень у сфері геоінформатики, упорядковуваних за вимогами ISO/DIS 19104 Термінологія;
- назв, ідентифікаторів та визначень типів (класів) геопросторових об'єктів, їх атрибутів та відношень, які систематизують у каталогах просторових об'єктів за ISO 19110;
- формальних описів ідентифікаторів та параметрів референсних систем координат та картографічних проєкцій, створюваних за вимогами ISO 19111.

ISO 19135-1 є основним поміж стандартів цієї підгрупи, в ньому визначають концептуальну модель системи ієрархічних реєстрів елементів географічної інформації та принципи організації, відповідальні особи і типові схеми процедур реєстрації елементів. Процедури описують сценаріями, відповідно до яких слід створювати і вести реєстри ідентифікаторів і визначень, що надають елементам географічної інформації. Згідно з ISO 19135 реєстр повинен містити: унікальний числовий реєстраційний ідентифікатор; ім'я зареєстрованого об'єкта; найменування та адресу суб'єкта, що зафіксував об'єкт; дату введення в реєстр; статус зареєстрованого об'єкта, який буде мати одне з таких значень: запропонований, схвалений, відхилений, замінений або застарілий (такий, що уже не вживається); дату, коли зареєстрований об'єкт був замінений або визнаний застарілими; реєстраційний ідентифікатор об'єкта, який замінив поточний; опис зареєстрованого об'єкта, зокрема сфери застосування; опис зв'язків зареєстрованого об'єкта з чинними стандартами, інформація, що описує зареєстрований об'єкт відповідно до вимог технічного стандарту, що визначає клас об'єкта.

ISO/TS 19135-2 описує специфікацію схеми XML-подання відомостей про зареєстровані об'єкти для забезпечення операцій експорту/імпорту даних з реєстру елементів географічної інформації.

Інші стандарти цієї підгрупи визначають специфіку реєстрації об'єктів певних класів, визначених у відповідних технічних стандартах комплексу 19100, зокрема таких:

ISO 19126 можна розглядати як сполучну ланку між каталогами об'єктів та стандартними реєстрами, за ISO 19110 та ISO 19135 відповідно. В ISO 19126 в досить абстрактній формі сформульовано вимоги до основних визначень і пов'язаної з ними інформації про набір понять, які повинні бути використані для опису просторових об'єктів як елементів каталогу об'єктів. У цьому стандарті описано також структуру і правила подання відомостей про концепти геопросторових об'єктів для їх зберігання в стандартному реєстрі.

ISO/TS 19127 застосовує принципи з ISO 19111 та ISO 19135, визначаючи правила заповнення та супроводу реєстрів геодезичних кодів і параметрів референцних систем координат та проекцій.

ISO 19145 відображає процес створення та публікації подання положення географічних точок в реєстрах відповідно до ISO 19135.

У ньому визначено інформаційні елементи і структуру даних, що описує формати подання положення географічних точок в різних стандартах та геоінформаційних платформах (наприклад, ISO 6709:2008, KML, GeoVRML, ISO 8211, GML Point Profile тощо), зокрема елементи для перетворення цих форматів до уніфікованої структури з метою забезпечення операцій конвертування геопросторових даних, поданих в різних форматах. У ISO 19145 йдеться також про розширення XML-схеми, визначеної в ISO / TS 19135-2, для виконання процесу реєстрації відомостей про формати подання положення географічних точок в стандартному реєстрі за ISO 19135-1.

ISO 19146 визначає методологію подолання проблеми, пов'язаної з наявністю декількох визначень одного й того самого поняття в кількох прикладних (галузевих) термінологічних словниках/реєстрах. В ISO 19146 викладено принципи і процедури ведення міждисциплінарних словників на основі перехресного зіставлення та взаємного відображення понять і визначень, наведених в окремих прикладних словниках-реєстрах. Поміж основних принципів перехресного зіставлення словників наголошено на необхідності формування стабільного опорного словника, підтримуваного визнаним органом стандартизації, використання процедур реєстрації за ISO 19135, а також співпраці тримачів галузевих реєстрів для перехресного відображення словників, їх узгодження й оновлення.

ISO 19146 не призначений для забезпечення спільної онтології або загальної класифікації понять. Ці проблеми є предметом групи проєктів стандартів ISO 19150-X «Географічна інформація – Онтологія» та ISO 19144-X «Географічна інформація – Системи класифікації», яким в ISO/TC 211 останніми роками приділено значну увагу з огляду на розвиток технології веб-2, основаної на онтологічних концепціях організації, та виявлення інформаційних ресурсів в глобальних мережах.

2.5. СТАНДАРТИ НА СЕРВІСИ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

У цій групі стандартів, ґрунтуючись на еталонній моделі архітектури із ISO 19101, визначено специфікації сервісів географічної інформації різного призначення та схеми доступу до геопросторових даних мережі Інтернет. Предметно стандарти охоплюють сферу веб-картографування, веб-ГІС та геопорталобудування.

Далі наводимо перелік стандартів на геоінформаційні сервіси зі стислою анотацією їх призначення. Стандарти на геоінформаційні сервіси розвивають і доповнюють технічним змістом еталонну архітектурну модель, визначену в ISO 19101, зокрема:

- **ISO 19119** Сервіси (*Services*) розширює еталонну модель архітектури, надаючи базис для специфікації окремих сервісів географічної інформації;

- **ISO 19116** Сервіси позиціонування (*Positioning services*) визначає інтерфейс між пристроями, що надають координатну інформацію, і пристроями, які цю інформацію використовують;

- **ISO 19117** Графічне відображення (*Portrayal*) містить схему для визначення символів умовних позначень і відображення їх на прикладну схему програми формування картографічних зображень;

- **ISO 19125-1** Доступ до простих просторових об'єктів – Частина 1: Загальна архітектура (*Simple feature access - Part 1: Common architecture*) описує загальну архітектуру, потрібну для доступу до інформації про просторові об'єкти з простою геометрією;

- **ISO 19125-2** Доступ до простих просторових об'єктів - Частина 2: Варіант SQL (*Simple feature access – Part 2: SQL option*) визначає реалізацію на SQL доступу до просторових об'єктів за загальною архітектурою із ISO 19125-1. Положення цих стандартів докладніше розглянуто в модулі ІГД-02-06 курсу «Системи керування базами геоданих для ІГД»;

- **ISO 19128** Інтерфейс картографічного веб-сервера (*Web map server interface*) визначає набір інтерфейсів для створення карт з підтримкою просторових посилань на базі географічної інформації, доступної в мережі Інтернет;

- **ISO 19142** Веб-сервіс просторових об'єктів (*Web Feature Service*) містить специфікацію функцій та інтерфейсу геоінформаційного

веб-сервісу для отримання геопросторових даних із баз та сховищ даних, доступних в мережі Інтернет, та визначає поведінку веб-сервісу, що забезпечує операції доступу до географічних об'єктів незалежно від базового сховища даних. Він визначає операції з пошуку, запиту, перегляду, транзакцій та керування у разі звернення до сховища геопросторових даних на підставі параметризованих запитів;

– **ISO 19132** *Позиційно-базовані сервіси - Еталонна модель (Location based services - Reference model)* описує еталонну модель і загальну схему функціонування позиційно-базованих сервісів;

– **ISO 19133** *Позиційно-базовані сервіси - Стеження і навігація (Location based services - Tracking and navigation)* містить схему опису даних та сервісів, потрібних для супроводу (стеження) і навігації мобільних об'єктів;

– **ISO 19134** *Позиційно-базовані сервіси - Мультимодальна маршрутизація і навігація (Location base services – Multimodal routing and navigation)* розширює ISO 19133, регулюючи підтримку мобільних об'єктів, які на шляху до пункту призначення використовують два або кілька режимів (видів транспортування) доставки;

– **ISO 19154:2014** *Повсюдний загальний доступ – еталонна модель (Ubiquitous Public Access – Reference Model)*, що ґрунтується на концепції загальних та геоінформаційних сервісів, покликаний створити основу для середовища повсюдного загального доступу як середовища забезпечення географічною інформацією в будь-якому місці, в будь-який час і для будь-якого пристрою (рис. 2.12).

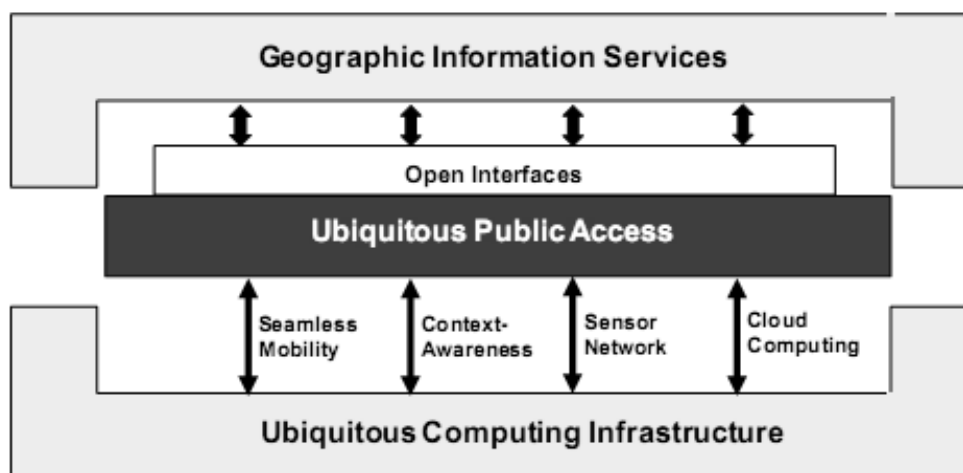


Рис. 2.12. Дві рушійних сили повсюдного широкого доступу за ISO 19154

Вочевидь, що всі ці засоби дуже важливі для реалізації концепції інфраструктури геопросторових даних, особливо щодо організації плідної й ефективної взаємодії користувачів ІГД для вирішення проблеми спільного виробництва й ефективного повторного використання створених геоінформаційних ресурсів на будь-якому рівні і територіального охоплення інфраструктури.

2.6. 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, зокрема:

- **ISO 19118** Кодування (*Encoding*) подає модель кодування на підставі правил для даних, що узгоджені з прикладною схемою за ISO 19109, та мови XML;

- **ISO 6709** Стандартне подання положення географічної точки координатами (*Standard representation of geographic point location by coordinates*) визначає уніфіковану структуру форматів подання координат, які використовують для опису розміщення точок;

- **ISO/TS 19135-2** Процедури реєстрації елементів – Частина 2: XML-схема реалізації (*Procedures for item registration – Part 2: XML schema implementation*) визначає схему XML-кодування змісту елементів стандартного реєстру за ISO 19135;

- **ISO 19136** Мова географічної розмітки (GML) (*Geography Markup Language (GML)*) описує XML-кодування моделей геопросторових даних, визначених в ISO 19107, ISO 19108, ISO 19111, ISO 19123 відповідно до вимог ISO 19109 та ISO 19118;

- **ISO/TS 19139** Метадані – XML-схема реалізації (*Metadata – XML-schema implementation*) описує схему XML-кодування елементів метаданих, визначених в ISO 19115;

- **ISO/TS 19139-2** Метадані – XML-схема реалізації – Частина 2: Розширення для зображень та сіткових даних (*Metadata – XML schema implementation – Part 2: Extensions for imagery and gridded data*) подає

схеми XML-кодування елементів розширених метаданих для цифрових знімків та сіткових даних, визначених в ISO 19115-2;

– **ISO/DTS 19157-2** Якість даних – Частина 2: XML-схема реалізації (*Data quality – Part 2: XML Schema Implementation*) визначає схеми XML-кодування описових та кількісних елементів якості геопросторових даних, описаних в ISO 19157;

– **ISO 19162** Загальновідоме текстове подання референціальних систем координат (*Well-known text representation of coordinate reference systems*) визначає структуру WKT-подання параметрів, що описують референціальні системи координат за ISO 19111;

– **ISO/TS 19163-1** Компоненти вмісту та правила кодування для зображень і сіткових даних – Частина 1: Модель вмісту (*Content components and encoding rules for imagery and gridded data – Part 1: Content model*) класифікує цифрові знімки і тематичні дані, подані регулярною сіткою за типами на основі атрибутивних властивостей, типу сенсора і просторових властивостей. Він визначає незалежну модель кодування вмісту для компонентів кожного типу даних, а також логічні структури даних і правила для кодування компонентів вмісту в структурах.

Базовий в цій групі стандартів – ISO 19118, призначенням якого є досягнення узгодженого обміну між гетерогенними геоінформаційними системами. Для цього потрібно визначити два фундаментальних аспекти. Перший погляд у визначенні семантики вмісту та логічної структури географічних даних. Це має бути зроблене у прикладній схемі. Другий – це визначення незалежної від систем та платформ структури даних, потрібної для подання даних відповідно до прикладної схеми. ISO 19118 містить вимоги до визначення правил кодування для обміну даними, відповідних комплексу стандартів ISO 19100, зокрема: вимоги до створення правил кодування на основі UML-схем; вимоги до створення сервісів кодування та вимоги до правил кодування на основі XML для отримання незалежних від програмних платформ форматів обміну даними. В інших стандартах цієї групи загальні правила, визначені в ISO 19118, застосовують для розроблення специфікацій XML-схем кодового подання інформаційних ресурсів, моделі яких описано у відповідних стандартах комплексу стандартів ISO 19100.

2.7. 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.

ISO 19152 Доменна модель управління земельними ресурсами (LADM) (*Land Administration Domain Model (LADM)*) визначає еталонну доменну модель у сфері, що охоплює основні інформаційні компоненти – земельні ресурси та описує абстрактну і концептуальну моделі з чотирма пакетами суб'єктів землекористування, об'єктів адміністративно-територіального устрою, прав власності, обов'язків та обмежень, просторових одиниць кадастрового обліку (земельних ділянок, будівель та інженерних мереж) з вимогами до модельного подання геометрії і топології меж об'єктів кадастрового обліку. ISO 19152 становить основу національних і регіональних профілів моделей геопросторових даних у сфері управління земельними ресурсами.

ISO 19160 під загальною назвою адресування (*Addressing*), складається з таких частин:

- ISO 19160-1 Адресування – Частина 1: Концептуальна модель (*Addressing – Part 1: Conceptual model*);
- ISO 19160-2 Адресування – Частина 2: Належна практика для схем призначення адрес (*Addressing – Part 2: Good practices for address assignment schemes*);
- ISO 19160-3 Адресування – Частина 3: Управління якістю для адресних даних (*Addressing – Part 3: Quality management for address data*);
- ISO 19160-4 Адресування – Частина 4: Міжнародні компоненти поштових адрес та шаблони (*Addressing – Part 4: International postal address components and templates*).

Схвалення розділів стандарту ISO 19160 стане основою уніфікації опрацювання адресних даних як важливої складової геокодування об'єктів за адресними (географічними) ідентифікаторами.

Загалом можна сподіватися, що стандарти комплексу ISO 19100 згодом стануть єдиною узгодженою на міжнародному рівні основою для ГІС-технологій. Однак реальна ситуація характеризується тим, що деякі міжнародні організації уже розробили, узгодили та використовують свої стандарти для обміну просторовими даними в певних спеціалізованих прикладних сферах. Одним із завдань ISO/TC 211 та суміжних технічних комітетів і міжнародних організацій є визначення загального набору стандартів, умов і методики використання цього набору для гармонізації уже наявних прикладних геоінформаційних стандартів на основі комплексу ISO 19100. Основні напрями вирішення цього завдання визначено в технічному звіті *ISO/TR 19120* Функціональні стандарти.

За визначенням в ISO/TR 19120 функціональним стандартом є стандарт геопросторових даних, розроблений спеціально для передавання даних між об'єктами в різних прикладних сферах. У звіті ISO/TR 19120 розглянуто три функціональні стандарти, які повинні бути узгоджені з ISO серії 19100:

- стандарт DIGEST (*Digital Geographic Exchange Standard*), використовуваний для обміну геопросторовими даними у військовій сфері країн НАТО;
- стандарт GDF (*Geographic Data Files*), розроблений ISO/TC 211, визначає моделі даних й обмінні формати наборів даних дорожньої інфраструктури для навігаційних прикладних програм;
- стандарт S-57, розроблений Міжнародною гідрографічною організацією, призначено для обміну цифровими гідрографічними даними між національними гідрографічними службами, а також для поширення даних серед користувачів.

В ISO/TR 19120 визначено загальну схему гармонізації цих функціональних стандартів на основі спільного для них профілю базових стандартів комплексу ISO 19100. Звіт ISO/TR 19120 став лише відправною точкою для циклу взаємодії та співпраці між розробниками функціональних стандартів й експертами ISO/TC 211 для гармонізації функціональних стандартів. Інші функціональні стандарти мають бути ідентифіковані в подальшому, а для досягнення інтеоперабельності геоінформаційних стандартів усіх предметних сфер їх нові версії потрібно розробляти на принципах сумісності з ISO 19100.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні групи стандартів за призначенням і спільністю тематики в комплексі стандартів ISO 19100.
2. Якою є роль інфраструктурних стандартів в комплексі стандартів ISO 19100?
3. Які стандарти належать до групи інфраструктурних стандартів?
4. Назвіть концептуальні основи комплексу стандартів ISO 19100.
5. Що таке концептуальна схема? Які рівні вона охоплює?
6. Поясніть роль стандартів у моделюванні даних.
7. Які стандарти належать до стандартів моделювання даних?
8. У чому полягає призначення прикладної схеми?
9. Яким є призначення стандарту ISO 19107?
10. Що таке геометрія і топологія за стандартом ISO 19107?
11. У чому полягає призначення стандарту ISO 19108?
12. Що таке геометрія і топологія часу?
13. Що називають покриттям?
14. Які стандарти описують системи координат?
15. Які стандарти належать до групи метаданих й адміністрування даних?
16. У чому полягає призначення стандарту ISO 19110?
17. Наведіть основні принципи та вимоги до побудови каталогу просторових об'єктів.
18. Що називають метаданими? Назвіть рівні метаданих.
19. Які елементи належать до мінімального набору метаданих?
20. У чому полягає призначення стандарту ISO 19157? Назвіть основні елементи якості даних.
21. Що називають мірою якості?
22. Що називають специфікацією геоінформаційного продукту?
23. Які стандарти належать до групи стандартів на сервіси географічних даних?
24. Які стандарти належать до групи стандартів кодування географічної інформації? Який стандарт цієї групи є базовим і чому?

3. СПЕЦИФІКАЦІЇ ТА СТАНДАРТИ КОНСОРЦІУМУ OGC

3.1. ОГЛЯД СПЕЦИФІКАЦІЙ І СТАНДАРТІВ КОНСОРЦІУМУ 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, специфікації якого визнані ISO/TC 211.

Компактніша структура й спрощена процедура розроблення специфікацій, порівняно зі стандартами ISO, дає OGC змогу втілювати гнучкішу політику розроблення та впровадження специфікацій. 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 <http://www.opengeospatial.org/standards>.

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 (табл. 3.1), вони являють 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 інтерфейсів 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.

Таблиця 3.1

Теми абстрактних специфікацій OGC

Тема 1. Геометрія просторових об'єктів	Тема 11. Метадані
Тема 2. Просторова прив'язка за координатами	Тема 12. Архітектура відкритих геоінформаційних сервісів
Тема 3. Геометричні структури місцеположення	Тема 13. Сервіси каталогів
Тема 4. Функції зберігання та інтерполяція.	Тема 14. Семантика і інформаційні співтовариства
Тема 5. Просторові об'єкти	Тема 15. Експлуатаційні сервіси зображень
Тема 6. Схема для геометрії і функції покриття	Тема 16. Сервіси перетворення координат зображень
Тема 7. Зображення Землі	Тема 17. Позиційно-базовані мобільні сервіси
Тема 8. Відношення між просторовими об'єктами	Тема 18. Еталонна модель управління правами у сфері цифрових геопросторових даних (GeoDRM RM)
Тема 9. Якість	Тема 19. Лінійні системи відліку
Тема 10. Колекції просторових об'єктів	Тема 20. Спостереження та вимірювання

У понад 30 стандартах OGC докладно описана сервісорієнтована 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 (рис. 3.1). 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.

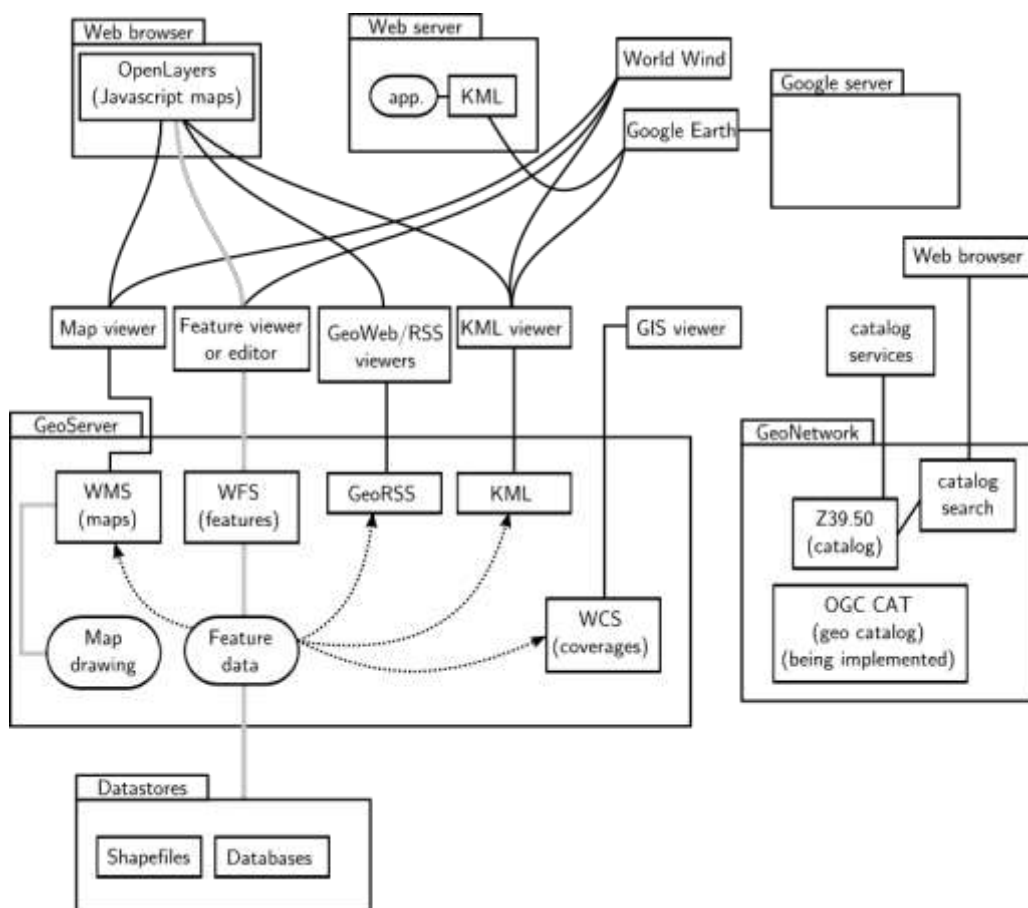


Рис. 3.1. Взаємодія в клієнт/серверній архітектурі за протоколами OGC
(джерело: https://en.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium)

Загальне визнання виробниками ГІС та баз геопросторових даних дістали стандарти OGC із загальною назвою *Simple Features Specification, SFS*. Ці специфікації визначають ієрархію класів простих геометричних об'єктів (рис. 3.2) та правила мережевого доступу до баз геопросторових даних за допомогою SQL (SFA-S), CORBA (SFA-C), OLE/COM (SFA-O).

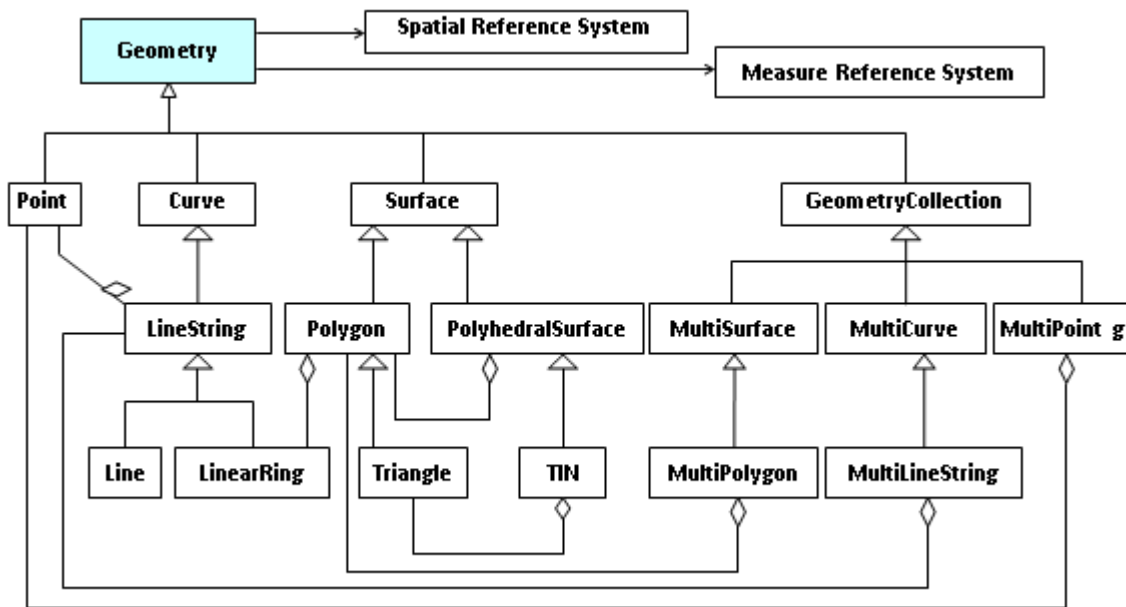


Рис. 3.2. Схема ієрархії класів типу Geometry за стандартом OGC SFA

Специфікаціям SFS відповідними є стандарти ISO 19125-1 та ISO 19125-2 на геопросторове розширення мови SQL, застосоване в більшості сучасних об'єктно-реляційних СКБД.

3.2. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК СПЕЦИФІКАЦІЙ КОНСОРЦІУМУ OGC ТА СТАНДАРТІВ ISO / TC 211

У 1998 році ISO/TC 211 та OGC уклали угоду про співпрацю. Ця угода є дуже важливою для досягнення інтеперабельності стандартів ISO/TC 211 та OGC, оскільки вони взаємодоповнюють одні одних та охоплюють усі рівні моделювання, виробництва, постачання й опрацювання геопросторових даних за єдиною концепцією відкритого розподіленого оброблення інформації RM-ODP.

Відповідно до цієї угоди OGC прийняв кілька стандартів комплексу 19100 як свої абстрактні специфікації (табл. 3.2), які стали основою розроблення консорціумом реалізаційних стандартів.

Таблиця 3.2

**Гармонізація абстрактних специфікацій OGC
зі стандартами ISO / TC 211**

Стандарт ISO / TC 211	Абстрактна специфікація OGC
ISO 19107 Просторова схема	Тема 1. Геометрія просторових об'єктів
ISO 19111 Позичіонування за координатами	Тема 2. Позичіонування за координатами
ISO 19123 Геометрія та функції покриттів	Тема 3. Геометрія і функції покриттів
ISO 19115 Метадані	Тема 4. Метадані
ISO 19119 Сервіси	Тема 5. Відкрита архітектура ГІС-сервісів

Одночасно відбувався й зворотній процес, коли специфікації OGC стали основою стандартів ISO/TC 211 (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Відповідність специфікацій OGC і стандартів ISO/TC 211

Специфікація OGC	Стандарт ISO/TC 211
OGC SFA Доступ до простих геопросторових об'єктів	ISO 19125 Доступ до простих геопросторових об'єктів
OGC WMS Картографічний веб-сервіс	ISO 19128 Інтерфейс картографічного веб-сервера
OGC GML Географічна мова розмітки	ISO 19136 GML
OGC WFS Веб-сервіс просторових об'єктів	ISO 19142 Веб-сервіс просторових об'єктів
OGC Filter Encoding Кодування фільтрів просторових запитів	ISO 19143 Кодування фільтрів
Тема 18: Еталонна модель управління правами у сфері цифрових геопросторових даних (GeoDRM RM)	ISO 19149 Мова подання прав для географічної інформації – GeoREL
Тема 20. Спостереження та вимірювання	ISO 19156 Спостереження та вимірювання

Наведені приклади відповідності між стандартами ISO/TC 211 та OGC демонструють успішність розподілу праці між державним і приватним сектором – міждержавна ISO опікується загальними концептуальними питаннями, а об'єднання комерційних виробників OGC – питаннями програмної реалізації та взаємодії програмного забезпечення.

Контрольні запитання

1. Які види документів розробляє технічний комітет OGC?
2. Що визначають технічні специфікації OGC?
3. У чому полягає призначення OGC-стандартів?
4. Назвіть теми абстрактних специфікацій OGC.
5. Які геоінформаційні сервіси в Інтернет реалізовано за стандартами OGC?

4. СПЕЦИФІКАЦІЇ ТА ПРОФІЛІ СТАНДАРТІВ ДЛЯ ІГД

4.1. РОЛЬ СТАНДАРТІВ В ІНФРАСТРУКТУРІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

На уже відомій загальній схемі основних компонентів інфраструктури геопросторових даних (рис. 4.1) стандарти охоплюють усі її складові. Вочевидь, що лише завдяки уніфікації моделей геопросторових даних, засобів реалізації баз геопросторових даних, функцій, інтерфейсу та протоколів взаємодії сервісів, правил і форм взаємодії користувачів із сервісами та між собою можна досягти інтероперабельності усіх компонентів та надійного й сталого функціонування ІГД.

Від інтероперабельності як фундаментальної властивості ІГД залежить вільне використання компонентів різних інформаційних систем без ризику для успішної роботи всієї системи. За ISO 19101 вона стосується можливості:

– знаходити інформацію та засоби її оброблення, коли це потрібно, незалежно від їх фізичного місцезнаходження;

- сприймати та застосовувати виявлену інформацію і засоби незалежно від того, якою платформою вони підтримуються, локально чи дистанційно;
- розбудовувати середовище оброблення для комерційного використання, не обмежуючись одним постачальником;
- використовувати інформацію та інфраструктури оброблення з інших джерел ринкового обслуговування без ризику втрати функціональності у разі старіння або зміни базової інфраструктури;
- бути учасником здорового ринку, на якому товари і послуги є відповідними потребам споживачів і на якому товарні канали відкриваються саме тоді, коли ринок стає достатнім для їх підтримання.



Рис. 4.1. Компоненти національної інфраструктури просторових даних

Інфраструктуру геопросторових даних можна розглядати як середовище інтегрування окремих ГІС, що містять ресурси, якими зацікавлені сторони бажають поділитися (рис. 4.2). Стандарти потрібні усім базовим суб'єктам ІГД (тримачам і виробникам геопросторових даних, адміністраторам геопорталів та користувачам) як основа досягнення інтероперабельності в процесах виробництва, зберігання, адміністрування, пошуку, постачання й використання геопросторових даних і метаданих в глобальних інформаційних мережах.

– *інтероперабельність та доступність до інформації* – ці чинники впливають на взаємодію в інформаційних мережах, на можливості користувачів під'єднуватися, отримувати й використовувати інформацію з декількох систем;

– *ремонтпридатність* – це впровадження стандартів для сприяння довгостроковому використанню й ефективному оновленню компонентів системи.

Ефективність впровадження стандартів також визначається

– потенційним розвитком ринку і питаннями контролю (наприклад, стандарти можуть бути використані для контролю якості або сертифікації даних чи програм, вони утворюють нормативну основу для створення якісних і надійних даних);

– можливістю обміну технологіями та інформаційними ресурсами між користувачами одного підприємства та між підприємствами;

– можливістю виходу на глобальні ринки геоінформаційних технологій, геоінформаційних ресурсів та геоінформаційних послуг, оскільки стандарти, технології та їх ринки тісно пов'язані між собою;

– компромісами, демократичними механізмами і консенсусом в ухваленні технічних рішень на основі стандартів, особливо в процесі виконання міжвідомчих проектів;

– справедливим й прозорим регулюванням торгових потоків на внутрішньому ринку послуг та між країнами в процесі проведення тендерів на геоінформаційні послуги;

– розвитком міжнародної співпраці в геоінформаційній сфері на основі однакового розуміння, дотримання визнаних та узгоджених стандартів.

4.2. ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ПРОФІЛІВ ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ІНФРАСТРУКТУР ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Практика розвитку національних і регіональних інфраструктур геопросторових даних підтверджує запровадження оснований на стандартах підходу в досягненні інтероперабельності як фундаментальної властивості інфраструктури просторових даних, яка

спрямована на подолання об'єктивно наявної неоднорідності (гетерогенності) як прикладних сфер виробництва та використання геопросторових даних, так і технологічних платформ ГІС та загальних інформаційних технологій зберігання, опрацювання і візуалізації географічної інформації.

Згідно з ISO 19101-1 інтеперабельність географічної інформації являє собою процес комунікації, який відбувається між двома агентами (постачальником і користувачем) географічної інформації. Слід визнати, що системи, програми і користувачі можуть бути різними, тому дуже важливо подолати їх різномірність для досягнення інтеперабельності. Гетерогенність класифікують за такими чотирма типами:

- **системна гетерогенність** характеризується відмінностями апаратних засобів, операційних систем, СКБД та геоінформаційних систем;

- **синтаксична гетерогенність** стосується фізичного уявлення даних та визначається відмінностями у форматах (граматиках мов), які використовують для передавання даних в повідомленні від відправника до одержувача;

- **структурна гетерогенність** (називається також схематичною гетерогенністю) пов'язана з відмінностями в концептуальному моделюванні географічних об'єктів (географічні об'єкти, класи, атрибути і відношення можуть бути визначені по-різному в різних застосунках);

- **семантична гетерогенність** стосується відмінностей в значеннях понять і даних, використовуваних для уявлення реальності з різних позицій (або контекстів), з яких були досліджені об'єкти реального світу.

Хоча питання системної гетерогенності істотні для інтеперабельності географічної інформації, їх не розглядають в геоінформаційних стандартах ISO 19100. Стандарти ISO/TC 211 та OGC в досягненні інтеперабельності географічної інформації спрямовані передусім на подолання синтаксичної, структурної та семантичної неоднорідності на основі послідовного застосування єдиного підходу до концептуального моделювання, конструювання прикладних моделей даних і метаданих, єдиних правил кодування й обміну даними і метаданими, а також на визначення концептуальних та реалізаційних моделей геоінформаційних сервісів опрацювання даних. Такий підхід є

відповідним інформаційному, обчислювальному та інженерному аспектам еталонної моделі відкритого розподіленого оброблення інформації RM-ODP як базової моделі реалізації ІГД.

Беручи до уваги базові суб'єкти, основні компоненти та процеси ІГД (див. рис. 4.2), а також практику створення регіональних і національних ІГД в багатьох країнах та завдання стандартизації з погляду подолання неоднорідності географічної інформації, доходимо висновку, що основними предметами стандартизації в національних ІГД є набори геопросторових даних і метаданих, які можна зберігати, виявляти, передавати й обробляти в глобальному інформаційному середовищі із сервісорієнтованою архітектурою.

Завдання зі стандартизації компонентів глобального сервіс-орієнтованого інформаційного середовища, так само як і завдання з їх технічної реалізації, належать до глобальних завдань міжнародної стандартизації та сучасної розвиненої індустрії апаратних і програмних засобів. Це дає змогу у вирішенні завдань з розроблення стандартів для національної інфраструктури просторових даних сприймати глобальне інформаційне середовище таким, яким воно є, – з постійними змінами й ноу-хау, що притаманні його динамічному розвитку.

Основну увагу в проєктах національних ІГД приділяють набору стандартів, що підтримують виробництво, постачання й використання геопросторових даних і метаданих.

Обґрунтування вибору міжнародних стандартів ISO/TC 211 та OGC як основи для вирішення завдань стандартизації в регіональних і національних ІГД проілюструємо витягом з опису «Загальної концептуальної моделі» для специфікацій просторових даних INSPIRE, розроблених експертами цього проєкту [INSPIRE:D2.5]:

Редакційна команда вирішила по змозі дотримуватися підходу, що ґрунтується на стандартах, сформованих на основі комплексу ISO 19100, на підставі ряду спостережень

- у положеннях (16) і (28) Директиви наголошено на важливій ролі міжнародних стандартів для INSPIRE;
- комплекс ISO 19100 пройшов процес досягнення консенсусу, в якому брала участь велика кількість інформаційних співтовариств;
- аналіз довідкового матеріалу (тобто специфікації даних, розроблених інформаційною спільнотою) вказує на те, що в багатьох

сучасних проєктах специфікацій даних дотримано основаного на стандартах підходу;

– рекомендації, що містяться в CEN / TR 15449, і більшість схвалених міжнародних стандартів, зазначених як нормативні посилання в цьому документі CEN, свідчать про те, що комплекс ISO 19100 можна вважати досить повним і зрілим, зокрема рекомендації, що будуть використані, наприклад, для розроблення специфікацій даних;

– інші неєвропейські або глобальні ІГД-підходи (наприклад, GIGD – настанови та розробка стандартів структури контенту даних у Сполучених Штатах) також рекомендують або використовують комплекс ISO 19100 міжнародних стандартів як концептуальну основу для розроблення специфікацій даних.

Оскільки загальна концептуальна основа для розроблення специфікацій різноманітних даних потрібна в будь-якому разі, європейські спеціальні розробки будуть потрібні для задоволення вимог з інтегрованості, якщо жодні міжнародні стандарти будуть недоступні для прийняття.

У стандартах національних і регіональних ІГД найчастіше трапляються посилання або пряме використання компонентів міжнародних стандартів комплексу ISO 19100, що забезпечують розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних, а саме тих, які зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

**Перелік міжнародних стандартів ISO 19100
для розроблення специфікацій**

ISO 19131 Специфікація дата-продукту	ISO 19118 Кодування
ISO 19109 Правила для прикладної схеми	ISO 19111 Позиціонування за координатами
ISO 19110 Методологія каталогізації просторових об'єктів	ISO 19112 Позиціонування за географічними ідентифікаторами
ISO 19107 Просторова схема	ISO 19115-1 Метадані. Частина 1: Основи
ISO 19108 Часова схема	ISO 19157 Якість даних
ISO 19123 Схема геометрії та функцій покриття	ISO 19117 Графічне відображення

Основним керівним стандартом для розроблення специфікацій наборів даних є ISO 19131, оскільки саме в ньому визначено склад розділів специфікації та вимоги до їх змісту (див. рис. 2.11). Зважаючи на те, що ISO 19131 є досить невеликий за обсягом (48 сторінок), а його розділи та додатки містять мінімально потрібну інформацію для розробників специфікацій наборів геопросторових даних різного тематичного змісту і призначення, то цей стандарт приймається в цілому як національний стандарт методом підтвердження (тобто з текстом мовою оригіналу з перекладом лише титульної сторінки) або як національний ідентичний з повним перекладом тексту стандарту національною мовою.

Інші стандарти цієї групи схвалюють як національні зазвичай методом підтвердження. Хоча в деяких країнах, наприклад Японії, ці базові стандарти, прийняті як національні, ідентичні з повним перекладом текстів національною мовою. В будь-якому разі на основі цих базових стандартів розробляють національний профіль геоінформаційних стандартів та/або настанову з розроблення специфікацій наборів геопросторових даних.

Подібні підходи зумовлено такими аспектами:

1) стандарти ISO 19100 розробляли з довгостроковою перспективою; більшість з них були написані на абстрактному рівні й охоплюють широке коло проблем, щоби гарантувати довгострокову стабільність;

2) для вирішення завдань зі стандартизації виробництва і постачання наборів геопросторових даних потрібні не всі, а лише деякі положення базових стандартів ISO 19100, відповідні особливостям і практичним потребам в геопросторових даних певної країни та сучасному рівню розвитку геоінформаційних технологій;

3) компоненти базових стандартів ISO 19100, використовувані для розроблення специфікацій наборів геопросторових даних, повинні бути викладені національною мовою та доступні для усіх потенційних виробників, постачальників та користувачів геопросторових даних на безоплатній основі;

4) поширення стандартів ISO 19100 здійснюється на платній основі.

Розроблення національного профілю геоінформаційних стандартів та/або настанови з розроблення специфікацій наборів геопросторових

даних дає змогу створити керівний нормативно-технічний документ з мінімально потрібними компонентами базових стандартів ISO 19100 для галузевих груп експертів, відповідальних за розроблення специфікацій на виробництво й постачання тематичних наборів даних для своїх галузевих потреб та потреб інших користувачів національної інфраструктури геопросторових даних.

Для національних експертів та науковців, залучених до стандартизації географічної інформації, важливими є також інфраструктурні стандарти: ISO 19101-1 «Еталонна модель – Основи»; ISO/TS 19101-2 «Еталона модель – Зображення»; ISO/TS 19103 «Мова концептуальних схем»; ISO 19105 «Відповідність і тестування»; ISO 19106 «Профілі»; ISO 19135 «Процедури для елементів реєстрації». Залежно від умов конкретної країни ці стандарти приймають методом підтвердження або методом повного перекладу.

Для спільноти розробників програмного забезпечення й адміністраторів даних та геопорталів корисним є знання реалізаційних стандартів (зокрема, ISO 19136 Мова географічної розмітки GML та ISO/TS 19139 Метадані – XML-схема реалізації), а також реалізаційних стандартів відкритого геопросторового консорціуму, насамперед це OGC SFA: Доступ до простих геопросторових об'єктів та специфікації геоінформаційних сервісів.

Реалізацію описаного підходу до проєктів національних і регіональних ІГД можна спостерігати в таких країнах і міжнародних проєктах, як США, Японія, Австралія і Нова Зеландія, інфраструктура країн ЄС INSPIRE, глобальна інфраструктура ГІГД тощо.

Аналогічний підхід до розроблення національного профілю геоінформаційних стандартів реалізовано також в Україні відповідно до програми українсько-японського проєкту «Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні» (2015 – 2018 рр.) за участі Японського Агентства міжнародного співробітництва (JICA) та Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру із залученням ТК 103.

4.3. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ПРОФІЛІВ

Повнота та велика кількість варіантів, доступних у стандартах ISO 19100, ускладнюють їх одночасне поєднання для розв'язання практичних завдань. Як свідчить досвід багатьох країн, зокрема розвиток інфраструктури країн ЄС INSPIRE, навіть для таких масштабних проєктів, як ІГД, потрібна лише підмножина стандартів ISO 19100. Концепція профілю є зручним засобом здійснення такого поєднання, певним чином механізмом використання стандартів комплексу ISO 19100 для розв'язання реальних прикладних задач. Ідея введення профілів для створення умов підвищення інтероперабельності між системами шляхом обмеження вибору полягає в тому, що користувачам і постачальникам системи або колективу розробників міжгалузевих проєктів простіше узгодити невеликий набір загальних стандартів, аніж розглядати всю множину вимог цих стандартів.

Стандарти ISO 19100 визначають два підходи до нормативного забезпечення певної прикладної задачі – профілі та прикладні схеми. У той час як профіль звужує функціональність, прикладна схема розширює її за межі певного стандарту для задоволення конкретних потреб. Відповідно прикладну схему розробляють у два етапи: 1) визначення профілю стандартів ISO 19100; 2) створення усіх додаткових компонентів прикладної задачі відповідно до ISO 19101 та ISO 19109.

За ISO 19101 профіль – це набір одного або більше базових стандартів та, у деяких випадках, окремих розділів, класів, підмножин, варіантів і параметрів тих базових стандартів, які потрібні для досягнення певної функціональності. Базовим стандартом є будь-який стандарт комплексу ISO 19100 або будь-який інший стандарт інформаційних технологій, який може бути використаний як джерело компонентів для формування профілю.

Базові стандарти визначають фундаментальні принципи та загальні процедури. За їх допомогою створюють інфраструктуру, яку можна використовувати у розв'язанні різноманітних прикладних задач, кожна з яких являє собою набір із запропонованих варіантів. Профіль визначає, як базові стандарти слід використовувати разом для розв'язання прикладної задачі, пояснює деталі використання, наскільки це потрібно. Згідно з ISO 19106 за рівнем відповідності розрізняють два типи профілів:

– *рівень відповідності «1»* позначає профіль, який складається лише з елементів комплексу стандартів ISO 19100 та, можливо, інших стандартів ISO;

– *рівень відповідності «2»* визначає профілі, у яких об'єднано елементи не-ISO-стандартів з елементами зі стандартів ISO.

Профіль може бути простим, якщо він ґрунтується на елементах (модулях) одного з базових стандартів (рис. 4.3, *а*), або комплексним, якщо його утворено на основі кількох базових стандартів (рис. 4.3, *б*). У будь-якому разі профіль повинен містити: 1) елементи базових стандартів, що визначені в них як обов'язкові; 2) підмножину визначених в базових стандартах опціональних / рекомендованих елементів за потреби; 3) розширення, визначені користувачем. У базових стандартах зазвичай визначають правила розроблення таких розширень, якщо вони допускаються стандартом. На рис. 4.3 зображено узагальнену схему розроблення та реєстрації профілів. Наголосимо, що для реєстрації профілю як міжнародного він має пройти процедуру, передбачену для міжнародних стандартів.



Рис. 4.3. Типи профілів та схема їх розроблення і реєстрації:
а – простий профіль; *б* – комплексний профіль; *в* – схема розроблення та реєстрації профілів

ISO 19106 є процедурним стандартом, який визначає принципи складання профілів стандартів в комплексі ISO 19100, можливо, у комбінації з одним або кількома іншими базовими стандартами інформаційних технологій, містить рекомендації щодо створення профілів, визначає класифікаційну схему та механізм і процедури їх реєстрації. ISO 19106 також запроваджує концепцію модульності, яка була застосована в базових стандартах ISO 19100 з метою ефективного використання їх компонентів для побудови профілів.

За ISO 19101 модулем є наперед визначений набір елементів у базовому стандарті, який може бути використаний для створення профілю. Ці наперед визначені набори елементів описано в комплексі базових стандартів для обмеження кількості можливих комбінацій компонентів та реалізацій правил комплексу стандартів ISO 19100. Звичайно модулі формують найнижчий рівень ступеня деталізації, з якого можна обирати елементи для профілю.

В ISO 19106 описано механізми та процедури для міжнародної, національної та приватної реєстрації профілів. Профіль, зареєстрований відповідно до процедури реєстрації ISO, стає міжнародним стандартизованим профілем (*ISP – International Standardized Profile*). Національні стандарти, визначені як профілі базових стандартів ISO, можуть бути зареєстровані на національному рівні. Реєстрація на приватному або виробничому рівнях дасть компаніям змогу розробляти продукцію за власними стандартами, відповідними базовим стандартам ISO, міжнародним стандартизованим або національним профілям.

4.4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗШИРЕННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОФІЛІВ МЕТАДАНИХ

Розширення метаданих, визначених стандартом ISO 19115, та створення на його основі профілів метаданих – найпоширеніше завдання в практиці застосування стандартів комплексу ISO 19100. Це пояснюється тим, що в ISO 19115 визначено понад 400 елементів метаданих, з яких далеко не всі потрібні для певної предметної сфери; проте національні експерти можуть потребувати додаткових елементів метаданих для докладнішого опису даних або для відображення певних національних особливостей виробництва та постачання даних.

Правила розширення метаданих і розроблення профілів метаданих визначені в нормативному додатку В до ISO 19115. Для вирішення першого завдання стандартом передбачено типи допустимих розширень, що стосуються додавання нових компонентів метаданих (пакета, класу, елемента, домену значень) або зміни/доповнення наявних доменів значень елементів чи підвищення статусу обов'язковості елементів метаданих.

Розширенню метаданих має передувати ретельний огляд уже наявних у стандарті, щоб упевнитися, що відповідних елементів метаданих немає поміж стандартних. Для кожного розширеного пакета метаданих, класу та/або елемента повинні бути визначені ім'я, визначення, статус, умови, максимальне входження, тип даних і значення домену. Відношення між елементами мають бути визначені, для того щоби структура і схеми могли бути описані. Розширення не повинне містити нічого, що явно не дозволене стандартом.

ISO 19115-1 визначає два рівні метаданих – основні, або мінімально потрібні, компоненти метаданих (див. табл. 4.1) і повний перелік метаданих, що називаються також всеохопними елементами метаданих (*comprehensive metadata elements*). Мінімально потрібні компоненти застосовні до будь-якого набору даних та, як правило, підтримуються усіма сервісами каталогів метаданих. Зважаючи на це, ISO 19115-1 визначає, що будь-який профіль метаданих повинен обов'язково містити ці мінімально потрібні компоненти разом з обраною для профілю підмножиною елементів повного переліку метаданих та/або з можливими розширеннями метаданих. На рис. 4.4 зображено схему профілю, відповідного цим вимогам. Якщо профіль містить розширені метадані, вони повинні бути визначені за правилами розширення метаданих.



Рис. 4.4. Схема профілю метаданих за ISO 19115-1

В ISO 19115-1 визначено такі правила створення профілів метаданих:

1) перед тим як створити профіль, потрібно перевірити всі зареєстровані профілі;

2) у профілі мають бути дотримані правила визначення розширення;

3) у профілі не можна змінювати назву, визначення або типи даних елементів метаданих;

4) профіль охоплює:

– усі обов'язкові елементи метаданих у всіх обов'язкових розділах;

– усі умовні елементи метаданих усіх обов'язкових розділів, якщо ресурс задовольняє умову потрібного елемента метаданих;

– усі обов'язкові елементи метаданих усіх умовних розділів, якщо ресурс задовольняє умову потрібного розділу;

– усі умовні елементи метаданих усіх умовних розділів, якщо ресурс задовольняє умову потрібного елемента метаданих та розділу;

5) відношення, як це передбачено в моделях, повинні бути визначені в UML так, щоб могли бути визначені структура і схема;

6) профіль повинен бути доступний кожному отримувачу метаданих, створених відповідно до цього профілю.

4.5. СТАНДАРТИЗАЦІЯ В ІНФРАСТРУКТУРІ INSPIRE

Як відомо, інфраструктура просторової інформації Європейського співтовариства (INSPIRE), офіційно започаткована Директивою Європейського Союзу від 14 березня 2007 року, зобов'язує всіх членів ЄС створити в мережі Інтернет інфраструктуру просторових даних, яка сприяла б стандартизованому обміну географічною інформацією. У Директиві зазначено, що ініціатива спрямована *«на створення інфраструктури для просторової інформації в Європейському співтоваристві (...) для цілей екологічної політики і політики або діяльності Співтовариства, які можуть вплинути на навколишнє середовище»* [EU, 2007]. На виконання Директиви INSPIRE у всіх країнах ЄС були ухвалені національні законодавчі документи з питань інфраструктури.

INSPIRE регулює як технічні, так й інші питання, починаючи від стандартів, організаційних та процедурних питань і політики в галузі інформаційних технологій і закінчуючи створенням і підтриманням систем надання електронних послуг. Правові основи ініціативи дають змогу перетворити національні інфраструктури просторових даних держав-членів на сумісні та придатні для широкого використання в транскордонному контексті.

В основу INSPIRE покладено такі принципи [Тончанська, 2012]:

- дані слід збирати тільки один раз і зберігати там, де це можна робити найбільш рентабельним способом;
- цілісні блоки просторової інформації з різних джерел у Європі слід об'єднувати, надавати їх широкому колу користувачів для використання в різних застосунках;
- інформацію, зібрану на одному рівні / одного масштабу, слід поширювати на всіх рівнях /у всіх масштабах: деталізовану – для поглиблених досліджень, а в генералізованому вигляді – для стратегічних цілей;
- географічна інформація, потрібна для ефективного управління на всіх рівнях, повинна бути доступна в готовому і прозорому для використання вигляді;
- слід забезпечити доступність географічної інформації, так само як і рекомендацій щодо того, як вона може бути відповідною

конкретним потребам і на яких умовах її можна отримати і використовувати.

Для досягнення цілей INSPIRE визначено потребу в розробленні та впровадженні єдиних «Правил реалізації» в таких п'яти сферах: *метадані, специфікації даних, мережеві сервіси, загальний доступ до даних і сервісів; моніторинг та звітність.*

«Правила реалізації» – це сукупність регламентів Комісії ЄС і технічних документів (керівних вказівок та моделей, специфікацій для тематичних просторових даних, метаданих і сервісів), які є юридично обов'язковими для держав-членів, що забезпечують підготовку й доступ до наборів даних, визначених в Директиві INSPIRE. Регламенти Комісії ЄС і технічні документи визначають, відповідно, «що» і «як» потрібно зробити для досягнення інтеперабельності в INSPIRE.

Як зазначено в п. 4.2, розроблення правил INSPIRE здійснювалося на основі міжнародних стандартів комплексу ISO 19100, зважаючи на такі аспекти: Директивою визначено важливу роль міжнародних стандартів у досягненні інтеперабельності; більшість стандартів ISO 19100 підтверджено технічним комітетом CEN / TC 287 як європейські стандарти; стандарти ISO 19100 охоплюють широке коло проблем у сфері геопросторових даних та геоінформаційних сервісів; стандарти визнано геоінформаційною спільнотою та виробничим сектором і впроваджуються в багатьох країнах світу. Проте експерти робочих груп з розроблення «Правил реалізації» звертають увагу на такі проблеми імплементації стандартів ISO 19100 в проєкті INSPIRE:

- стандарти ISO 19100 ще не підтверджені в усіх країнах ЄС як національні стандарти,
- вони є «всеосяжними», складними та надлишковими в контексті завдань проєкту INSPIRE;
- поширення стандартів ISO 19100 відбувається на платній основі, що ускладнює дотримання принципу відкритості й широкої доступності «Правил реалізації».

У зв'язку з цим було ухвалене рішення про розроблення набору керівних вказівок щодо імплементації деяких окремих положень стандартів комплексу ISO 19100 в проєктах специфікацій просторових даних INSPIRE. Разом з цим в [INSPIRE: D2.5] наголошується: *«Оскільки концептуальна основа моделювання INSPIRE ґрунтується на*

міжнародних стандартах комплексу ISO 19100, глибокі знання про цей комплекс потрібні в кожній команді, яка розробляє специфікації даних INSPIRE».

На рис. 4.5 зображено основні складові технічних документів INSPIRE з їх узагальненими зв'язками (ролями).



Рис. 4.5. Загальна схема організації нормативів на інформаційні ресурси і сервіси INSPIRE (адаптовано з INSPIRE: D2.5)

Набір керівних вказівок на рис. 4.5 об'єднано в групу «Основа для розроблення специфікацій даних» (*Data specification development framework*), яка містить такі документи:

D2.3: *Визначення тем додатків і сфери застосування* (*Definition of Annex Themes and Scope*) містить докладний опис тем просторових даних пакетів, зазначених в додатках I, II та III до Директиви, і, таким чином, чітко визначає відповідну точку для тематичних аспектів розроблення специфікацій даних.

D2.5: *Загальна концептуальна модель* (*Generic Conceptual Mode*) на основі ISO 19109 визначає елементи, потрібні для досягнення інтероперабельності та гармонізації даних, зокрема 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, зокрема розроблення сценаріїв використання, розроблення початкової специфікації й 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 надійного обміну даними між системами постачальників даних в INSPIRE. Навіть якщо не йдеться про обов'язкове правило кодування, D2.7 встановлює GML (ISO 19136) як кодування за замовчуванням для INSPIRE.

D2.9: *Керівні вказівки з використання стандартів щодо спостережень і вимірювань та веб-доступних сенсорів під час розроблення специфікації даних додатків II і III INSPIRE (Guidelines for the use of Observations & Measurements and Sensor Web Enablement-related standards in INSPIRE Annex II and III data specification development)* містить рекомендації щодо використання ISO 19156 у розробленні INSPIRE специфікацій для просторових даних.

D2.10.X: *INSPIRE специфікації даних – Базові моделі (INSPIRE Data Specifications – Base Models)* – це набір з трьох документів, які визначають моделі даних для специфікацій різних видів просторових даних, а саме: об'єкти мереж в лінійних системах відліку на основі ISO 19148; типи покриттів на основі ISO 19123; базові моделі об'єктів функціональних комплексів (наприклад, сільське господарство, виробничі і промислові об'єкти, комунальні та соціальні послуги).

INSPIRE специфікації для просторових даних розроблено у вигляді окремих документів для кожної з 34 тем просторових даних, визначених у додатках до Директиви (табл. 4.2).

За структурою специфікації INSPIRE для просторових даних цілком відповідні стандарту ISO 19131 – Специфікація дата-продукту (див. рис. 4.5). Вони містять концептуальні моделі, прикладні схеми, каталоги типів просторових об'єктів та їх атрибутів, вимоги до

метаданих і якості даних, вимоги до картографічного зображення даних та інші вимоги до просторових даних з використанням природної мови і мови UML. Склад об'єктів наборів тематичних даних INSPIRE та їх атрибутів із загальними списками кодування затверджено як регламенти Комісії ЄС, що надає їм статусу юридично обов'язкових для всіх країн-членів Європейського Союзу. Усі регламенти, керівні вказівки та специфікації INSPIRE розміщено для відкритого доступу на сайті <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm>.

У регламентах Комісії ЄС визначено класи мережевих сервісів (виявлення, перегляду, завантаження та перетворення даних), вимоги до якості серверів та елементів метаданих для узгодженого механізму посилань на мережеві сервіси INSPIRE. В технічних вказівках визначено вимоги до реалізації сервісів INSPIRE на основі відповідних стандартів ISO 19100 та специфікацій консорціуму OGC і W3C.

Таблиця 4.2

Специфікації для просторових даних за темами, визначеними в додатках до Директиви

Специфікації для додатка I		Специфікації для додатка II
D2.8.I.1: Системи координат	D2.8.I.5: Адреси	D2.8.II.1: Рельєф
D2.8.I.2: Регулярні географічні сітки	D2.8.I.6: Земельні ділянки	D2.8.II.2: Земельне покриття
	D2.8.I.7: Транспортні мережі	
D2.8.I.3: Географічні назви	D2.8.I.8: Гідрографія	D2.8.II.3: Ортозображення
D2.8.I.4: Адміністративні одиниці	D2.8.I.9: Території, що охороняються	D2.8.II.4: Геологія
Специфікації для додатка III		
D2.8.III.1: Статистичні одиниці	D2.8.III.8: Виробничі і промислові споруди	D2.8.III.15: Океанографічні об'єкти
D2.8.III.2: Будівлі (будівлі та споруди)	D2.8.III.9: Об'єкти сільськогосподарства і аквакультури	D2.8.III.16: Морські регіони
D2.8.III.3: Ґрунти	D2.8.III.10: Демографія	D2.8.III.17: Біогеографічне районування

D2.8.III.4: Використання земель	D2.8.III.11: Управління територіями, обмеження та зони регулювання	D2.8.III.18: Середовище існування та біотопи
D2.8.III.5: Охорона здоров'я та безпека середовища проживання	D2.8.III.12: Зони природних ризиків	D2.8.III.19: Біологічне різноманіття
D2.8.III.6: Комунальне господарство і соціальні служби	D2.8.III.13: Атмосферні умови	D2.8.III.20: Енергетичні ресурси
D2.8.III.7: Екологічний моніторинг	D2.8.III.14: Метеорологія	D2.8.III.21: Мінеральні ресурси

Аналогічний підхід реалізовано і для інших компонентів правил INSPIRE. 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 просторових даних і сервісів, а також кодування елементів INSPIRE метаданих за ISO/TS 19139.

Звернімо увагу на базу даних **зведених реєстрів** інформаційних ресурсів INSPIRE-специфікацій (рис. 4.6). Зведений реєстр моделей, словник понять просторових об'єктів і глосарій підтримується для забезпечення процесу розроблення специфікацій і потенційної можливості подальшого повторного використання елементів специфікацій. Зведена модель складається з узгоджених UML-моделей з відповідних стандартів комплексу ISO 19100, загальної концептуальної моделі INSPIRE та прикладних схем, розроблених для кожної теми просторових даних. Багатомовний INSPIRE-словник понять просторових об'єктів містить визначення та опис тем просторових даних і типів просторових об'єктів, неведених в специфікаціях INSPIRE.

Глосарій визначає всі терміни (крім типів просторових об'єктів), потрібні для розуміння документації INSPIRE, зокрема термінологію інших компонентів (метаданих, мережних сервісів, доступу до даних і моніторинг).

На завершення огляду стандартів INSPIRE підсумуємо отримані результати та значення цього проєкту для розвитку національних ІГД.

Схвалена ЄС Директива INSPIRE про створення європейської ІГД та скоординована діяльність з її реалізації в усіх країнах ЄС є унікальним прикладом системного підходу до створення об'єднаної інфраструктури регіонального рівня. В кожній країні ЄС можуть бути організаційні або технологічні особливості реалізації національної ІГД, але усі національні інфраструктури інтегруються на основі єдиного законодавчого і методичного базису – Директиви INSPIRE і «Правил реалізації» як комплексу технічних регламентів і стандартів на метадані, просторові дані та геоінформаційні сервіси.

Стандарти INSPIRE охоплюють широкий спектр тематичних наборів даних та геоінформаційних серверів, розроблених на основі міжнародних стандартів комплексу ISO 19100, є відкритими і практично повністю застосовні (після адаптації) для створення національної ІГД в будь-якій країні.

Відкритість стандартів INSPIRE та потреба в їх масштабному практичному застосуванні в усіх країнах ЄС стала каталізатором розвитку програмних засобів, орієнтованих на підтримку створення й використання баз наборів геопросторових даних за специфікаціями INSPIRE. Передусім це комплексне рішення «ArcGIS для INSPIRE», компоненти якого потрібні для підготовки гармонізованих просторових даних на основі сервісів відповідно до специфікації INSPIRE та підтримують механізми для зберігання і передавання трансформованих даних за допомогою сервісів INSPIRE View та INSPIRE Download Services. Найістотнішим елементом «ArcGIS для INSPIRE» є шаблони бази геоданих, що містять готові схеми бази даних за моделями прикладних схем INSPIRE для всіх наборів тематичних даних додатка I та для деяких тем додатків II/III Директиви, що дає змогу вводити просторові дані, підготовлені за специфікаціями INSPIRE, в бази геоданих ArcGIS, виконувати перетворення для доступу, перегляду й використання даних за допомогою сервісів з інтерфейсами за специфікаціями INSPIRE. Крім того, «ArcGIS для INSPIRE» підтримує

підготовку й опрацювання метаданих, відповідних профілю INSPIRE метаданих на основі ISO 19115, ISO 19119. Докладнішу інформацію про «ArcGIS для INSPIRE» можна знайти на сайті <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-inspire>.

За програмою INSPIRE створено геопортал <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/> для доступу до наборів геопросторових даних Європи та мережі геопорталів країн-членів ЄС.

Наявність чітких стандартів та виконання програми INSPIRE сприяла реалізації низки проєктів з підготовки, перетворення й використання геопросторових даних за специфікаціями INSPIRE. Найвідоміший поміж них проєкт – *Європейська локаційна мережа (European Location Framework, ELF)*, започаткований під егідою консорціуму EuroGeographics, в який входять 52 організації (картографічні та кадастрові служби) з 43 країн Європи. Метою проєкту ELF є створення платформи для надійного забезпечення доступу європейської громадськості і приватного сектору до сучасної авторитетної INSPIRE – сумісної географічної інформації [<http://www.elfproject.eu/content/overview>].

Одним з першочергових завдань проєкту ELF було створення інфраструктурної платформи для базових геопросторових даних. Ця платформа потрібна для узгодження наборів базових геопросторових даних (НБГД), які виробляють національні картографічні і кадастрові агентства (*National Mapping and Cadastral Authorities, NMCA*), передусім NMCA-члени консорціуму EuroGeographics. Засоби ELF-платформи використовують для зведення даних до вимог специфікацій INSPIRE та кроскордонного узгодження топології з метою надання даних як офіційних базових геопросторових даних для використання і подальшого інтегрування НБГД з даними інших прикладних галузей на основі географічних посилань з використанням спільних ідентифікаторів просторових об'єктів.

НБГД охоплюють дані за тематикою додатка I Директиви. На вимогу європейських користувачів можливим є розширення НБГД додатковими класами об'єктів, що містяться в додатках II та III. Для зв'язку ELF-даних з іншими європейськими наборами даних в НБГД використано такі ідентифікатори: INSPIRE-унікальні ідентифікатори, офіційні коди адміністративних одиниць, європейські статистичні коди регіонів, міжнародні гідрографічні ідентифікатори, національні та

європейські номери доріг, UIC-коди залізниць, ICAO- і IATA-коди аеропортів, портів тощо.

ELF Платформа (рис. 4.6) лежить в основі технічної архітектури Європейської локаційної мережі. Вона містить набори даних, наданих національними картографічними і кадастровими агентствами (*National Mapping and Cadastral Authorities, NMCA*), і здатна в майбутньому охопити дані й інших постачальників. За допомогою ELF ГІС-засобів (*ELF Geo-tools for Reference Data*) набори даних *NMCA* можуть бути підготовлені відповідно до ELF технічних специфікацій на просторові дані. ELF ГІС-засоби забезпечують: перетворення (координат і моделей), редагування, генералізацію, топологічну узгодженість (зокрема крос-кордонну), візуалізацію, аналіз якості та поліпшення даних і сервісне тестування.

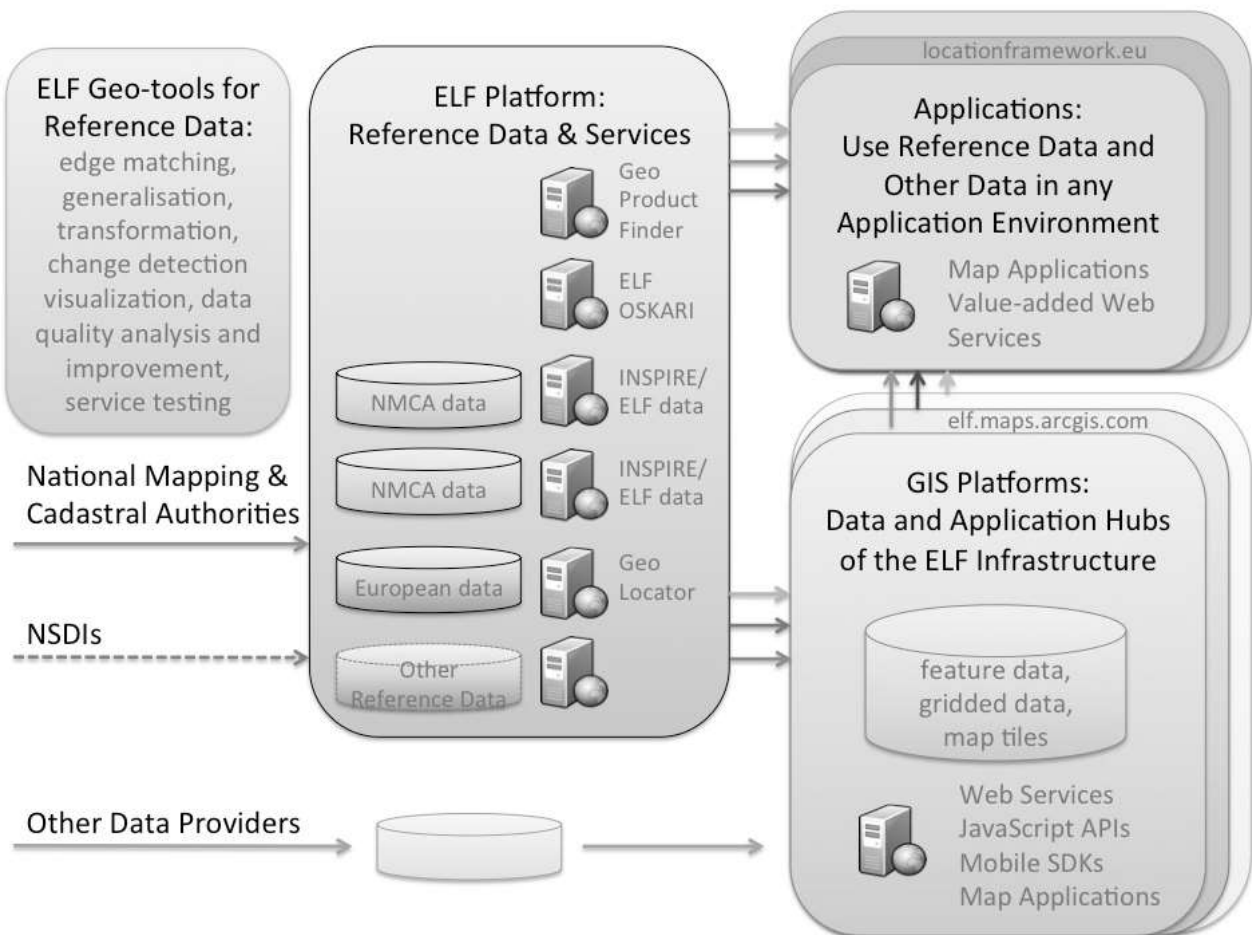


Рис. 4.6. Узагальнена модель ELF-платформа
(джерело: <http://www.elfproject.eu/documentation>)

ELF-платформа підтримує інтерфейси INSPIRE-сервісів для перегляду і завантаження даних, а також інтерфейси інших сервісів для користувачів платформи. Під користувачами слід розуміти кінцевих користувачів, розробників додатків із застосуванням ELF-сервісів і даних, а також розробників, які надають дані в мережу ELF на інших платформах.

Для підтримки розробників прикладних програм, оснований на інших поширених ГІС-платформах, ELF-проект націлений на надання своїх даних і доступу до них з інших платформ з великим потенціалом для повторного використання даних в прикладних програмах. Ці платформи, які називають ELF-спорідненими платформами, мають важливе значення для широкого використання ELF-мережі. ELF-споріднені платформи стануть хабами для ELF-даних. ArcGIS Online підтримується як ELF-споріднена платформа.

Специфікації ELF в цілому є розширеннями INSPIRE-технічних керівних вказівок для наборів даних і сервісів, що реалізовані в ELF. Специфікації ELF-даних спрямовані на сприяння сумісності топографічних, адміністративних і кадастрових просторових даних відповідно до вимог, встановлених в директиві INSPIRE, з дотриманням правил реалізації INSPIRE та інших вимог користувачів на європейському і глобальному рівнях. Таким чином, їх розуміють як концептуальну модель даних для створення гармонізованих крос-кордонних, міждисциплінарних базових просторових даних загальноєвропейського охоплення на основі даних національних картографічних і кадастрових агентств на різних рівнях деталізації (*Level of Detail, LoD*) (див. табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Рівні деталізації просторових даних за специфікаціями ELF

Рівень LoD	Діапазон масштабів карт	Масштаби зображень у веб-сервісах
Master LoD 0	більш як 1:5 000	1К, 2К, 4К
Master LoD 1	1:5 000 – 1:25 000	4К, 9К, 18К
Master LoD 2	1:25 000 – 1:100 000	36К, 72К
Regional	1:100 000 – 1:500 000	72К, 144К, 288К
Global	менш як 1:500 000	576К, 1М, 2М

Специфікації визначають інформацію, яка перебуває у сфері компетенції NMCA і для яких європейське охоплення становить інтерес. Специфікація ELF-даних встановлює обов'язковість виконання вимог INSPIRE на кроскордонному і європейському рівнях на практиці та утворюють «NMCA профіль для INSPIRE». Специфікації даних є важливою складовою проєкту ELF для досягнення скоординованого підходу до гармонізації даних і сервісів NMCA в питаннях змісту, просторового розрізнення і якості даних.

Коли дані від постачальника приймають до ELF-бази даних, то відповідність даних специфікаціям ELF гарантує рівень INSPIRE-сумісності даних. ELF-специфікації даних утворюють основу для визначення орієнтованих на користувачів транскордонних і загальноєвропейських сервісів даних і продуктів, наприклад, ELF Cadastre, ELF Geocator і ELF Basemap.

Відповідність даних специфікаціям ELF сприятиме агрегації даних економічно ефективним і дієвим чином в межах скоординованої програми виробництва і технічного обслуговування продуктів членами консорціуму EuroGeographics та іншими користувачами ELF-мережі. ELF-специфікації у відкритому доступі розміщено на сайті проєкту: <http://elfproject.eu/documentation/specification>.

Контрольні запитання

1. Що собою являє директива INSPIRE? Наведіть її основні принципи.
2. Що називають «правилами реалізації»?
3. Назвіть основні теми INSPIRE.
4. Що розуміють під ELF-специфікаціями?
5. Назвіть рівні деталізації ELF-специфікацій.

5. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ДСТУ ISO 19101:2009 «ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ»

Усебічна стандартизація обов'язково потребує наявності еталонної моделі для втілення комплексного і послідовного підходу. Стандарт є керівництвом до структурування геоінформаційних стандартів для можливості універсального використання цифрової географічної інформації. Еталонна модель встановлює загальні вимоги до стандартизації та фундаментальні принципи розроблення й використання стандартів у сфері географічної інформації. В описі цих вимог та принципів еталонна модель забезпечує таке бачення стандартизації, в межах якої географічна інформація може бути інтегрована з наявними та перспективними цифровими інформаційними технологіями і прикладними задачами. Національний стандарт ДСТУ ISO 19101:2009 «Географічна інформація. Еталонна модель» призначений для спеціалістів з системного аналізу, програмістів та розробників геоінформаційних стандартів для розуміння основних принципів та загальних вимог до стандартизації географічної інформації.

Використовуючи цифрову інформацію в межах традиційних прикладних програм, користувачі інформаційних технологій дедалі більше переконуються, що впорядкування за місцеположенням – це фундаментальний шлях організації та використання цифрових даних. Все частіше цифровим даним, одержаним з різних джерел і різними методами збирання геопросторових даних, надають просторову прив'язку для використання в різних прикладних сферах. Отже, зростає потреба у стандартизації географічної інформації та сервісів її оброблення.

Національний стандарт ДСТУ ISO 19101:2009 «Географічна інформація. Еталонна модель» встановлює загальний підхід до структурування стандартів географічної інформації в комплексі ISO 19100. Еталонна модель використовує поняття, які застосовують у підході до середовища відкритих систем (OSE) ISO/IES для визначення вимог стандартизації, наведених в ISO/IES TR 14252, еталонній моделі відкритої розподіленої обробки (ODP) IEC, ISO/IEC 10746-1 та інших відповідних стандартах ISO і технічних звітах.

Цей концептуальний стандарт встановлює структуру стандартизації у сфері географічної інформації та основні принципи виконання стандартизації.

5.1. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ

Основними складовими еталонної моделі є такі: концептуальне моделювання, доменна еталонна модель, архітектурна еталонна модель та профілі. Ці розділи належать до основних груп серії стандартів географічної інформації ISO 19100.

Концептуальне моделювання є критично важливим для визначення серії стандартів географічної інформації ISO 19100. Застосовують його для строгого опису географічної інформації, визначення сервісів перетворення та обміну географічною інформацією, опису географічної інформації, геоінформаційних сервісів у профілях та функціональних специфікаціях, які деталізують стандарти серії для специфічних цілей. Послідовне застосування концептуального моделювання потрібне для досягнення узгодженості стандартів серії ISO 19100 з еталонною моделлю та між собою. Підхід до концептуального моделювання в серії ISO 19100 ґрунтується на еталонній моделі відкритої розподіленої обробки (ODP) за ISO / IEC 10746-1 та на принципах, описаних у засобах моделювання концептуальних схем (CSMF) за ISO/IEC 14481.

Керівними для концептуального моделювання та розроблення концептуальних схем у серії стандартів ISO 19100 є загальні принципи концептуального моделювання за ISO/IEC 14481, зокрема:

- *принцип 100 %* означає, що в концептуальній схемі повинні бути описані всі (100 %) відповідні структурні правила та правила поведінки, що стосуються предметної сфери. Отже, концептуальна схема визначає предметну сферу;

- *принцип концептуалізації* згідно з ISO/TK 9007 означає, що концептуальна схема повинна охоплювати тільки ті структурні аспекти та аспекти поведінки, які стосуються предметної сфери. Слід вилучити всі аспекти фізичного зовнішнього або внутрішнього відображення даних. Це потребує створення концептуальної схеми, що не залежить від технологій фізичної реалізації та платформ;

– *Гельсінський принцип* означає, що будь-який обмін усними або письмовими формулюваннями повинен ґрунтуватися на узгоджених семантичних та синтаксичних правилах. Усі твердження в концептуальній схемі потрібно формулювати та інтерпретувати відповідно до узгодженого набору правил. Мови концептуальних схем, наведені в п. 7.4 національного стандарту ДСТУ ISO 19101, мають становити основу семантичних і синтаксичних правил подання географічної інформації в концептуальних схемах, розроблених як частина серії стандартів ISO 19100. В ISO/TS 19103 та ISO 19109 описано використання мови концептуальних схем з метою створення прикладних схем для географічних прикладних задач;

– *принцип застосування синтаксису конкретної мови концептуальних схем* означає, що для відображення інформації в концептуальній схемі необхідно користуватися формально визначеним синтаксисом мови концептуальних схем. У п. 7.4 національного стандарту ДСТУ ISO 19101 розглянуто мови концептуальних схем, використовуваних у серії стандартів ISO 19100;

– *принцип самоопису* означає, що нормативні елементи, визначені в міжнародному стандарті, а в розглядуваному випадку в серії ISO 19100 та в профілях серії ISO 19100, мають бути придатні до самоопису.

Концептуальне моделювання – це процес створення абстрактного опису певної частини реального світу та/чи набору пов'язаних понять. Наприклад, частину модельованого реального світу може становити набір об'єктів, таких як водотоки, озера чи острови. Набором пов'язаних понять, використовуваних для опису форми цих об'єктів, може бути набір геометричних конструкцій, таких як точки, лінії та поверхні. Абстрактний опис об'єктів реального світу називається концептуальною моделлю. Концептуальні моделі можуть бути тільки в пам'яті людей, які в усній і часто у нечіткій формі повідомляють про них іншим людям. Їх можна також записати та зберігати для подальшого поширення. Мова концептуальних схем містить семантичні та синтаксичні елементи, які застосовують для формалізованого опису концептуальної моделі у послідовності передавання змісту.

Опис концептуальної моделі за допомогою мови концептуальних схем називається концептуальною схемою. Оскільки мова

концептуальних схем зумовлює уніфікований метод та формат опису інформації, то читати й редагувати отримувану в результаті концептуальну схему можуть як комп'ютерні системи, так і люди. Отже, застосування специфічної мови для розроблення концептуальних схем є фундаментальним питанням стандартизації географічної інформації. У серії стандартів географічної інформації ISO 19100 концептуальне моделювання має дві мети:

1) точне визначення географічної інформації та геоінформаційних сервісів;

2) стандартизація визначень географічної інформації та геоінформаційних сервісів, від яких залежить інтероперабельність програмних систем у розподілених обчислювальних середовищах.

Для досягнення другої мети стандартизовані схеми стандартів серії ISO 19100 повинні стати основою отримання узгоджених схем взаємодії геоінформаційних сервісів та програмних систем. Процес досягнення узгодженості схем називається інтеграцією моделей.

5.2. ДОМЕННА ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ

Доменна еталонна модель потрібна для високорівневого подання та опису структури й змісту географічної інформації. Ця модель описує предметну сферу серії стандартів географічної інформації ISO 19100 та визначає головні аспекти географічної інформації, що підлягають стандартизації. Доменна еталонна модель охоплює як інформаційний, так й обчислювальний підходи, здебільшого ті стандарти серії ISO 19100, які регламентують:

– структуру географічної інформації в моделях даних й у визначеннях операцій;

– адміністрування географічної інформації.

Загальна об'єктна модель визначає метамодель для об'єктів та їх властивостей.

У доменній еталонній моделі використовують поняття структури системи словників інформаційних ресурсів (IRDS) з ISO/IEC 10027 (ДСТУ 3302-96), засобів моделювання концептуальних схем (CSMF) з ISO/IEC 14481 та застосовують поняття уніфікованої мови моделювання (UML) за специфікаціями ISO/IEC 19501-1.

Для точнішого визначення та розуміння доменну еталонну модель описують, використовуючи графічні позначення UML. Вона призначена для розробників стандартів географічної інформації, які будуть користуватися або розширювати серію стандартів ISO 19100, а також для тих, хто бажає поглибити знання про цю серію стандартів.

Високорівневе подання домену географічної інформації містить такі основні концепти: набір даних, прикладна схема, набір метаданих, геоінформаційні сервіси.

Набір даних містить:

1) об'єкти, зокрема атрибути об'єктів, об'єктні взаємозв'язки та операції об'єктів (визначені математичні операції для оброблення інформації про об'єкти);

2) просторові об'єкти, що дають змогу описувати просторові аспекти об'єктів або є комплексними структурами даних, які пов'язують значення атрибутів з індивідуальними положеннями у визначеному просторі за допомогою векторних моделей дискретних об'єктів і моделей географічних полів для відображення просторового розподілу значень;

3) описи положення просторових об'єктів у просторі та часі із застосуванням одиниць вимірювання у певній системі відліку.

Прикладна схема відображає семантичну структуру набору даних. Прикладна схема визначає також типи просторових об'єктів та системи відліку, потрібні для повного опису географічної інформації в наборі даних. Елементи якості даних та описові елементи якості даних також входять у прикладну схему.

Набір метаданих дає змогу користувачеві виконувати пошук, оцінювання, порівняння та замовлення географічних даних. Метадані описують адміністрування, організацію, вміст та якість географічної інформації в наборі даних. Набір метаданих може містити прикладну схему набору географічних даних або посилатися на неї. Крім того, він може містити або посилатися на каталог об'єктів, у який входять визначення понять, використовуваних в прикладній схемі. Структура набору метаданих стандартизована в схемі метаданих, що визначена в ISO 19115.

Геоінформаційні сервіси, реалізовані як комп'ютерні програми, працюють з географічною інформацією, що міститься в наборах даних. Ці сервіси використовують інформацію в наборі метаданих для

коректного виконання пошукових операцій, а також для операцій маніпулювання, наприклад, перетворення та інтерполювання. Сервіси забезпечують доступ до даних у мережевому середовищі, в якому набори даних зберігаються в системах керування розподіленими базами даних.

5.3. АРХІТЕКТУРНА ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ

Архітектурна еталонна модель (рис. 5.1) описує загальні типи сервісів, що забезпечуються комп'ютерними системами для роботи з географічною інформацією, та визначає інтерфейси, потрібні для взаємодії сервісів.

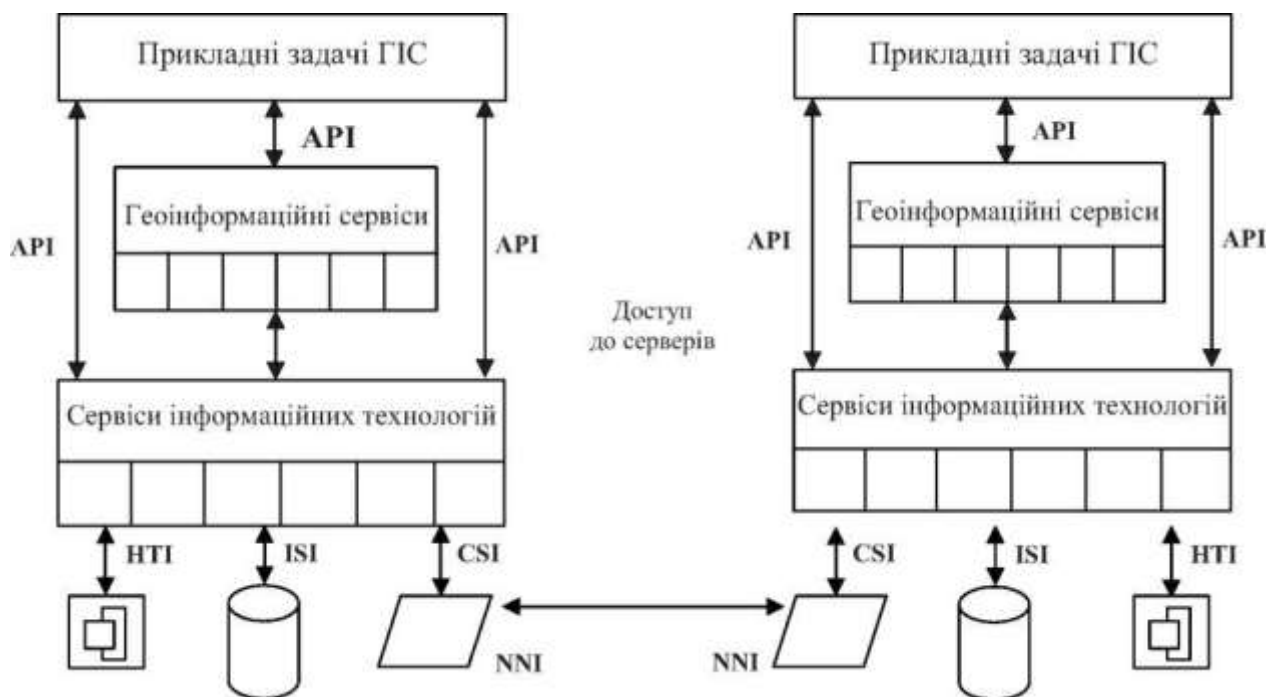


Рис. 5.1 Архітектурна еталонна модель [1]: API – інтерфейс прикладного програмування (Application Programming Interface); HTI – інтерфейс між користувачем та технологією (Human Technology Intergace); ISI – інтерфейс інформаційних сервісів (Information Service Interface); CSI – інтерфейс комунікаційних сервісів (Communication Services Interface); NNI – міжмережвий інтерфейс (Network to Network Interface)

Архітектурна еталонна модель у визначенні вимог стандартизації ґрунтується на концепціях середовища відкритих систем (OSE), описаного в ISO/IEC ТК 14252, та еталонної моделі відкритої розподіленої обробки (ODP), описаної в ISO/IEC 10746-1. Розширення

структури загальної еталонної моделі середовища відкритих систем для географічної інформації має два ключові аспекти:

- виділення геоінформаційних сервісів із загальної сукупності сервісів інформаційних технологій визначає специфічні можливості щодо маніпулювання, перетворення, зберігання та обміну географічною інформацією;

- інтерфейси сервісів забезпечують доступ до геоінформаційних сервісів, а також обмін даними між сервісами та їх користувачами, пристроями збереження інформації та мережами.

Архітектурна еталонна модель визначає загальні типи інтерфейсів, що використовуються геоінформаційними сервісами, та метод встановлення вимог до стандартизації цих інтерфейсів. Мета методу – скерувати стандартизацію географічної інформації для реалізації інтероперабельності географічних інформаційних систем у розподілених обчислювальних середовищах.

Визначення інтерфейсів сервісів дає різним користувачам змогу в процесі розв'язання прикладних задач з різними рівнями функціональності здійснювати доступ та використовувати географічну інформацію. Для реалізації спеціалізованих сервісів і надалі розроблятимуть окремі продукти, проте інтерфейси до цих сервісів будуть стандартизовані. Розробники географічних інформаційних систем та програмного забезпечення будуть користуватися цими стандартизованими інтерфейсами для визначення та реалізації геоінформаційних сервісів.

5.3. СЕРВІСИ КЕРУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИМИ МОДЕЛЯМИ / ГЕОІНФОРМАЦІЄЮ

В архітектурній еталонній моделі визначено шість типів сервісів.

Сервіси керування геоінформаційними моделями/геоінформацією як спеціалізований клас сервісів призначений для керування географічною інформацією та її адміністрування, зокрема концептуальних схем і даних. Конкретні сервіси, які належать до цього класу, визначено в ISO 19119. Ці сервіси ґрунтуються на стандартах серії ISO 19100, які стандартизують структуру географічної інформації та процедури її адміністрування, зокрема стандарти ISO 19107, ISO 19108, ISO 19109, ISO 19110, ISO 19111, ISO 19112, ISO 19113, ISO 19114 та ISO 19115.

Прикладами таких сервісів є сервіс запитів й оновлень для доступу та маніпулювання географічною інформацією, а також сервіси каталогів для керування каталогами об'єктів.

Геоінформаційні сервіси взаємодії з користувачем – клас сервісів, що дає можливості керування інтерфейсом між людьми та географічними інформаційними системами. Цей клас охоплює графічне відображення об'єктів, описаних в ISO 19117.

Геоінформаційні сервіси керування інформаційними процесами/завданнями – спеціалізований клас, що стосується процесів виконання завдань, пов'язаних з географічною інформацією, й охоплює оброблення замовлень на придбання та продаж географічної інформації та послуг. Ці сервіси детальніше описано в ISO 19119.

Геоінформаційні комунікаційні сервіси – спеціалізований клас, що стосується передавання географічної інформації у комп'ютерних мережах. З вимогами до сервісів передавання та кодування можна ознайомитися в ISO 19118.

Геоінформаційні сервіси оброблення – спеціалізований клас, що стосується оброблення географічної інформації. В ISO 19116 наведено приклад сервісу оброблення. Серед інших прикладів – сервіси для перетворення координат, перетворення одиниць вимірювань та конвертації форматів.

Геоінформаційні сервіси системного керування – спеціалізований клас, орієнтований на керування системою з боку користувача та керування процесами. Ці сервіси докладно описано в ISO 19119.

Зазначено, що не кожен сервіс інформаційної технології повинен замінюватися або бути спеціалізованим з метою його використання для оброблення географічної інформації. Різні стандарти серії ISO 19100 вказують, чи належить сервіс до сервісів загальних інформаційних технологій, чи він спеціалізований для географічної інформації.

Профілі та функціональні стандарти об'єднують у комплексі ISO 19100 різні стандарти, конкретизують інформацію в цих стандартах для задоволення конкретних потреб. Профілі та функціональні стандарти полегшують розроблення географічних інформаційних і прикладних систем, що будуть застосовані для специфічних потреб.

Завершена еталонна модель має слугувати розумінню її зв'язку з іншими стандартами еталонних моделей ISO, що описують ключові моменти інформаційної технології, на яких ґрунтується серія ISO 19100.

Прийняття ДСТУ ISO 19101:2009 відкриває сучасний етап у розвитку національної системи стандартів у сфері географічної інформації, гармонізованої з серією міжнародних стандартів ISO 19100, основною метою яких є досягнення інтероперабельності – функціональної сумісності географічних інформаційних систем, зокрема здатності до взаємодії у розподілених обчислювальних середовищах. Інтероперабельність сприяє вільному використанню компонентів різних геоінформаційних систем без ризику для успішної роботи всієї системи.

6. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ДСТУ 8774:2018 «ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ПРАВИЛА МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ»

6.1. РОЛЬ СТАНДАРТУ В ПРОЦЕСІ СТВОРЕННЯ І РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ

Зростання ролі стандартизації та вдосконалення технічного регулювання у сфері географічної інформації характеризується значним розширенням галузей застосування геоінформаційних систем.

На сучасному етапі розвитку топографо-геодезичної та картографічної діяльності нагальним завданням є розбудова національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) з метою ефективної інтеграції геопросторових даних геоінформаційних систем різного призначення і територіального охоплення з використанням глобальних інформаційних мереж. Для вирішення цих завдань призначені міжнародні стандарти серії ISO 19100 «Географічна інформація / Геоматика», загальна кількість яких перевищує сто. Ці стандарти мають значний обсяг, і оскільки швидкість їх гармонізації поступається темпам, з якими розробляють або оновлюють стандарти серії ISO 19100, то актуальним завданням є створення національного профілю цих міжнародних стандартів, який містить мінімально потрібні елементи для задоволення потреб виробників та споживачів геоінформаційної продукції та послуг. Цей профіль складається з елементів для створення концептуальних схем і правил кодування

географічної інформації відповідно до базових міжнародних стандартів серії ISO 19100: ISO 19109:2015 Geographic information. Rules for application schema; ISO 19107:2003 Geographic information. Spatial schema; ISO 19108:2002 Geographic information. Temporal schema; ISO 19123:2005 Geographic information. Schema for coverage geometry and functions; ISO 19110:2016 Geographic information. Methodology for feature cataloguing; ISO 19112:2003 Geographic information. Spatial referencing by geographic identifiers; ISO 19118:2011 Geographic Information – Encoding. Для подання схем застосовують уніфіковану мову моделювання UML відповідно до стандарту ISO 19103:2015 Geographic information. Conceptual schema language.

За поданням Науково-дослідного інституту геодезії і картографії, який здійснює функції секретаріату Технічного комітету стандартизації ТК 103 «Географічна інформація / Геоматика», Державним підприємством «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») у 2018 році схвалено національний стандарт України ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних», який розроблено в результаті виконання спільного проєкту Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру і японського Агентства міжнародного співробітництва ЛІСА «Створення Національної інфраструктури геопросторових даних в Україні». Метою цього стандарту є встановлення загальних правил моделювання геопросторових даних та створення на цій основі умов для досягнення інтеперабельності геопросторових даних, що створюються та постачаються різними виробниками в середовищі НІГД. Крім того ДП «УкрНДНЦ» прийняв 14 національних стандартів, гармонізованих з міжнародними стандартами серії ISO 19100 «Географічна інформація / Геоматика», які і становлять інформаційне середовище ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних». У цьому стандарті для геоінформаційної сфери послідовно і комплексно запроваджується концепція модельно-керованої архітектури, зважаючи на те, що тривалість життя технічної реалізації інформаційної системи є коротшою, ніж термін придатності інформації, якою вона оперує. 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.

Схвалення цих стандартів значно підвищує інформаційно-технологічний рівень виробництва та користування геопросторовими даними в усіх сферах діяльності суспільства, сприяє інтегруванню різноманітних геоінформаційних ресурсів та досягненню високого рівня інтероперабельності, що потенційно зменшує сукупні суспільні витрати на забезпечення якісними геоінформаційними ресурсами.

6.2. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ СТАНДАРТУ ДСТУ 8774:2018

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.

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».

Цей стандарт адресовано для використання органами державної виконавчої влади та органами місцевого самоврядування, установами, організаціями і підприємствами, які здійснюють організацію та виконання робіт у сфері виробництва, постачання та використання геопросторових даних в геоінформаційних системах різного призначення і територіального охоплення, а також у формуванні та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних і системи стандартизації у сфері геодезії і картографії.

Дотримання єдиних вимог до моделювання геопросторових даних, що визначені в цьому стандарті на основі національних стандартів серії ДСТУ ISO 19100, спрощує:

а) процеси обміну даними між виробниками та споживачами даних на різних програмно-технічних геоінформаційних платформах, які у більшості випадків постачають зарубіжні виробники геоінформаційних систем, містять рішення, відповідні міжнародним стандартам щодо подання моделей геопросторових даних;

б) повторне використання геопросторових даних для цілей, які не передбачені в специфікаціях на їх виробництво;

в) застосування технологічних і програмних рішень щодо обміну даними в глобальних інформаційних мережах та їх публікації на геопорталах засобами веб-картографування, основаними на механізмах автоматизованого завантаження, візуалізації та використання геопросторових даних, які забезпечені формальними описами докладних концептуальних моделей геопросторових даних відповідно до міжнародних стандартів.

Специфікації геопросторових даних та прикладні схеми, що претендують на відповідність цьому стандарту, повинні задовольняти вимоги набору абстрактних тестів.

Крім того, розширення цього стандарту може бути виконане відповідно до національних стандартів серії ДСТУ ISO 19100 та правил розширення, визначених в цьому стандарті.

6.3. СТРУКТУРА СТАНДАРТУ ДСТУ 8774:2018

Національний стандарт ДСТУ 8774:2018 складається з 13 розділів та шістьох додатків, які містять посилання на національні стандарти України у сфері «Географічна інформація / Геоматика» (рис. 5.1).

У цьому стандарті наведено посилання на такі національні стандарти:

ДСТУ ISO 8601:2010 Елементи даних і формати обміну. Обмін інформацією. Подання дати й часу (ISO 8601:2004, IDT);

ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель (ISO 19101:2002, IDT);

ДСТУ ISO 19103:2017 (ISO 19103:2015, IDT) Географічна інформація. Мова концептуальних схем;

ДСТУ ISO 19107:2017 (ISO 19107:2003, IDT) Географічна інформація. Просторова схема;

ДСТУ ISO 19108:2017 (ISO 19108:2002, IDT) Географічна інформація. Часова схема;

ДСТУ ISO 19109:2017 (ISO 19109:2015, IDT) Географічна інформація. Правила для прикладної схеми;

ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT) Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів;

ДСТУ ISO 19111:2017 (ISO 19111:2007, IDT) Географічна інформація. Просторова прив'язка за координатами;

ДСТУ ISO 19112:2017 (ISO 19112:2003, IDT) Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами;

ДСТУ ISO 19117:2017 (19117:2012, IDT) Географічна інформація. Зображення;

ДСТУ ISO 19118:2017 (ISO 19118:2011, IDT) Географічна інформація. Кодування;

ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO 19119:2016, IDT) Географічна інформація. Сервіси;

ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT) Географічна інформація. Схема для геометрії і функцій покриття;

ДСТУ ISO 19136:2017 (ISO 19136:2007, IDT) Географічна інформація. Мова географічної розмітки GML;

ДСТУ ISO/TS 19139:2017(ISO/TS 19139:2007, IDT) Географічна інформація. Метадані – XML-схема реалізації;

ДСТУ ISO 80000-1:2016 Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення (ISO 80000-1:2009; ISO 80000-1:2009/Cor.1:2011, IDT);

ДСТУ ISO 80000-3:2016 Величини та одиниці. Частина 3. Простір та час (ISO 80000-3:2006, IDT);

ДСТУ ISO/IEC 11404:2017 Інформаційні технології. Типи даних загального призначення (GPD) (ISO/IEC 11404:2007, IDT).

У цьому стандарті вжито терміни, наведені в ДСТУ ISO 19101:2009 «Географічна інформація – Еталонна модель»: атрибут об'єкта, географічна інформація, каталог об'єктів, об'єкт місцевості, операція об'єкта, прикладна задача, прикладна схема, просторовий об'єкт.

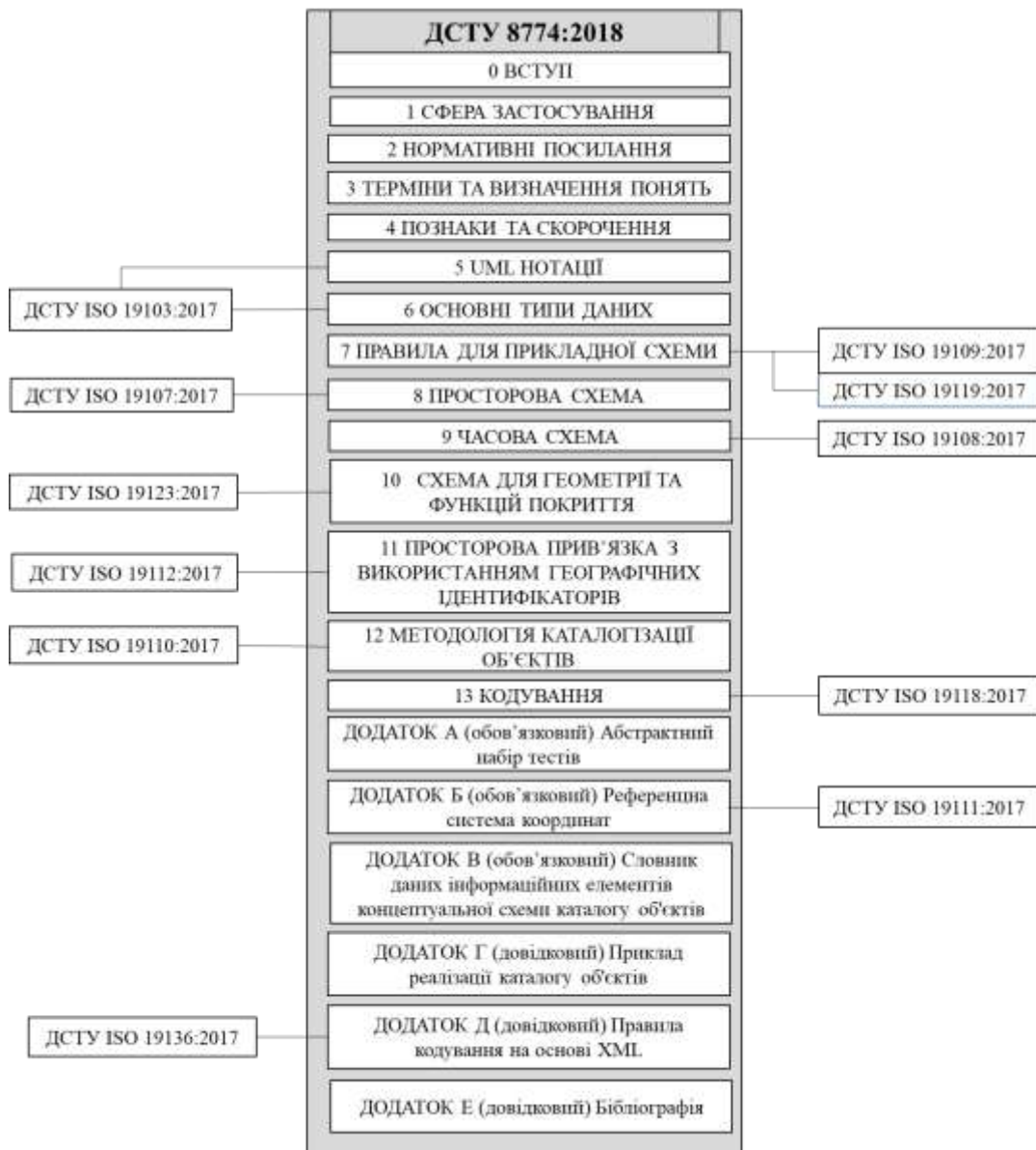


Рис. 6.1. Структура національного стандарту ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних» і взаємозв'язок з іншими національними стандартами

Відповідники застандартизованих у цьому розділі термінів англійською мовою наведено на підставі ДСТУ ISO 19103, ДСТУ ISO 19107; ДСТУ ISO 19108; ДСТУ ISO 19109; ДСТУ ISO 19110; ДСТУ ISO 19112; ДСТУ ISO 19118; ДСТУ ISO 19123, прийнятих в Україні методом підтвердження, застосовують мовою оригіналу. Терміни, визначені стандартом ДСТУ 8774:2018, наведено в дод. Б цього посібника.

6.4. UML-НОТАЦІЇ

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 англomовними позначками, оскільки ці позначки є складовими мови UML, які застосовують у визначеннях елементів в UML-діаграмах. Багатослівні англomовні позначки подано нерозривною послідовністю символів, в якій кожне слово починається з великої літери, наприклад: *DataType* для позначення типу даних; *CharacterString* для позначення рядкового текстового типу даних тощо.

Клас призначено для опису множини об'єктів, що мають спільні властивості в одній або кількох прикладних схемах. В UML клас описують трьома властивостями: атрибутами, операціями та ролями асоціацій. В цьому стандарті описано лише атрибути та ролі асоціацій.

Клас подається як рамка, яка містить три секції (рис. 6.2). У верхній секції зазначено стереотип та назву класу, другу секцію використовують для подання атрибутів класу. Третю секцію призначено для опису операцій, виконуваних класом. Третя секція порожня, оскільки цей стандарт не описує операцій (вони виходять за межі стандарту ДСТУ 8774:2018).

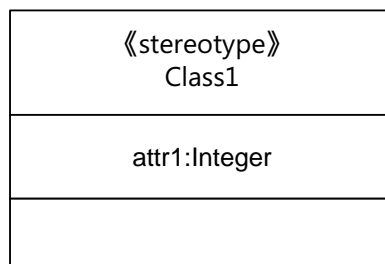


Рис. 6.2. Приклад опису класу за допомогою UML

Атрибути використовують відповідно до стандарту ISO/IEC 19501:2005 Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language (UML) та відображають на UML-діаграмах (рис. 6.3).

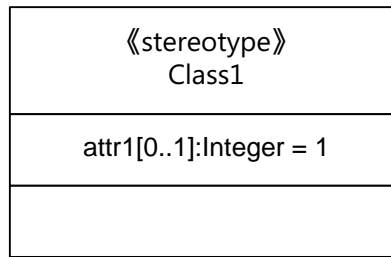


Рис. 6.3. Приклад опису атрибута

Правила подання атрибута наведено разом з прикладами в кожному пункті відповідно до рис. 6.3.

а) Видимість (*Visibility*) означає, чи є атрибут видимим та чи можна на нього посилатись з інших елементів. Видимість може не визначатись. Оскільки в цьому стандарті використовують лише видимість типу «public» («загальнодоступний»), то видимість не зазначають.

б) Назва (*Name*) ідентифікує атрибут. Наприклад, attr1.

в) Кратність (*Multiplicity*) 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.

г) Початкове значення (*Begin-value*) – це нижнє значення межі діапазону. Нижнє значення повинно бути невід'ємним цілим числом. Якщо верхня межа діапазону не визначена, то кількість екземплярів атрибута, що можуть бути пов'язані з окремим екземпляром класу, дорівнює *begin-value*. Наприклад, 0.

д) Кінцеве значення (*End-value*) – верхня межа діапазону. Верхня межа діапазону не може бути меншою за нижню межу. Знак «*» вказує на те, що верхнього значення діапазону немає.

е) Тип (*Type*) – це тип даних значення атрибута. Наприклад, Integer.

ж) Вихідне значення (*Initial-value*) – початкове значення атрибута. Наприклад, 1.

Крім того, похідний атрибут позначають, розміщуючи слеш (/) перед назвою похідного атрибута (рис. 6.4). Похідний атрибут – це атрибут, який може бути обчислений на основі значень інших атрибутів

класу, з якими він пов'язаний. Правила кодування визначають або використовують значення похідного атрибута.

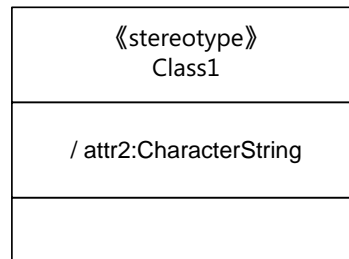


Рис. 6.4. Приклад похідного атрибута

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. Між класами «Class1» та «Class2» (рис. 6.5) встановлено відношення асоціації з назвою «зв'язок». У реалізації цих класів екземпляр одного класу зазвичай має посилання на екземпляр іншого класу як властивість, названу як її роль.

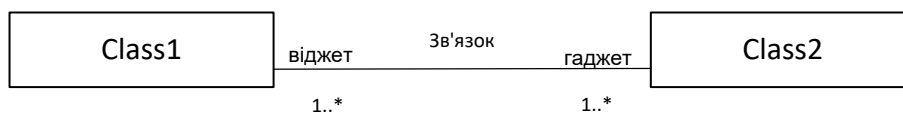


Рис. 6.5. Приклад асоціації

Асоціації бувають кількох типів (рис. 6.6). Найпростішим та найбільш поширеним типом є проста асоціація, що відображається лінією, розрізняють також складніші типи асоціації: агрегація, композиція, успадкування, залежність.

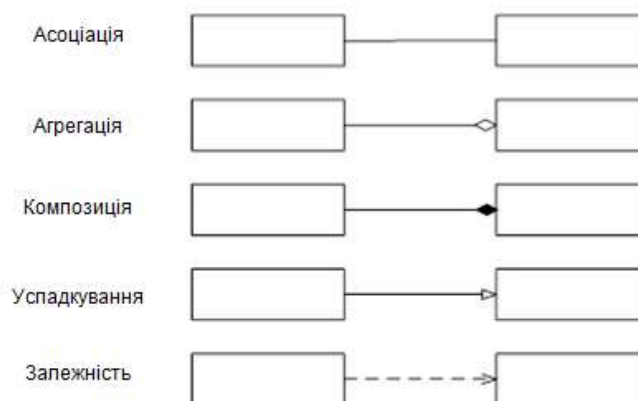


Рис. 6.6. Типи асоціацій

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.

Композиція – це тип асоціації, що моделює відношення частини до цілого, але на відміну від агрегації частини більш обмежені цілим.

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). Клас «*Class2*» на рис. 6.7 має атрибут «*attr1*», визначений в «*Class1*».

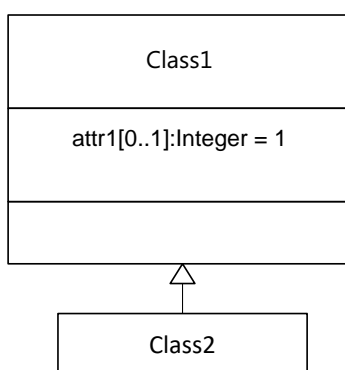


Рис. 6.7. Приклад успадкування

Крім того, підклас може замінювати властивості (атрибути, асоціації) суперкласу. Цей механізм називається «перевизначенням». Для класу «*Class2*» перевизначається атрибут «*attr1*», визначений у класі «*Class1*» (рис. 6.8). Для класу «*Class1*» кратність атрибута *[0..1]*, однак для класу «*Class2*» кратність замінюється на *[2]*.

Стереотип повинен базуватись на конкретних визначених типах або класах метамоделі. Стереотипи можуть розширювати семантику, але не структуру вже наявних типів і класів. Деякі стереотипи визначено в стандарті UML, інші можуть бути визначені користувачем. Далі наведено опис стереотипів.

Абстрагування (<<*Abstract*>>) – це стереотип класу, який не може бути створений безпосередньо. Абстрактний клас позначають через написання його назви курсивом.

Прикладна схема (<<*ApplicationSchema*>>) – це стереотип пакета, який описує прикладну схему.

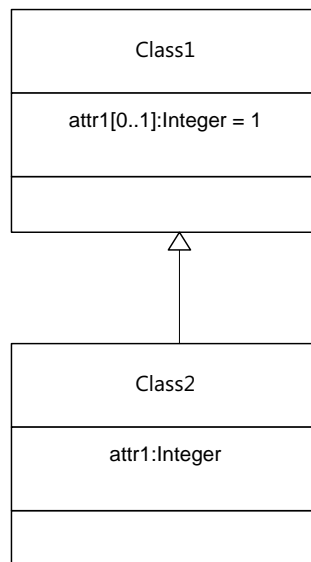


Рис. 6.8. Приклад перевизначення

Класифікатор (`<<CodeList>>`) – гнучкий перелік (*flexible enumeration*), у якому використовують текстові значення через зв'язування типу ключа словника та повертають значення як текстові типи. 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). Типи даних охоплюють основні визначені типи і типи, визначені користувачами.

Перелік (*Enumeration*) – тип даних, екземпляри якого формують перелік названих буквених значень. Назва та буквені значення переліку оголошені. Перелік – це короткий список широковідомих потенційних значень в межах класу.

Об'єкт (`<<Feature>>`) – це стереотип для об'єкта. Всі класи з цим стереотипом визначено в пакетах прикладної схеми.

Інтерфейс (`<<Interface>>`) – це визначення набору операцій, підтримуваних об'єктами, що мають цей інтерфейс.

Метаклас (`<<MetaClass>>`) – це стереотип класу, екземпляри якого є класами. Метакласи зазвичай використовують для створення метамоделей. Поняття метакласу – це клас об'єкта, основною метою якого є збереження метаданих про інший клас.

Лист (<<*Leaf*>>) – це пакет, що містить визначення без будь-яких підкласів.

Пакет (<<*Package*>>) – це стереотип набору класів та / або пакетів, а також підпакетів, що мають логічні зв'язки.

Запис (<<*Record*>>) – це стереотип для класу, який має назву і значення атрибута.

Тип (<<*Type*>>) є стереотипом для класу, що використовується для специфікації домену сутностей (об'єктів), разом з операціями, можуть застосовуватись до об'єктів. Клас із стереотипом <<*Type*>> має ідентифікатор та може стосуватися інших об'єктів. Тип може мати атрибути й асоціації.

Об'єднання (<<*Union*>>) є стереотипом для класу, що складається з однієї і лише з однієї поміж кількох альтернатив (внесений до списку атрибутів). <<*Union*>> доцільно використовувати для визначення колекції вибраних класів або типів без створення нового суперкласу або супертипу вибраних елементів.

Пакет часто викликає послуги, що надаються в системі іншим пакетом; тому зазвичай пакет не може сформувати досконалу систему (рис. 6.9). Коли пакет клієнта надає свої послуги, використовуючи структури та визначення з пакета сервера, в описі зазначається, що «пакет клієнта залежить від пакета сервера».

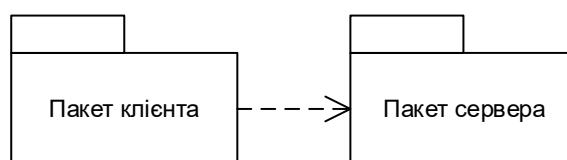


Рис. 6.9 Приклад залежності пакетів

Ця залежність виникає, коли об'єкт міститься в пакеті клієнтського доступу до іншого об'єкта в пакеті сервера. Залежність пакета описано в діаграмі пакета, показаній на рис. 6.9.

6.5. ОСНОВНІ ТИПИ ДАНИХ

Основними типами даних є дані, використовувані у стандарті ДСТУ 8774:2018 з посиланням на ДСТУ ISO 19103:2017 «Географічна інформація. Мова концептуальних схем».

Типи примітивів є основними типами для подання значень. Наводимо типи примітивів, використовуваних у цьому стандарті.

Число (Number) є абстрактним класом, а основними типами є цілі, дійсні та десяткові числа.

Ціле (Integer) є натуральним числом із знаком та число 0. Наприклад, 794; – 645.

Десяткове (Decimal) є десятковим типом даних, у якому число є точним значенням як кінцеве подання десяткового числа із знаком. Наприклад, 63.700; – 645.00

Дійсне (Real) – знакове дійсне число, котре складається з мантиси і експоненти, яка є значенням точності, що показує задану кількість цифр, але не обов'язково точне значення. Наприклад, 1.086E3; 63.718.

Вектор (Vector) є упорядкованим набором чисел. Наприклад, (234,123,567,398); (63.718, –8.005, 90.902).

Символьне (CharacterString) є послідовністю символів довільної довжини.

Наприклад, «Спостерігаючи, ми змінюємо світ.»

Дата (Date) надає значення для року, місяця і дня, а кодування символів дати є рядком, який повинен наслідувати формат дати, визначений в ДСТУ ISO 8601. Наприклад, 2004-08-12; 20040812.

Час (Time) задає години, хвилини і секунди. Кодування символів значення часу є рядком, відповідним формату згідно з ДСТУ ISO 8601.

Наприклад, 21:03:15; 09:24:38+09:00

ДатаЧас (DateTime) – це поєднання типів дати і часу. Кодування символів значення DateTime повинно бути відповідним ДСТУ ISO 8601. Наприклад, 2004-08-12T09:24:38+09:00.

Логічний (Logical) – це тип даних, який має два значення – для подання значення істинності логіки та булевої алгебри.

Наприклад, true (істинно); false (не істинно).

Тип колекції є типом шаблону, який містить кілька екземплярів певного типу. В цьому стандарті використовують різні типи колекцій, зокрема: набір і послідовність. Словник є схожим на масив, за винятком того, що пошук за індексом для масиву виражається в цілих числах.

Набір (Set) – це кінцева колекція об'єктів, у якій кожен об'єкт з'являється в колекції лише один раз. Набір не повинен містити ніяких повторюваних екземплярів. Порядок елементів у наборі не вказано.

Загальним типом, що створює екземпляр, є *Set <T>*, де *T* – тип даних допустимих елементів.

Наприклад, *Set <GM_Point>* показує набір точок *GM_Point*.

Послідовність (Sequence) – це структура, яка впорядковує екземпляри елементів, а елемент може повторюватися в послідовності.

Загальним типом, що створює екземпляр, є *Sequence <T>*, де *T* – тип даних елементів послідовності. Наприклад, *Sequence <Integer>* зображує масив цілочисельних значень.

Словник (Dictionary) схожий на масив, за винятком того, що перегляд індексу для масиву виражається цілим числом, хоча будь-який тип індексу (*KeyType*) або тип значення (*ValueType*) є прийнятним.

Наприклад, *Dictionary <Integer, GM_Point>* показує словник, у якому тип індексу є цілим числом, а тип значення – точкою (*GM_Point*).

Вимірювання (Measure) є результатом виконання дії або процесу встановлення значення характеристики деякої сутності. «Значення» атрибута міститься в пункті, визначеному як *UnitOfMeasure* («Одиниця вимірювання»). «Довжина», «Відстань» і «Час» є складовими «Вимірювання».

Одиниця вимірювання (UnitOfMeasure) має атрибут «*uomName*», який визначає назву одиниці вимірювання. Наводимо приклади стандартних одиниць вимірювання. Відстань: метр; час: секунда; кут: радіан; площа: квадратний метр; об'єм: кубічний метр; швидкість: метр за секунду.

6.6. ПРАВИЛА ДЛЯ ПРИКЛАДНОЇ СХЕМИ

Прикладна схема – це концептуальна схема даних, потрібних для однієї або кількох прикладних задач. Прикладна схема визначає:

- а) вміст і структуру даних;
- б) операції для маніпулювання й оброблення даних;
- в) обмеження для забезпечення цілісності даних.

Прикладна схема має подвійну мету:

- а) надати опис даних, який може читати комп'ютер та який визначає структуру даних, що уможлиблює застосування автоматизованих механізмів керування даними;

б) досягти загального та коректного розуміння даних шляхом документування змісту даних конкретної прикладної сфери, що дає змогу отримувати однозначну інформацію з даних.

Прикладна схема в підтриманні обміну даними

Обмін даними між інформаційними системами може відбуватися двома способами:

а) за традиційною моделлю трансферу даних, коли постачальник даних створює набір даних, який передається користувачеві. Структуру і зміст даних описано в прикладній схемі для набору даних. Набір даних передається в узгодженому обмінному форматі;

б) за моделлю інтероперабельності, коли прикладна програма користувача взаємодіє з програмою постачальника через загальний протокол зв'язку. У цьому випадку користувач викликає сервіси, які передають дані від сервісу постачальника до програми користувача. Прикладна схема описує не лише зміст і структуру обмінюваних даних, а й структуру інтерфейсів, які беруть участь у транзакції.

Є фундаментальна відмінність між трансфером і транзакцією даних. У разі трансферу набір даних заздалегідь визначається у прикладній схемі. Попередньо визначаються також просторове охоплення і правила включення екземплярів об'єктів. Користувач запитує й отримує копію набору даних (або може отримати її автоматично за довгостроковою угодою на постачання наборів даних). У разі транзакції даних особа, яка надсилає запит, передусім визначає критерії вибірки, такі як просторове охоплення і правила включення екземплярів об'єктів в набір даних зі сховищ даних виробників. Після цього дані, відповідні критеріям вибірки, вибираються зі сховища даних і надаються користувачеві.

Обмін даними за трансфером

На рис. 6.10 наведено традиційну модель трансферу даних між постачальником і користувачем даних. Структуру і зміст даних, наданих постачальником й отриманих користувачем, описано в прикладній схемі.

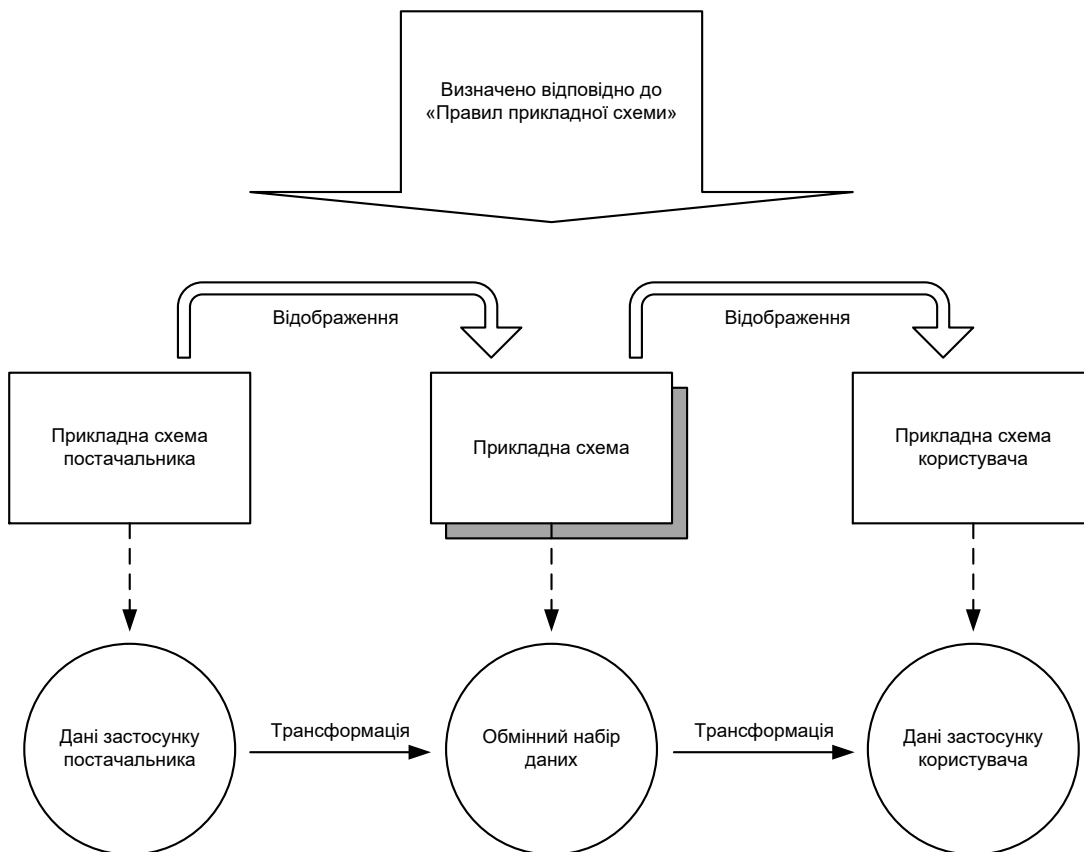


Рис. 6.10. Обмін даними за трансфером

Для трансферу даних повинні бути дотримані три умови:

- по-перше, користувач і постачальник мають узгодити створення прикладної схеми для даних, якими обмінюються відповідно до вимог цього стандарту. Для того щоб полегшити передавання даних, прикладну схему розробляють за допомогою прикладних схем користувача і постачальника. Один перехід буде виконаний з прикладної схеми постачальника до спільної прикладної схеми для обміну даними, а другий – зі спільної прикладної схеми до прикладної схеми користувача;
- по-друге, постачальник повинен бути спроможним перетворити прикладні дані, відповідні його прикладній схемі, в трансферний набір даних, відповідний прикладній схемі для обміну даними;
- по-третє, користувач повинен бути спроможним перетворити трансферний набір даних, відповідний прикладній схемі обміну даними, в прикладні дані, відповідні визначенням прикладної схеми користувача.

Обмін даними за транзакціями

Процес обміну даними відбувається за транзакціями, описаними в моделі інтероперабельності (рис. 6.11). Суцільні лінії позначають потік даних, пунктирні – роль прикладної схеми в обміні даними.

Програма користувача виконує запит на дані, які надходять від програми постачальника. У відповідь на запит програма постачальника доставляє результатаційний набір даних. Як запит, так й отриманий набір даних визначаються відповідно до загальної прикладної схеми. Програма постачальника відповідальна за перетворення даних в системі А на дані обмінного набору даних. Після отримання даних програма користувача відповідає за перетворення обмінних даних на дані в системі В. Обмін даними шляхом транзакції відбувається за допомогою геопросторових сервісів, як це визначено в ДСТУ ISO 19119:2017 «Географічна інформація. Сервіси». Зокрема, сервіси доступу до об'єктів визначено в сервісах керування географічною моделлю / інформацією.

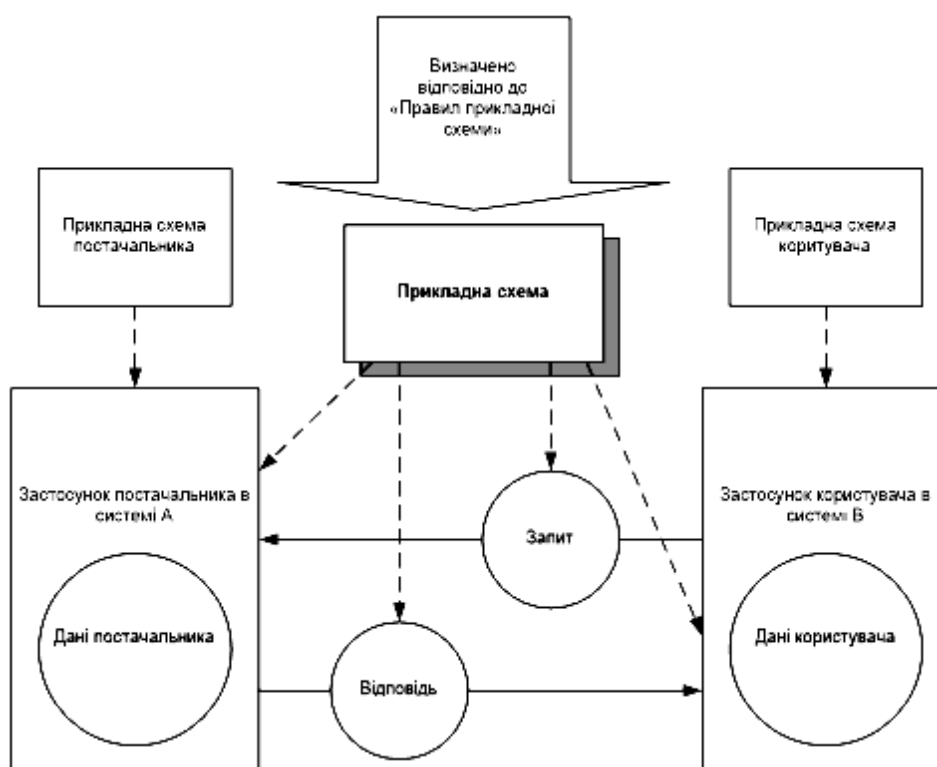


Рис. 6.11. Обмін даними за транзакціями

Загальна об'єктна модель

Загальна об'єктна модель (General feature model – GFM) – це модель понять, потрібних для класифікації подання явищ реального світу. Описують модель, використовуючи мову концептуальних схем UML.

Основу 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 й успадкування об'єктів. Всі ці поняття подаються як метакласи в GFM – метамоделі типів об'єктів.

Типи об'єктів можуть бути задокументовані в каталогах об'єктів. GFM може бути подана як концептуальна модель структури каталогу об'єктів, але каталог об'єктів визначає також і додаткові поняття для документування типів об'єктів. Модель каталогу об'єктів (Feature catalog model – FCM) реалізує концепцію GFM і надає більше понять. Наприклад, такі нові поняття, як перелік атрибутів об'єктів кожного типу, псевдоніми назв типів об'єктів та коди для назв типів об'єктів. Ці додаткові поняття не суперечать поняттям з GFM.

GFM визначає вимоги до класифікації об'єктів. У стандартах географічної інформації серії ДСТУ ISO 19100 для визначення стандартних схем використовують мову UML. Проте перехід від GFM до UML є односпрямованим, виконати перехід у зворотному напрямку неможливо. Наприклад, прикладна схема має UML-класи. Деякі з цих класів є типами об'єктів GFM, а деякі – типами даних для атрибутів об'єктів; можливості зберігати їх окремо немає. GFM не визначає значення атрибутів об'єкта на докладному рівні. Цього у випадку GFM і не потрібно, оскільки вона визначає структуру і зміст об'єктів.

Отже, GFM – це метамодель для визначення об'єктів, яку використовують також для визначення структури каталогів об'єктів.

На рис. 6.12 наведено загальну об'єктну модель (GFM), у якій використано поняття для визначення типів об'єктів. Крім назви й опису, тип об'єкта характеризують такі його властивості:

- а) атрибути об'єкта;
- б) ролі асоціацій об'єктів, характерні для типу об'єкта;
- в) визначення поведінки типу об'єкта.

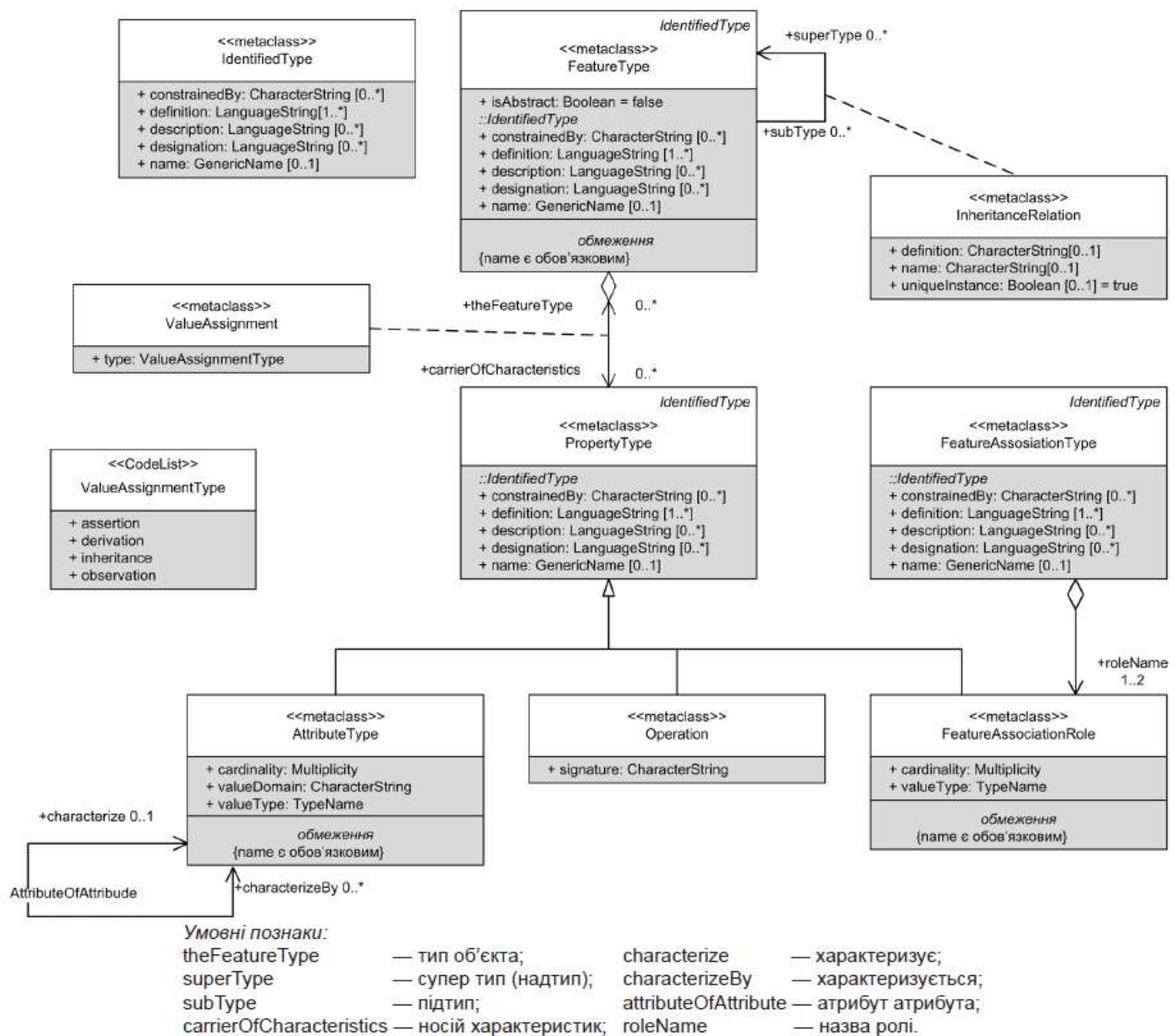


Рис. 6.12. Загальна об'єктна модель (GFM)

Додаткові поняття, які застосовують для визначення типів об'єктів:

- асоціації об'єктів між типом об'єкта та власним або іншими типами об'єктів;
- відношення генералізації та спеціалізації з іншими типами об'єктів;
- обмеження типу об'єкта.

IdentifiedType – це метаклас, від якого інші ключові класи в загальній об'єктній моделі успадковують деякі загальні визначення й описи атрибутів. IdentifiedType – це супертип для FeatureType, PropertyType та FeatureAssociationType.

Об'єкт – це абстракція явища реального світу. 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.

PropertyType – це абстрактний суперклас для AttributeType, Operation та FeatureAssociationRole, які надають характеристики, що можуть бути пов'язані з типом об'єкта. PropertyType успадковує атрибути для ідентифікації й опису від абстрактного метакласу IdentifiedType. PropertyType не додає жодних атрибутів чи асоціацій. Типи властивостей визначають незалежно від будь-якого конкретного типу об'єкта. Екземпляр і значення властивості з'являється в контексті об'єкта, хоча в деяких випадках об'єкт дуже загальний і не може бути явно поданий в наборі даних. Наприклад, тип або ідентифікатор об'єкта для розглядуваної властивості може бути недоступним, оскільки ще не завершена інтерпретація потрібних даних. Властивості часто описують незалежно від об'єктів, тому краще, щоби назви типів властивостей були унікальними в межах прикладної програми.

AttributeType – це метаклас для визначення типу атрибутів об'єкта. AttributeType успадковує атрибути й асоціації від абстрактного метакласу PropertyType.

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.

PropertyType – це метаклас будь-якого класу властивостей типу об'єкта, який описує характеристики об'єкта, поведінку об'єкта чи роль, яку об'єкт відіграє в асоціації. PropertyType є супертипом для Operation, AttributeType та FeatureAssociationRole.

FeatureAssociationType – це метаклас для опису асоціацій між об'єктами. Асоціація об'єктів може мати атрибути.

InheritanceRelation (успадкування) – це клас відношення між більш загальним типом об'єктів (супертип) та одним спеціалізованим типом

об'єкта (підтип). Будь-який екземпляр спеціалізованого типу об'єкта також є екземпляром загального типу об'єктів.

Правила для прикладної схеми в UML. Процес моделювання застосунку

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. Ці дві ролі зумовлюють поетапний процес створення прикладної схеми (рис. 6.13).



Рис. 6.13. Етапи створення прикладної схеми від реального світу до географічних даних

Етапи можна стисло описати так:

- а) збирання вимог з потенційної прикладної сфери;
- б) 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;

в) опис прикладної схеми за допомогою формальної мови моделювання (наприклад, UML та OCL) відповідно до правил, визначених у цьому стандарті;

г) інтеграція формальної прикладної схеми з іншими стандартизованими схемами (просторова схема, схема якості даних тощо) в одну прикладну схему.

Цей процес, що може бути ітераційним або використовувати цикли зі зворотними зв'язками, потребує двох наборів правил: а) як відобразити типи об'єктів, поданих у термінах понять загальної об'єктної моделі, формалізмами прикладної схеми; б) як використовувати схеми, визначені в інших стандартах ISO на географічну інформацію.

Контрольні запитання

1. У чому полягає роль національних стандартів України в процесі створення і розвитку національної інфраструктури геопросторових даних?

2. Які стандарти серії ISO 19100 лягли в основу національного стандарту ДСТУ 8774 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних»?

3. Охарактеризуйте сферу застосування національного стандарту ДСТУ 8774 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних».

4. Якою мовою описано концептуальні схеми в ДСТУ 8774?

5. У чому полягає призначення класів в ДСТУ 8774?

6. Наведіть правила подання атрибутів.

7. Що таке асоціація? У чому її призначення?

8. Які типи примітивів використано в ДСТУ 8774?

9. Що таке прикладна схема? У чому її призначення?

10. Наведіть способи обміну даними між двома інформаційними системами.

11. Як відбувається обмін даними за трансфером?

12. Як відбувається обмін даними за транзакціями?

13. Що називають загальною об'єктною моделлю?

14. Наведіть етапи створення прикладної схеми.

7. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ДСТУ ISO 19131:2019 «ГЕОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. СПЕЦИФІКАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОДУКТУ»

Специфікація геоінформаційного продукту – це докладний опис набору геопросторових даних чи серії наборів геопросторових даних, а також додаткова інформація, що слугує створенню, постачанню та використанню геопросторових даних іншими користувачами. Це точний технічний опис геоінформаційного продукту з погляду вимог, які потрібно виконати. Однак специфікація геоінформаційного продукту лише визначає, яким повинен бути набір даних. Метадані, пов'язані з набором даних, мають відображати актуальний набір даних.

Специфікації геоінформаційних продуктів можуть бути створені і використані в різних обставинах, різними учасниками і за різним призначенням. Вони можуть, наприклад, бути використані під час первинного збирання даних, а також для продуктів, отриманих з уже наявних даних. Вони можуть бути створені виробниками для точної специфікації їх продуктів або користувачами відповідно до їх вимог.

Метою цього стандарту є надання практичної допомоги в розробленні специфікації геоінформаційного продукту відповідно до інших стандартів географічної інформації. Мета полягає у підготовці повного списку елементів, використовуваних для специфікації геоінформаційного продукту.

Специфікація геоінформаційного продукту повинна містити основні розділи, що охоплюють такі аспекти геоінформаційного продукту:

- стислий огляд (*Overview*);
- сфера застосування специфікації (*Specification scopes*);
- ідентифікація геоінформаційного продукту;
- зміст і структура даних (*Data content and structure*);
- системи відліку (*Reference systems*);
- якість даних (*Data quality*);
- постачання геоінформаційного продукту (*Data product delivery*);
- метадані (*Metadata*).

Специфікація геоінформаційного продукту може містити також розділи, що охоплюють такі аспекти даних:

- збирання даних (*Data capture*);
- обслуговування даних (*Data maintenance*);
- зображення (*Portrayal*);
- додаткова інформація (*Additional information*).

Цей стандарт посилається на частини інших стандартів (рис. 7.1). Деякі елементи, використані в специфікації геоінформаційного продукту, можуть бути використані як метадані для кінцевого набору даних.

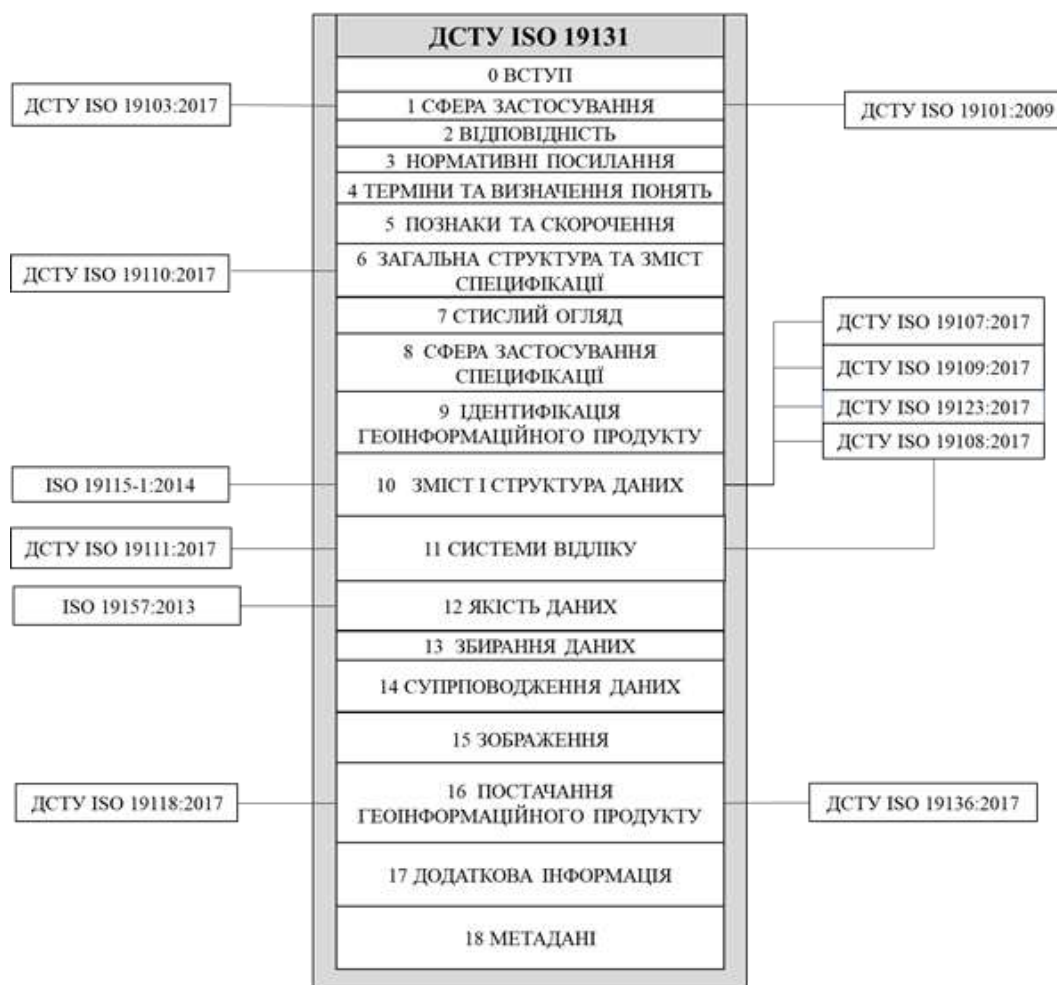


Рис. 7.1. Розділи специфікації набору даних за ДСТУ ISO 19131 та їхні зв'язки з базовими стандартами комплексу ISO 19100 та ДСТУ ISO 19100

Мінімальний опис набору даних в кожному розділі специфікації формується за вимогами щодо обов'язкових елементів, визначених у відповідних стандартах комплексу ISO 19100. Природно, що розроблення специфікації повинно ґрунтуватися на основоположних

принципах еталонної моделі прикладної сфери за ISO 19101 з використанням мови концептуального моделювання за ISO 19103. Основним розділом специфікації є «Зміст і структура даних», у якому визначають прикладну схему відповідно до ISO 19109 зі схемами просторових об'єктів згідно з ISO 19107, ISO 19123 та ISO 19108 залежно від того, чи містить набір даних векторні дані, сіткові дані або покриття, з урахуванням часових аспектів або без них. Типи об'єктів, їх атрибути, асоціації й операції, визначені в прикладній схемі, подають у вигляді каталогу об'єктів за ISO 19110.

Вимоги до якості даних та метаданих визначаються відповідно до ISO 19157 та ISO 19115. У вимогах до метаданих вказують стандартні елементи метаданих за ISO 19115, а також можуть бути визначені додаткові елементи метаданих для надання специфічної довідкової інформації про набір даних. Вимоги до форматів кодування даних визначають відповідно до стандартів ISO 19118 та ISO 19136.

Специфікація геоінформаційного продукту необов'язково визначає процес створення даних, але стосується кінцевих геопросторових даних. Проте вони можуть містити виробничі й експлуатаційні аспекти, потрібні для опису геопросторових даних.

Цей стандарт містить опис змісту і структури специфікації геоінформаційного продукту. Він призначений для використання виробниками, постачальниками і потенційними користувачами геопросторових даних.

Специфікація геоінформаційного продукту визначає вимоги до геоінформаційного продукту. Вона формує основу для створення або отримання геопросторових даних. Специфікація може також допомогти потенційним користувачам оцінити геопросторові дані, для того щоби визначити можливість їх використання. Інформація в специфікації геоінформаційного продукту відрізняється від інформації, що в метаданих, які містять інформацію про конкретний фізичний набір даних. Інформація із специфікації геоінформаційного продукту може бути використана під час створення метаданих для конкретного набору даних, що виробляється відповідно до специфікації геоінформаційного продукту. Таким чином, метадані описують актуальний набір даних, в той час як специфікація геоінформаційного продукту визначає, яким повинен бути набір даних. Вимоги до метаданих описано в ISO 19115-1:2014 Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals.

Контрольні запитання

1. Що називають специфікацією геоінформаційного продукту?
2. У чому полягає призначення специфікації геоінформаційного продукту?
3. Які основні концептуальні міжнародні стандарти лягли в основу стандарту ДСТУ ISO 19131:2019 «Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту»?
4. У яких стандартах зазначено вимоги до якості геопросторових даних та метаданих?
5. Охарактеризуйте роль стандарту ДСТУ ISO 19131:2019 «Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту» для розвитку НІГД в Україні.

ВИСНОВКИ

У посібнику наведено аналіз сучасного стану стандартизації у сфері Географічної інформації / Геоматики. Міжнародні стандарти комплексу ISO 19100 і специфікації консорціуму OGC охоплюють широкий спектр моделей та вимог до геопросторових даних і геоінформаційних сервісів. Ці стандарти визнані геоінформаційною спільнотою та виробниками ГІС-продукції, вони апробовані в багатьох країнах для створення профілів стандартів для національних і регіональних ІГД.

Можна визначити чотири умови організаційного характеру, важливі у створенні ІГД: керівництво, концепція, комунікація і координація [Тончанська, 2012].

Для формування національної ІГД потрібно визначити установу/відомство, яке було б відповідальне за схвалення стандартів, координацію і моніторинг виконання системного проєкту ІГД. Першочерговим завданням координатора є розроблення стратегії щодо ІГД та її стандартів.

Для того щоб он-лайн сервіси могли задовольняти одночасно запити багатьох користувачів, треба дотримуватися узгоджених стандартів ІТ та веб-стандартів. Для цього слід використовувати міжнародні стандарти ISO 19100, що стосуються різних компонентів ІГД.

Важливу роль відіграє стандартизація технічних рішень, форматів обміну і змісту даних; потрібно також створювати для національних організацій стимули до розроблення узгоджених моделей даних і систем класифікації тривалого користування.

Для забезпечення інтероперабельності даних в межах однієї тематики та на міждисциплінарному рівні, призначених для різних застосунків і різних ступенів деталізації, потрібні основні сервіси для перетворень, зокрема координатних перетворень, генералізації та узгодження топології просторових даних.

Стандарти INSPIRE охоплюють широкий спектр тематичних наборів даних та геоінформаційних серверів. Розроблені на основі міжнародних стандартів комплексу ISO 19100, вони є відкритими і практично повністю застосовні (після адаптації) в національній ІГД будь-якої країни.

На підставі узагальненого досвіду стандартизації в національних та регіональних ІГД подано опис і структуру національного профілю стандартів з географічної інформації ДСТУ 8774:2018 «Правила моделювання геопросторових даних» для розвитку НІГД України. Національний профіль орієнтований на підтримання високорівневого концептуального моделювання геопросторових даних, прикладних схем, розроблення специфікацій наборів геопросторових даних, метаданих та інших компонентів ІГД на основі базових міжнародних стандартів комплексу ISO 19100. Першочерговими національними стандартами для потреб НІГД України слід вважати такі: національний профіль стандарту на метадані та реалізаційні стандарти де-факто на геоінформаційні сервіси та формати обміну геопросторовими даними з використанням мови GML, які є основою для створення геопорталів і каталогів метаданих базової НІГД; національний профіль ДСТУ 8774:2018 «Правила моделювання геопросторових даних» та ДСТУ ISO 19131:2019 «Специфікація геоінформаційного продукту» для розроблення прикладних схем та специфікацій наборів профільних даних; специфікація набору базових геопросторових даних для створення, постачання та використання уніфікованих базових геопросторових даних як основи інтероперабельності всіх профільних даних. Розроблення та впровадження географічних стандартів в НІГД створює умови для досягнення високого рівня інтероперабельності; підвищення ефективності виробництва геопросторових даних; повторного

використання даних багатьма користувачами, що потенційно зменшує сукупні суспільні витрати на забезпечення геоінформаційними ресурсами; потенційного розвитку ринку геоінформаційних послуг та підвищення прозорості його регулювання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Закон України «Про стандартизацію»* (2014) // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2014. – № 31. – С. 1058.

2. *Географічна інформація*. Еталонна модель: ДСТУ ISO 19101:2009 (ISO 19101:2002, IDT). – [Чинний від 2011-07-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 44 с.

3. *Географічна інформація*. Правила моделювання геопросторових даних: ДСТУ 8774:2018. – [Чинний від 2019-07-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2018. – 218 с.

4. *Географічна інформація*. Правила для прикладної схеми: ДСТУ ISO 19109:2017 (ISO 19109:2015, IDT). – [Чинний від 2017-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2017. – 110 с.

5. *Географічна інформація*. Просторова схема: ДСТУ ISO 19107:2017 (ISO 19107:2003, IDT). – [Чинний від 2017-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2017. – 178 с.

6. *Географічна інформація*. Методологія каталогізації об'єктів: ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT). – [Чинний від 2017-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2017. – 88 с.

7. *Географічна інформація*. Зображення: ДСТУ ISO 19117:2017 (ISO 19117:2012, IDT). – [Чинний від 2017-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2017. – 102 с.

8. *Географічна інформація*. Схема для геометрії і функцій покриття: ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT) – [Чинний від 2017-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2017. – 72 с.

9. *Карпінський Ю. О.* Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, М.В. Горковчук // Вісник геодезії та картографії. – 2012. – № 4. – С. 33 – 41.

10. *Карпінський Ю. О.* Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні / Ю.О. Карпінський,

А.А. Лященко. – Київ: НДІГК, 2006. – 108 с. – (Сер. «Геодезія, картографія, кадастр»).

11. *Карпінський Ю.О.* Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації /Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Ясуюкі Окада // Інженерна геодезія. – Київ: КНУБА, 2016. – Вип. 63. – С. 110 – 121.

12. *Тончовска Р.* Инфраструктура пространственных данных и INSPIRE / Р. Тончовска, В. Стенли, С. Де Мартино // Информационный бюллетень региона ЕЦА. – 2012. – № 55. – С.

13. *EU (2007): 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), 2007.

14. *INSPIRE: D2.5: Generic Conceptual Model, Version 3.4rc3*, 2013-04-05 2013-04-05 //inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3.4rc3.pdf.

15. *ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics. Standards Guide*, 2009. [Online] http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide.pdf.

16. *Yeung, Albert K.W.; Hall, Brent G.* (2007) Spatial database system: design, implementation and project management. The GeoJournal Library, vol. 87. – Springer, 2007. – 553 p.

17. *Wolfgang Kresse, David M. Danko* (2012) Springer Handbook of Geographic Information. – Springer Science & Business Media, 2012. – 1120 p.

ПЕРЕЛІК СТАНДАРТІВ І ПРОЄКТІВ ISO/TC 211

**Перелік стандартів і проєктів
під безпосередньою відповідальністю Секретаріату ISO/TC 211
(станом червень 2021 р.)**

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54904

№ з/п	Стандарт та/або проєкт		Стадія (див. прим. 1)	Стан (див. прим. 2)
1.	ISO 6709:2008	Standard representation of geographic point location by coordinates	90.92	Print
2.	ISO 6709:2008/ COR 1:2009	Standard representation of geographic point location by coordinates	60.60	Print
3.	ISO 19101- 1:2014	Reference model – Part 1: Fundamentals	90.93	Dev.
...
106.	ISO 19170- 1:2021	Discrete Global Grid Systems Specifications — Part 1: Core Reference System and Operations, and Equal Area Earth Reference System	60.60	Print

Примітки:

1. У стовпчику «Стан» позначено: Print – документ опубліковано; Dev. – документ в стадії розроблення;

2. У стовпчику «Стадія» вказано міжнародні узгоджені коди стадії розроблення документів ISO.

Код стадії	Зміст стадії
10.99	Нова робоча тема затверджена
20.20	Початок вивчення робочого проєкту (WD)
30.00	Реєстрація проєкту комітету (CD)
30.60	Розсилання коментаріїв та звіту з голосування
40.20	Початок голосування щодо проєкту міжнародного стандарту: три міс.
60.60	Опублікування міжнародного стандарту
90.60	Розсилання стислого звіту про перегляд
90.92	Міжнародний стандарт підлягає перегляду
90.93	Підтвердження чинності міжнародного стандарту

Джерело:

http://www.iso.org/iso/ru/home/standards_development/resources-for-technical-work/stages_table.htm?=

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**Асоціація об'єкта місцевості** (*feature association*)

Відношення, яке пов'язує екземпляри одного типу об'єкта місцевості з екземплярами того самого або іншого типу об'єкта місцевості (ДСТУ ISO 19110).

Атрибут об'єкта (*feature attribute*)

Характеристика об'єкта (ДСТУ ISO 19101).

Примітки: 1. Атрибут об'єкта має ім'я, тип даних та домен значень, пов'язаний з ним. Екземпляр об'єкта має атрибут зі значенням атрибута з домену значень.

2. Розрізняють атрибути з фіксованими та змінними доменами значень.

Атрибут вважають з фіксованим доменом, коли його значення відоме, обмежене та наперед задане, наприклад, переліком фіксованих значень. Об'єкт може не мати атрибутів з фіксованими доменами.

Атрибут вважають зі змінним доменом, коли множина значень, яких може набувати атрибут, не дає одному з них змоги однозначно встановлювати їх домен або такий домен задається числовим інтервалом. Об'єкт може не мати атрибутів зі змінним доменом.

Безперервне покриття (*continuous coverage*)

Покриття, яке повертає значення одного й того самого атрибута об'єкта для будь-якої точки, заданої координатами в межах області визначення окремого просторового, часового або просторово-часового об'єкта (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Незважаючи на те, що область визначення безперервного покриття зазвичай обмежена з погляду її просторового та / або часового поширення (домену), вона може бути розділена на нескінченну кількість точок, заданих координатами.

Буфер (*buffer*)

Геометричний об'єкт, що містить всі прямі позиції, відстань яких від зазначеного геометричного об'єкта дорівнює заданій відстані або є меншою (ДСТУ ISO 19107).

Вектор (*vector*)

Величина, яка характеризується числовим значенням і напрямком.

Примітка. Орієнтований відрізок прямої лінії подається вектором, числове значення якого дорівнює довжині, а напрям збігається з орієнтацією відрізка. Термін «векторні дані» (див. п. 3.7) стосується даних, що подають просторову конфігурацію об'єктів як набір орієнтованих відрізків.

Векторна геометрія (*vector geometry*)

Подання геометрії за допомогою конструктивних геометричних примітивів (ДСТУ ISO 19107).

Векторні дані (*vector data*)

Просторові дані, визначені в термінах границь та подані за допомогою конструктивних геометричних примітивів (ДСТУ ISO 19107).

Внутрішня область (*interior*)

Набір усіх прямих позицій, які містяться в геометричному об'єкті, але не розміщені на його границі (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Внутрішня область топологічного об'єкта – гомоморфна з внутрішньою областю будь-якої його геометричної реалізації. Це не включено як визначення, тому що це впливає із теореми топології.

Вузол (*node*)

Нульвимірний топологічний примітив (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя вузла – порожня множина.

Вузол зв'язаний (*connected node*)

Вузол, що починає або закінчує одне або більше ребер (ДСТУ ISO 19107).

Вузол [початковий] [кінцевий] (*[start] [end] node*)

Вузол на границі ребра, відповідний [початковий] [кінцевий] точці ребра як кривої в будь-якій допустимій геометричній реалізації топологічного комплексу, в якому ребро використано (ДСТУ ISO 19107).

Географічна інформація (*geographic information*)

Інформація про об'єкти та / або явища, неявно або явно пов'язані з розміщенням відносно Землі (ДСТУ ISO 19101).

Геометричний агрегат (*geometric aggregate*)

Колекція геометричних об'єктів, яка не має певної внутрішньої структури (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. У такому разі не можна зробити ніяких припущень щодо просторових відношень між елементами агрегування.

Геометрична вимірність (*geometric dimension*)

Найбільше число n , за якого кожна пряма позиція в геометричному наборі може бути асоційована з піднабором, що містить пряму позицію у внутрішній області і подібний (ізоморфний) до евклідового n -вимірного простору, R_n (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Криві як безперервні відображення частини реальної лінії мають геометричну вимірність 1. Поверхні не можуть бути відображені на R^2 у їх повноті, але навколо кожної заданої позиції може бути знайдена мала околиця, подібна (як безперервна функція) внутрішній області кола R^2 і тому двовимірною. В стандартах серії ДСТУ ISO 19100 більшість елементів поверхонь відображені у двовимірному просторі R^2 з визначенням механізму інтерполяції.

Геометрична границя (*geometric boundary*)

Границя, подана набором геометричних примітивів меншої геометричної розмірності, яка обмежує область поширення геометричного об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Геометричний комплекс (*geometric complex*)

Набір окремих геометричних примітивів, у якому границя кожного геометричного примітива може бути зображена як об'єднання інших геометричних примітивів меншої розмірності в межах того самого набору (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Геометричні примітиви в наборі є окремими в тому сенсі, що жодна пряма позиція не є внутрішньою позицією більш ніж одного геометричного примітива. Набір є замкнутим у граничних операціях і щодо кожного елемента в геометричному комплексі, і до кожної колекції (кожного геометричного комплексу), геометричні примітиви яких становлять границю цього елемента. Зауважимо, що границя точки (єдиного нульвимірного типу примітивного об'єкта в геометрії) – порожня множина. Таким чином, якщо геометричний примітив з найбільшою розмірністю (3D) є тілом, то побудова граничного оператора складається максимум з трьох послідовних кроків. Звідси також випливає, що границя будь-якого об'єкта – цикл.

Геометричний набір (*geometric set*)

Множина точок, заданих координатами (ДСТУ ISO 19107).

Геометричний об'єкт (*geometric object*)

Просторовий об'єкт, що репрезентує геометричний набір (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Геометричний об'єкт може складатися з геометричного примітива, колекції геометричних примітивів або геометричного комплексу, оброблюваного як окремий об'єкт. Геометричний об'єкт може бути просторовим поданням географічного (топографічного) об'єкта або його окремої значущої частини.

Геометричний примітив (*geometric primitive*)

Геометричний об'єкт, що відображає окремий зв'язаний гомогенний елемент простору (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Геометричні примітиви – неподільні об'єкти, що подають інформацію про геометричну конфігурацію, це точки, криві, поверхні і тіла.

Геометрична реалізація (*geometric realization*)

Геометричний комплекс, геометричні примітиви якого перебувають у такому відношенні один до одного з топологічними примітивами топологічного комплексу, що граничні відношення в цих двох комплексах узгоджуються (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. У такій реалізації топологічні примітиви подаються внутрішніми геометричними примітивами. Складені об'єкти є замкненими.

Геометрична множина (*geometric set*)

Набір прямих позицій (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Цей набір у більшості випадків є нескінченним.

Геометрія покриття (*coverage geometry*)

Конфігурація області покриття, описана в термінах координат (ДСТУ ISO 19123).

Граф (*graph*)

Набір вузлів, до деяких з яких приєднуються ребра (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. У географічних інформаційних системах граф може мати більш ніж одне ребро, що з'єднує два вузли, і може мати ребро, що має той самий вузол в обох кінцях (петля).

Гомоморфізм (*homomorphism*)

Відношення між двома доменами (наприклад, двома комплексами), що може бути описане функцією переходу від одного до другого зі збереженням структури (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Гомоморфізми відрізняються від ізоморфізмів тим, що жодної оберненої функції не потрібно. В ізоморфізмі є, по суті, два гомоморфізми – функціональні інверсії один до одного. Безперервні функції топологічно гомоморфні, тому що вони зберігають «топологічні характеристики». Відображення топологічних комплексів на їх геометричну реалізацію зберігає поняття границі, тому вони є гомоморфними.

Границя (*boundary*)

Набір, що визначає межі об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя зазвичай використовується в контексті геометрії, де набір – це колекція точок або колекція об'єктів, які містять ці точки. В інших сферах термін використовують метафорично, для того щоб описати перехід між об'єктом та іншою частиною простору його існування.

Грань (*face*)

Двовимірний топологічний примітив (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Геометрична реалізація грані – поверхня. Границя грані – набір орієнтованих ребер як єдиний топологічний комплекс, пов'язаний з гранню пограничними відношеннями. Вони можуть бути організовані як кільця.

Граф «ребро-вузол» (*edge-node graph*)

Граф, вбудований в топологічний комплекс, що складається з усіх ребер та пов'язаних вузлів цього комплексу (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Граф «ребро-вузол» – підкомплекс комплексу, у якому він міститься.

Дані вимірів ЦМР (*data measurement DEM*)

Дані вимірів та вихідні дані (пункти визначення висоти місцевості, характерні структурні лінії тощо), створені в процесі вимірювання на стереоскопічній моделі, що стають основою створення моделі рельєфу місцевості (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. ЦМР – цифрова модель рельєфу (див. п. 3.1)

Дискретне покриття (*discrete coverage*)

Покриття, яке повертає значення одних і тих самих атрибутів об'єкта для будь-якої точки в межах його просторової, часової або просторово-часової області визначення (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Область визначення або домен дискретного покриття складається з кінцевого набору просторових, часових або просторово-часових об'єктів.

Діапазон покриття (*range of coverage*)

Набір значень атрибутів об'єктів, пов'язаних за допомогою функції з елементами домену покриття (ДСТУ ISO 19123).

Доба (*day*)

Період, який має тривалість, номінально еквівалентну періоду обертання Землі навколо своєї осі (ДСТУ ISO 19108).

Домен; область визначення (*domain*)

Чітко визначений набір (ДСТУ ISO 19103).

Примітка. Домени використовують для визначення областей та інтервалів значень атрибутів, операторів і функцій.

Замкнений простір (*closure*)

Об'єднання внутрішньої області та границі топологічного або геометричного об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Запис (*record*)

Пойменована сукупність пов'язаних елементів (об'єктів або значень) (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Логічно запис є набором пар <ім'я, значення>

Зв'язаний (*connected*)

Властивість геометричного об'єкта, яка припускає, що будь-які дві прямі позиції на об'єкті можуть бути поміщені на кривій, що цілком залишається в межах об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Топологічний об'єкт є зв'язаним тоді й тільки тоді, коли вся його геометрична реалізація зв'язана. Цього твердження немає у визначенні, оскільки воно впливає з теореми топології.

Зовнішня область (*exterior*)

Різниця між універсальною множиною й замкненою областю (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Поняття зовнішньої області має сенс як для топологічного, так і для геометричного комплексу.

Зразок; екземпляр (*instance*)

Об'єкт, що реалізує клас (ДСТУ ISO 19107).

Ізольований вузол (*isolated node*)

Вузол, не зв'язаний з будь-яким ребром (ДСТУ ISO 19107).

Ізоморфізм (*isomorphism*)

Відношення «один до одного» між двома доменами (наприклад, двома комплексами), що описується функціями переходу від одного домену до іншого зі збереженням структури, а композиція послідовності цих двох функцій у будь-якому порядку є відповідною функцією тотожності (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Геометричний комплекс є ізоморфним до топологічного комплексу, якщо їх елементи перебувають один відносно до іншого зі збереженням розмірності та границі.

Календар (*calendar*)

Дискретна система відліку часу, що становить основу для визначення часового положення з точністю в один день (ДСТУ ISO 19108).

Календарна епоха (*calendar era*)

Послідовність періодів, яка бере відлік від певної події і складається з елементів, використовуваних у календарі (ДСТУ ISO 19108).

Каталог об'єктів (*feature catalogue*)

Каталог, що містить визначення й описи типів об'єктів, атрибутів об'єктів, відношень об'єктів, поданих в одному або кількох наборах географічних даних разом з будь-якою операцією об'єкта, що можуть бути застосовані (ДСТУ ISO 19101).

Примітка. Відношення об'єктів охоплюють також спадкування об'єктів й асоціації об'єктів.

Кільце (*ring*)

Проста крива, що є циклом (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Кільця використовують для опису граничної компоненти поверхонь у дво- і тривимірних системах координат.

Клас (*class*)

Опис набору об'єктів, які спільно використовують одні й ті самі атрибути, операції, методи, відношення й семантику (ДСТУ ISO 19103).

Примітка. Клас може використовувати набір інтерфейсів, для того щоби визначити набір операцій, передбачених для його середовища. Термін спочатку використовували в такий спосіб у загальній теорії об'єктноорієнтованого програмування, а пізніше був прийнятий для застосування в тому самому значенні в UML.

Кограниця (*coboundary*)

Набір топологічних примітивів вищого топологічного виміру, пов'язаних зі специфічним топологічним об'єктом так, що цей топологічний об'єкт знаходиться в кожній з їх границь (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Якщо вузол на границі ребра, то ребро належить до кограниці цього вузла. Кожний параметр орієнтації, пов'язаний з одним з цих відношень, також був би пов'язаний з іншим. Якщо вузол був кінцевим вузлом ребра (визначеним як кінець додатно орієнтованого ребра), тоді додатна орієнтація вузла (визначена як додатно спрямований вузол) мала б ребро в його кограниці.

Координата (*coordinate*)

Величина з послідовності n чисел, що визначає позицію точки в n -мірному просторі (ДСТУ ISO 19111).

Примітка. У референційній системі координат числа повинні бути співвіднесені з одиницями виміру.

Координатна розмірність (*coordinate dimension*)

Кількість вимірів або осей для опису положення в системі координат (ДСТУ ISO 19107).

Крива (*curve*)

Одновимірний геометричний примітив, що подає безперервне відображення лінії (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя кривої – набір точок з обох кінців кривої. Якщо крива є замкненою, два кінці – ідентичні. Отже, крива (топологічно замкнена), не має границі. Першу точку називають початковою точкою, останню – кінцевою. Забезпечення зв'язності кривої гарантується «безперервним відображенням лінії». Топологічна теорема визначає, що безперервне відображення зв'язаного набору є зв'язаним.

Кусок поверхні (*surface patch*)

Двовимірний зв'язаний геометричний об'єкт, який використовують зазвичай для подання безперервної частини поверхні за допомогою гомогенних інтерполяції та методу визначення (ДСТУ ISO 19123).

Мультимножина (*bag*)

Кінцева неупорядкована колекція зв'язаних елементів (об'єктів або значень), яку можна повторити (ДСТУ ISO 19103).

Примітка. Логічно, мультимножина – набір пар <елемент, порядковий номер>

Набір (*set*)

Неупорядкована колекція зв'язаних елементів (об'єктів або значень) без повторення (ДСТУ ISO 19107).

Обернене обчислення покриття (*inverse evaluation of coverage*)

Вибір набору об'єктів із домену покриття на підставі значень атрибутів об'єктів, пов'язаних з об'єктами покриття (ДСТУ ISO 19123).

Об'єкт (*object*)

Сутність з чітко визначеною границею та змістом, що інкапсулює стан і поведження (ДСТУ ISO 19107).

Примітки: 1. Спочатку цей термін вживали в такому значенні в загальній теорії об'єктноорієнтованого програмування, а пізніше він був схвалений для використання в тому самому значенні в UML. Об'єкт – примірник класу (типу). Атрибути й відношення відображають стан. Операції, методи та скінченні автомати відображають поведження.

2. Об'єкт застосовують до типу або екземпляра. Тип об'єкта або екземпляр об'єкта використовують, коли тільки один з них мають на увазі.

Об'єкт місцевості (*feature*)

Абстракція фізичного явища, вираженого в реальному світі та асоційованого з певним положенням на земній поверхні, про яке збирають, зберігають та розповсюджують дані (ДСТУ ISO 19101).

Об'єкт геометричного значення (*geometry value object*)

Об'єкт, що складається з набору пар геометричних значень (ДСТУ ISO 19123).

Оболонка (*shell*)

Проста поверхня, що є циклом (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Оболонку використовують для опису граничних компонентів тіл у тривимірних системах координат.

Обчислення покриття (*evaluation of coverage*)

Визначення значень покриття в будь-якій точці із заданими координатами в межах домену покриття (ДСТУ ISO 19123).

Обчислювальна геометрія (*computational geometry*)

Маніпуляції та обчислення з геометричними поданнями для виконання геометричних операцій (ДСТУ ISO 19107).

Приклад

Операції обчислювальної геометрії охоплюють тестування геометричного включення або перетинання, обчислення опуклих оболонок або буферних зон, або виявлення найкоротших відстаней між геометричними об'єктами.

Обчислювальна топологія (*computational topology*)

Топологічні поняття, структури й алгебра, які допомагають, розширюють або визначають операції з топологічними об'єктами, зазвичай виконувани в обчислювальній геометрії (ДСТУ ISO 19107).

Околиця (*neighbourhood*)

Геометричний набір, що у своїй внутрішній області містить задану пряму позицію та всі інші прямі позиції в межах заданої відстані від заданої прямої позиції (ДСТУ ISO 19107).

Операція об'єкта (*feature operation*)

Операція, що може бути виконана над кожним екземпляром типу об'єкта (ДСТУ ISO 19110).

Опукла оболонка (*convex hull*)

Найменший опуклий набір, що містить цей геометричний об'єкт (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Термін «найменший» – теоретично найменший набір, а не в контексті виміру. Визначення може бути перевизначене як «перетинання усіх опуклих наборів, які містять геометричний об'єкт».

Опуклий набір (*convex set*)

Геометричний набір, у якому будь-яка точка, задана координатами на відрізку прямої лінії, що з'єднує будь-які дві точки в геометричному наборі, також міститься в геометричному наборі (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Опуклі набори «просто зв'язані» означає, що вони не мають ніяких внутрішніх отворів і можуть розглядатися як топологічно ізоморфні до евклідової кулі відповідного виміру. Відповідно поверхню сфери можна розглядати як геодезично опуклу.

Орієнтований вузол (*directed node*)

Орієнтований топологічний об'єкт, що подає асоціацію між вузлом і однією з його орієнтацій (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Орієнтовані вузли використовують відносно кограниці для того, щоби відобразити просторову асоціацію між ребрами і вузлами. Орієнтація вузла щодо ребра: «+» для кінцевого вузла і «-» для вузла початку. Це узгоджується з векторною нотацією: <результат> = <кінець> - <початок>

Орієнтована грань (*directed face*)

Орієнтований топологічний об'єкт, що відображає асоціацію між гранню й однією з її допустимих орієнтацій (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Орієнтацію ребер, які становлять зовнішню границю орієнтованої грані, можна вважати додатною щодо напрямку цього вектора; напрямок орієнтованої грані, що обмежує топологічне тіло, вказує назовні (від) топологічного тіла. Суміжні тіла мають різні орієнтації граней їх спільної границі, сумісної з тим самим типом асоціації між суміжними гранями та їх спільними ребрами. Орієнтовані грані використовують відносно кограниці для підтримання просторової асоціації між гранями і ребрами.

Орієнтоване ребро (*directed edge*)

Орієнтований топологічний об'єкт, що відображає асоціацію між ребром та однією з його можливих орієнтацій (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Ребро, визначене згідно з його орієнтацією, має (+) орієнтацію, інакше воно має (-) орієнтацію. Орієнтоване ребро використовують у топології, щоб відрізнити правий бік (-) від лівого боку (+) відносно ребра, а також початковий вузол (-) та кінцевий вузол (+) ребра й для того, щоби подати ці поняття в обчислювальній топології.

Орієнтоване тіло (*directed solid*)

Орієнтований топологічний об'єкт, що подає асоціацію між топологічним тілом й однією з його орієнтацій (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Орієнтовані тіла використовують в кограницному відношенні для того, щоби відобразити просторову асоціацію між гранню і топологічним тілом. Орієнтація тіла – відносно грані: «+», якщо нормаль спрямована назовні, та «-» – якщо всередину. Це узгоджується з поняттям «спрямована назовні» для поверхні, що обмежує тіло.

Орієнтований топологічний об'єкт (*directed topological object*)

Топологічний об'єкт, що відображає логічну асоціацію між топологічним примітивом та однією з його орієнтацій (ДСТУ ISO 19107)

Пара геометричного значення (*geometry value pair*)

Впорядкована пара, що складається з просторового, часового або просторово-часового об'єкта та запису значень атрибутів об'єкта (ДСТУ ISO 19123).

Підкомплекс (*subcomplex*)

Комплекс, що складається з елементів, які належать до більшого комплексу (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Оскільки визначення геометричного і топологічного комплексів потребують тільки того, щоби вони були замкненими в контексті граничних операцій, то набір будь-яких примітивів відповідного й меншого виміру – завжди підкомплекс первинного, більшого комплексу. Таким чином, будь-який повний плоский топологічний комплекс містить граф «ребро–вузол» як підкомплекс.

Піднабір (*subset*)

Набір, що складається з елементів, які належать до більшого набору (ДСТУ ISO 19107).

Приклад

У наборі векторних даних можна виділити піднабір векторних даних, що містить екземпляри об'єктів певного типу, наприклад, піднабір будівель, мостових споруд тощо.

Підпис (*signature*)

Текстовий рядок, який визначає ім'я і параметри, потрібні для виклику операції (ДСТУ ISO 19110).

Примітка. Підпис може містити додаткові параметри, які повертаються. Цей підпис зазвичай отримують з формального визначення. Це еквівалент підпису UML.

Планарний топологічний комплекс (*planar topological complex*)

Топологічний комплекс, що має геометричну реалізацію, побудовану у двовимірному евклідовому просторі (ДСТУ ISO 19107).

Покриття (*coverage*)

Просторовий об'єкт, що діє як функція, яка повертає значення в певному діапазоні значень для будь-якої точки, заданої координатами в межах його просторової, часової або просторово-часової області визначення (ДСТУ ISO 19123).

Приклад

Приклади охоплюють растрове зображення, область, покриту полігонами, або цифрову матрицю висот.

Примітка. Іншими словами, покриття є об'єктом, який має кілька значень для атрибута кожного типу, при цьому кожній точці в геометричному поданні цього об'єкта є відповідним одне значення атрибута кожного типу.

Поверхня (*surface*)

Двовимірний геометричний примітив для локального подання безперервного відображення області в плані (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя поверхні – набір орієнтованих, замкнених кривих, які окреслюють межі поверхні. Поверхні, які є ізоморфними до сфери, або до n -торсу (топологічна сфера з n -вимірним отвором), не мають ніякої границі. Такі поверхні називають циклами.

Полігон Тіссена; локус Вороного (*Thiessen polygon; Voronoi locus*)

Багатокутник, який охоплює одну із заданого набору точок на площині так, що охоплює всі прямі позиції, ближчі до цієї точки, ніж до будь-якої іншої точки заданого набору точок (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Полігони Тіссена, побудовані для заданого набору точок, утворюють відповідне полігональне покриття, або діаграму Вороного.

Полігональне покриття (*polygon coverage*)

Покриття, домен якого складається з полігонів (ДСТУ ISO 19123).

Послідовність (*sequence*)

Скінченний, упорядкований набір зв'язаних елементів (об'єктів або значень), який може повторюватися (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Логічно, послідовність – набір пари < елемент, зсув >. Синтаксис мови оброблення списків Лісп, що розмежовує послідовності круглими дужками і відокремлює елементи в послідовності комами, широко використовуваний в технічній літературі та стандартах.

Прикладне застосування, застосунок (*application*)

Засіб маніпулювання й оброблення даних з дотриманням вимог користувача (ДСТУ ISO 19109).

Прикладна схема (*application schema*)

Концептуальна схема для даних, потрібних одному або більше застосункам (ДСТУ ISO 19101).

Простий об'єкт (*simple*)

Властивість геометричного об'єкта, яка полягає в тому, що внутрішня область об'єкта ізотропна (всі точки мають ізоморфні околиці), а отже, всюди об'єкт локально ізоморфний до відкритої підмножини евклідового координатного простору відповідної розмірності (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Мається на увазі, що жодна внутрішня пряма позиція не міститься в самоперетинанні будь-якого виду.

Просторовий об'єкт (*spatial object*)

Об'єкт, використовуваний для подання просторових характеристик географічного об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Просторовий оператор (*spatial operator*)

Функція або процедура, що має не менш ніж один просторовий параметр у своєму домені або діапазоні (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Будь-яка UML-операція на просторовому об'єкті може бути класифікована як просторовий оператор або як просторовий запит.

Просторово-часовий домен покриття (*spatiotemporal domain of coverage*)

Домен покриття, що складається з просторово-часових об'єктів (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Просторово-часовий домен безперервного покриття складається з множини точок, визначених відносно набору просторово-часових об'єктів.

Просторово-часовий об'єкт (*spatiotemporal object*)

Об'єкт, який репрезентує множину точок, визначених координатами в просторі і часі (ДСТУ ISO 19109).

Пряма позиція (*direct position*)

Позиція, описана окремим набором координат в референційній системі координат (ДСТУ ISO 19107).

Растр (поліграфія) (*raster*)

Прямокутна структура, утворена паралельними лініями розгортки, що формуються на екрані дисплея, яку отримують як результат цифрового фотографування або сканування зображень (ДСТУ ISO 19123).

Растр (інформаційні технології) (*raster*)

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 самої розмірності, кожний елемент якої характеризується набором ознак, а його положення – номером рядка й стовпчика в матриці.

Примітка. Растр є одним з типів сітки.

Ребро (*edge*)

Одновимірний топологічний примітив (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Геометрична реалізація ребра – крива. Границя ребра – набір одного або двох вузлів, пов'язаних з ребром у межах топологічного комплексу.

Ректифікована сітка (*rectified grid*)

Сітка, для якої існує афінне перетворення між координатами сітки і координатами зовнішньої референційної системи координат (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Якщо вихідна система координат пов'язана із землею за допомогою датума, то сітка є георектифікованою сіткою.

Референцна система координат (*coordinate reference system*)

Відносна система координат, пов'язана з реальним світом на певну епоху (ДСТУ ISO 19111).

Референцована сітка (*referenceable grid*)

Сітка, пов'язана з перетворенням, яке може бути використане для конвертування значень координат сітки у значення координат відповідної зовнішньої референцної системи координат (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Якщо вихідна система координат пов'язана з землею за допомогою датума, сітка є геореференцованою сіткою.

Сегмент кривої (*curve segment*)

Одновимірний геометричний об'єкт, який використовують для подання безперервної компонентної кривої за допомогою гомогенних інтерполяції та методу визначення (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Геометричний набір, поданий єдиним сегментом кривої, є еквівалентним кривій.

Сітка (*grid*)

Мережа, що складається з двох або більше наборів кривих, в яких елементи кожного набору перетинаються елементами іншого набору за певним алгоритмом (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Криві поділяють простір на комірки сітки. Растр є одним з типів сітки.

Складена крива (*composite curve*)

Послідовність кривих, у якій кожна крива (крім першої) починається в кінцевій точці попередньої кривої цієї послідовності (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Складена крива як набір прямих позицій має всі властивості кривої.

Складена поверхня (*composite surface*)

Зв'язаний набір поверхонь, що прилягають одна до одної спільними граничними кривими (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Складена поверхня як набір прямих позицій має всі властивості поверхні.

Складене тіло (*composite solid*)

Зв'язаний набір тіл, що прилягають одне до одного спільними граничними поверхнями (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Складене тіло як набір прямих позицій має всі властивості тіла.

Сильна взаємозамінність (*strong substitutability*)

Здатність будь-якого екземпляра класу, що є нащадком у разі успадкування або реалізації іншого класу, типу або інтерфейсу, який використовують замість екземпляра його предка в будь-якому контексті (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Слабкіші форми взаємозамінності мають різні обмеження на контекст певної заміни.

Система координат (*coordinate system*)

Набір математичних правил, що визначають, як координати повинні бути призначені для точки (ДСТУ ISO 19111).

(Суцільне) тіло (*solid*)

Тривимірний геометричний примітив, що репрезентує безперервний образ області в тривимірному евклідовому просторі (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Суцільне тіло локально реалізується як тривимірна множина точок. Границя тіла – набір орієнтованих, замкнених поверхонь, які є межами тіла.

Теселяція (*tessellation*)

Поділ простору на набір суміжних підпросторів, що мають ту саму розмірність, що й простір поділу (ДСТУ ISO 19123).

Примітка. Теселяція, що складається з конгруентних правильних багатокутників або багатогранників, є регулярною теселяцією. Регулярні складові, що є неконгруентними багатокутниками або багатогранниками, утворюють напіврегулярну теселяцію. В решті випадків теселяція є нерегулярною.

Тип об'єкта місцевості (*type object*)

Клас явищ реального світу зі спільними властивостями. Тип об'єкта місцевості є основним рівнем класифікації у каталозі об'єктів місцевості.

Топологічна розмірність (*topological dimension*)

Мінімальна кількість незалежних змінних, потрібних для розрізнення сусідніх прямих позицій в межах геометричного об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Під згаданими незалежними змінними звичайно мають на увазі місцеву систему координат. У тривимірному координатному просторі площина може бути описана векторним виразом $P(u, v) = A + uX + vY$, де u і v – дійсні числа, A – в цьому випадку – будь-яка точка на площині, X і Y – два вектори, дотичні до площини так, що позиції на площині можна відрізнити, використовуючи u і v (числа тут універсальні), площина є двовимірною, (u, v) – система координат для точок на площині. Загалом це не може бути дотримане універсально на загальних поверхнях.

Якщо взяти дотичну до поверхні площину й спроектувати точки поверхні на цю площину, матимемо локальний ізоморфізм для невеликих околиць точки дотику. Це місцева система координат для основної поверхні, достатня для відображення поверхні як двовимірного топологічного об'єкта. Отже, тільки просторові координати будь-якого тривимірного об'єкта можуть утворити топологічний вимір. В 4D (часово-просторовій) моделі дотичні простори також відіграють важливу роль у зведенні топологічної розмірності об'єктів до тривимірної.

Топологічний вираз (*topological expression*)

Набір орієнтованих топологічних примітивів, з яким оперують подібно до багатовимірного полінома (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Топологічний вираз використовують для багатьох обчислень в обчислювальній топології.

Топологічна границя (*topological boundary*)

Границя, подана набором орієнтованих топологічних примітивів меншої топологічної розмірності, що обмежує простір топологічного об'єкта (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя топологічного комплексу збігається з границею геометричної реалізації топологічного комплексу

Топологічний комплекс (*topological complex*)

Набір топологічних примітивів, замкнений під час граничних операцій (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Термін «замкнений під час граничних операцій», означає, що розміщення топологічного примітиву в топологічному комплексі також є тотожним розміщенню меж об'єктів у топологічному комплексі.

Топологічний об'єкт (*topological object*)

Просторовий об'єкт, що відображає просторові характеристики, інваріантні до безперервних перетворень (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Топологічний об'єкт – топологічний примітив, набір топологічних примітивів або топологічний комплекс.

Топологічний примітив (*topological primitive*)

Топологічний об'єкт, що відображає окремий неподільний елемент (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Топологічний примітив є відповідним внутрішній області геометричного примітива того ж самого виміру в геометричній реалізації.

Топологічне тіло (*topological solid*)

Тривимірний топологічний примітив (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя топологічного тіла складається з набору орієнтованих граней.

Точка (*point*)

Нульвимірний геометричний примітив, що відображає пряму позицію (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Границя точки є порожньою множиною.

Точка [початкова] [кінцева] (*[start] [end] point*)

[Перша] [остання] точка кривої (ДСТУ ISO 19107).

Точка сітки (*grid point*)

Точку розміщено на перетині двох або більше кривих в сітці (ДСТУ ISO 19123).

Точкове покриття (*point coverage*)

Покриття, домен якого складається з точок (ДСТУ ISO 19107).

Трансфер даних (*data transfer*)

Передавання даних одним суб'єктом (постачальником даних) іншому суб'єкту (одержувачу даних) відповідно до обумовлених в угоді вимог для спільного або паралельного досягнення економічних, маркетингових або управлінських цілей.

Триангуляція Делоне (*Delaunay triangulation*)

Мережа трикутників для заданої множини точок на площині, побудована таким чином, що для будь-якого трикутника всі точки із заданої множини, окрім точок, що є його вершинами, лежать поза колом, описаним навколо трикутника (ДСТУ ISO 19107).

Триангуляційна нерегулярна мережа (*triangulated irregular network, TIN*)

Мережа, що складається з трикутників (ДСТУ ISO 19107).

Умовна позначка (*designation designator*)

Подання поняття знаком, який свідчить про нього (ДСТУ ISO 19110).

Примітка. В термінології розрізняють три типи позначок: символи, найменування і терміни.

Універсальна грань (*universal face*)

Необмежена грань у двовимірному комплексі (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Універсальна грань зазвичай не є частиною [якого-небудь] об'єкта, використовують її, щоб подати необмежену частину набору даних. Її внутрішньою границею (вона не має [ніякої] зовнішньої границі) звичайно вважають зовнішню границю карти, що відображає набір даних.

Універсальне тіло (*universal solid*)

Необмежене топологічне тіло в тривимірному комплексі (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Універсальне тіло – тривимірний аналог універсальної грані, що також звичайно не є частиною якого-небудь об'єкта.

Всесвітній координований час; UTC (*Coordinated Universal Time; UTC*)

Шкала часу, підтримувана Міжнародним бюро мір і ваг (Bureau International des poids et mesures, BIMP) і Міжнародною службою обертання Землі (International Earth Rotation and Reference Systems Service, IERS), яка формує основу скоординованого поширення стандартних частот і часових сигналів.

Успадкування об'єкта (*feature inheritance*)

Механізм, за допомогою якого більш специфічні об'єкти включають структуру і поведінку узагальнених об'єктів (ДСТУ ISO 19107).

Функція (*function*)

Правило для асоціації кожного елемента домену (джерела або домена функції) з унікальним елементом іншого домену (адресатом, ко-доменом або діапазоном) (ДСТУ ISO 19107).

Функціональна мова (*functional language*)

Мова, якою формально описано операції об'єктів місцевості (ДСТУ ISO 19123).

Цикл (*cycle*)

Геометричний просторовий об'єкт без границі (ДСТУ ISO 19107).

Примітка. Цикли використовують для опису граничних компонентів: оболонка, кільце. Цикл не має границі, тому що він замкнутий на себе, але обмежений (тобто не має нескінченного поширення). Наприклад, коло або сфера не мають ніякої границі, у сенсі початку й кінця, але обмежені.

Циклічна послідовність (*circular sequence*)

Послідовність, що не має логічного початку й тому еквівалентна будь-якому внутрішньому циклічному зсуву; отже, останній елемент у послідовності передує першому елементу в послідовності (ДСТУ ISO 19107).

Цифрова модель місцевості (*digital terrain model, DTM*)

Цифрове подання просторових об'єктів, відповідних складу об'єктів топографічних карт; множина, елементами якої є топографо-геодезична інформація про місцевість і правила поводження з нею.

Цифрова модель рельєфу; ЦМР (*digital terrain model, DTM; digital elevation model, DEM; Digital Terrain Elevation Data, DTED*)

Засіб цифрового подання тривимірних просторових об'єктів (поверхонь, рельєфів) у вигляді тривимірних даних як сукупності висотних відміток або відміток глибин та інших значень аплікату у вузлах регулярної сітки з утворенням матриці висот, триангуляційної нерегулярної мережі (*TIN*) або як сукупності записів горизонталей (ізогіпси, ізобат) або інших ізоліній.

Навчальне видання

КАРПІНСЬКИЙ Юрій Олександрович,
ЛЯЩЕНКО Анатолій Антонович,
ЛАЗОРЕНКО-ГЕВЕЛЬ Надія Юріївна

ОСНОВИ ГІС. СТАНДАРТИЗАЦІЯ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Навчальний посібник

Редагування та коректура *І. В. Кобринюї*
Комп'ютерне верстання *Т. І. Кукарєвої*

Підписано до друку 23.12..2021. формат 60*40_{1/16}
Ум. друк. арк. 8,83. Обл.-вид. арк. 9,5.
Тираж 25 прим. Вид № 15/І-21. Зам. № 27/1-21

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
Видавничої справи ДК №808 від 13.02.2002 р.