

УДК 528.48:658.012.011.56

д.т.н., професор Лященко А.А.,
l_an@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6724-8092,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
к.т.н. Черін А.Г., cherin.andrey@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7754-7341,
Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, м. Київ

БАЗОВІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В ГІС МІСТОБУДІВНОГО КАДАСТРУ

Розглянуто сервіс-орієнтовану архітектуру геоінформаційної системи містобудівного кадастру на основі використання об'єктно-реляційної системи керування базами даних для реалізація сховища даних інформаційних ресурсів системи містобудівного кадастру. Обґрунтовано архітектуру системи інтеграції геопросторових даних з різних джерел в базах даних сховищі даних ГІС містобудівного кадастру на основі технології консолідації даних та обмінних файлів. Розглянуто особливості реалізації процесів вивантаження даних із баз даних джерел, перетворення та завантаження даних з обмінних файлів в сховище даних ГІС містобудівного кадастру з використанням шлюзової бази даних та каталогів класів об'єктів обмінних файлів і об'єктів баз геопросторових даних ГІС містобудівного кадастру. Визначено роль еталонних реєстрів адрес, вулиць та інших поіменованих об'єктів, цифрової топографічної основи та уніфікованих метаданих для інтеграції геопросторових даних на семантичному рівні.

Ключові слова: містобудівний кадастр, геопросторові дані, геоінформаційна система, інтеграція даних в сховищах даних, консолідація даних.

Вступ. В останні роки в Україні досить інтенсивно створюються сучасні системи містобудівного кадастру на державному, регіональному і міському рівнях. В геоінформаційних системах містобудівного кадастру (ГІС МБК) формуються бази геопросторових даних комплексної цифрової моделі місцевості, що містить структуровану інформацію про стан та перспективи розвитку території, містобудівні регламенти, містобудівну, планувальну та проектну документацію. Ця модель створюється на основі цифрових топографічних карт, наборів профільних геопросторових даних, що постачаються в складі містобудівної документації, даних державних земельного, лісового, водного та інших кадастрів природних ресурсів, а також даних, що виробляються органами державної влади, органами місцевого самоврядування, комунальними, проектними, топографо-геодезичними і

вишукувальними підприємствами та іншими суб'єктами містобудівної діяльності.

Це, з одного боку, надає інформаційним ресурсам ГІС МБК комплексний, багатоцільовий характер, а з іншого, процеси їх формування і актуалізації об'єктивно вимагають організації чіткої взаємодії усіх суб'єктів інформаційного процесу та застосування сучасних технологій інтеграції великих обсягів даних з різних джерел в базах геопросторових даних ГІС МБК.

Метою цієї статті є обґрунтування базових моделей та методів інтеграції геопросторових даних в ГІС МБК з урахуванням особливостей структури та змісту даних містобудівного кадастру.

Аналіз останніх публікацій та постановка задачі. Інтенсивний розвиток методологія інтеграції даних в останні два десятиліття зумовлений створенням великих корпоративних, регіональних та глобальних інформаційних систем Інтеграція даних визначається як об'єднання даних з різних джерел для подання даних користувачам в уніфікованому виді, в широкому сенсі інтеграція – це процес організації обміну даними між різними інформаційними системами [13].

Проблеми інтеграції даних пов'язані з подоланням системної, синтаксичної, структурної та семантичної неоднорідності (гетерогенності) даних, що надходять в інформаційну систему з різних джерел. Відповідно з цим вирізняють системний, синтаксичний (фізичний), структурний (логічний) і семантичні рівні інтеграції даних [13]. В процесі еволюції систем інтеграції сформувалися підходи до організації та архітектури засобів інтеграції даних, зокрема: консолідації даних в сховищах даних, федералізації баз даних, технологій синхронного і асинхронного поширення даних, сервіс-орієнтована архітектура, гібридні технології тощо [13, 16].

Незалежно від технологій та методів інтеграції даних, на практиці приходиться вирішувати питання, пов'язані із змістовною інтерпретацією та відмінностями подання однакових сутностей у різних джерелах даних. Із системних позицій інтеграції зводиться до подолання невідповідності в схемах даних та невідповідностей в самих даних.

Для ефективного вирішення завдань інтеграції даних для кожного конкретного класу систем потрібно визначити типові види невідповідностей, правила їх формального опису та реалізувати програмні засоби, що забезпечують максимальний рівень автоматизації процесу узгодження даних та усунення їх дублювання в інтегрованій базі даних системи, оскільки за великих обсягів даних вирішення цих завдань в ручному режимі практично неможливо.

Проблема інтеграції даних в ГІС МБК потребує подолання як загальних типів неоднорідності даних, що притаманні традиційним інформаційним

системам, так і подолання гетерогенності геометричних моделей об'єктів, отриманих із різних джерел для реєстрації і використання в базах геопросторових даних ГІС МБК.

Виклад основного матеріалу. Сучасні ГІС МБК створюються переважно за сервіс-орієнтованою архітектурою (рис.1), до ключових компонентів якої належать сховище даних містобудівного кадастру, геопортал системи МБК та сервіси, що забезпечують автоматизацію діяльності служби та базових суб'єктів системи містобудівного кадастру в процесі формування і використання її інформаційних ресурсів.

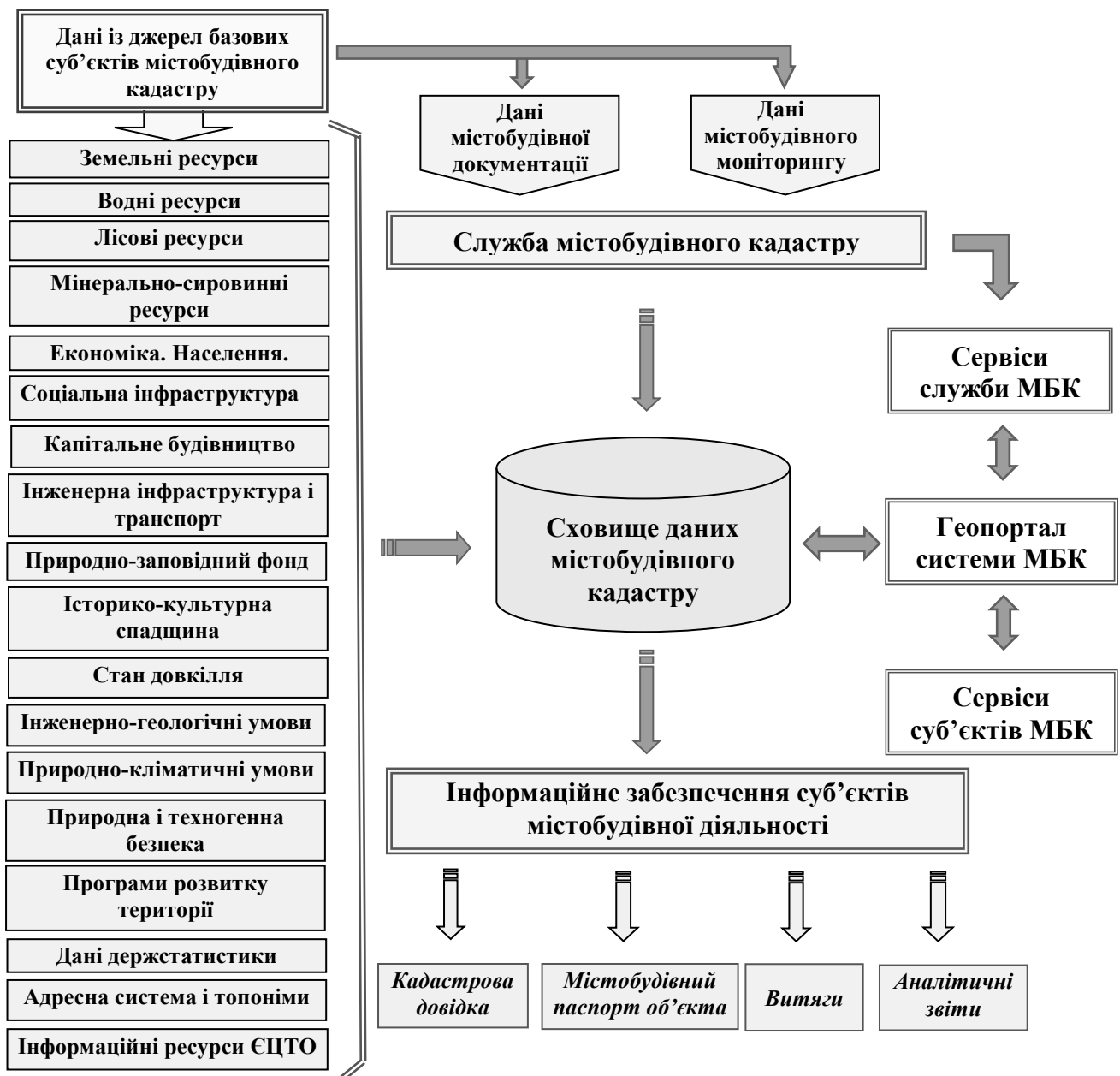


Рис. 1. Узагальнена архітектура та схема формування і використання інформаційних ресурсів системи містобудівного кадастру

До основних особливостей інформаційних ресурсів системи містобудівного кадастру (ІР МБК) належать:

комплексність охоплення території як складної містобудівної системи;
важливість просторової складової, оскільки всі об'єкти і явища мають координатну прив'язку і взаємодіють в просторі та часі;

різноманітність даних (текстові, графічні, картографічні, мультимедійні тощо) про об'єкти і явища на території, які надаються, реєструються та зберігаються в цифрових та аналогових форматах;

великі обсяги даних, оскільки йдеться про реєстрацію кількох десятків атрибутів для сотень тисяч просторово локалізованих об'єктів;

різноманітне підпорядкування організаційних і технологічних структур, що задіяні в процесах збирання, реєстрування та постачання даних;

динамічні зміни характеристик об'єктів (новобудови, реконструкція, зміна власників, функціонального використання, розділення/об'єднання об'єктів власності тощо – десятки змін на добу у великих містах);

підвищенні вимоги щодо надійності зберігання, повноти та достовірності даних, оскільки вони призначені для підтвердження відповідності забудови і використання земель регламентам, визначеним в містобудівній документації.

Сховище даних ІР МБК в сучасних системах реалізується в середовищі об'єктно-реляційних систем керування базами даних (ОР СКБД) типу Oracle, MS SQL Server, DB 2, PostgreSQL з функціональними розширеннями для зберігання та опрацювання просторових і мультимедійних даних [12]. Це дозволяє створити однорідне середовище зберігання різних типів даних ІР МБК за принципами об'єктного і семантичного підходів до інтеграції даних.

Сховище даних ІР МБК структурно організовано як сукупність баз даних з територіальними і тематичними розділами у відповідності до рівня ведення містобудівного кадастру (населений пункт, район, область) та змісту даних і документів (рис.1), що реєструються в системі МБК на кожному рівні [1, 2]. В базі даних (БД) кожного тематичного розділу певний об'єкт описується набором властивостей (атрибутів) з унікальним ідентифікатором об'єкта та асоціюється з програмними функціями (методами), що моделюють поведінку об'єктів певного класу. Для кожного об'єкта в базі геопросторових даних (БГД) можуть зберігатися кілька екземплярів геометричних моделей, що описують його просторові властивості з різним просторовим розрізненням. У такий спосіб забезпечується мультиподання (мультимасштабність) просторових властивостей об'єктів без дублювання наборів атрибутів для кожного з них.

Очевидно, що основою інтеграції геопросторових даних в сховищі даних ГІС МБК є база даних єдиної цифрової топографічної основи (ЄЦТО) території, реєстри адрес, вулиць та інших поймаєнаних об'єктів. ЄЦТО розглядається не

лише як підоснова (тло) просторового подання розроблених містобудівних і проектних рішень, а як базовий набір геопросторових даних із математично строгою координатною основою у визначеній референційній системі координат і об'єктною структурою, що найповніше відповідає реальним об'єктам місцевості та є базисом для досягнення координатної і топологічної узгодженості просторових характеристик об'єктів при інтеграції геопросторових даних з різних джерел.

Реєстри просторово прив'язаних адрес, вулиць та інших поймаєнованих об'єктів (місцевих топонімів з назвами організацій, установ і підприємств включно) також належать не стільки до довідкових даних (як це визначено в ДБН Б.1.1-16:2013 [2]), а є ключовими для непрямого (опосередкованого) геокодування будь-яких даних, що містять складову адресної або топонімічної ідентифікації об'єктів, пов'язаних з цими даними. Згідно ДСТУ ISO 19112 [5] та ДСТУ 8774:2018 [4] подібне геокодування узагальнено як просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами. До основних джерел даних містобудівного кадастру з прив'язкою за географічними ідентифікаторами належать дані державної статистики (зокрема, дані перепису населення), дані про об'єкти соціальної інфраструктури, виробничі підприємства, дані про суб'єктів містобудівної діяльності тощо.

Семантичний підхід до інтеграції даних в ГІС МБК забезпечується на рівні реєстрації, зберігання та використання для усіх даних відповідних метаданих, що містять відомості про систему просторових координат, походження та час отримання даних, про систему класифікації та кодування значень, структуру та якість даних тощо.

Зважаючи на велике число джерел даних (системи державних кадастрів, інші галузеві інформаційні системи, дані містобудівної документації тощо), проблеми інтеграції геопросторових даних в ГІС МБК пов'язані з усіма типовими видами неоднорідності даних в геоінформаційних системах, що визначені в ДСТУ ISO 19101 [3], а саме:

системна неоднорідність – характеризується відмінностями апаратних засобів, операційних систем, СКБД та геоінформаційних систем джерел даних;

синтаксична неоднорідність – стосується фізичного уявлення даних та визначається відмінностями у форматах (граматиках мов), які використовуються для передавання даних в повідомленнях від джерел даних;

структурна неоднорідність – пов'язана з відмінностями в концептуальному моделюванні географічних об'єктів (географічні об'єкти, класи, атрибути і відношення можуть бути визначені по-різному в різних джерелах);

семантична неоднорідність – стосується відмінностей в значеннях понять і даних, що використовуються для уявлення об’єктів реального світу з різних точок зору (або контекстів) предметних сфер, в яких вони досліджуються.

Значна системна неоднорідність базових джерела даних для МБК обумовлює використання в сучасних ГІС МБК методів інтеграції даних за технологією консолідації даних з використанням обмінних файлів. В процесі консолідації даних вирізняють три фази – вивантаження (витягування) даних із джерел в обмінні файли, перетворення даних у вхідні формати ГІС МБК та завантаження даних в сховище (*Extraction, Transformation, Loading – ETL*).

Вивантаження даних із баз даних джерел (БДД) та формування обмінних файлів здійснюється представниками утримувача (розпорядника) інформаційної системи (ІС) джерела даних на підставі угоди між суб’єктами інформаційної взаємодії (службою містобудівного кадастру та організацією утримувачем/розпорядником ІС даних джерела) або на підставі затвердженого порядку передавання в ГІС МБК даних, що створюються в процесі містобудівної діяльності або містобудівного моніторингу та згідно чинних нормативних документів підлягають обов’язковій реєстрації в системі МБК. На цьому етапі можуть використовуватися спеціально розроблені програми або готові засоби ETL середовища СКБД джерел даних або комбінація цих засобів.

На практиці найчастіше використовується останній варіант (рис 2), коли застосовуються ETL програмні засоби певного системного оточення СКБД для реалізації запитів до бази джерела даних щодо створення виду (View) на множині даних БД джерела для потреб системи МБК та спеціально розроблені програми для формування обмінного файла інформаційної взаємодії «БДД – ГІС МБК».

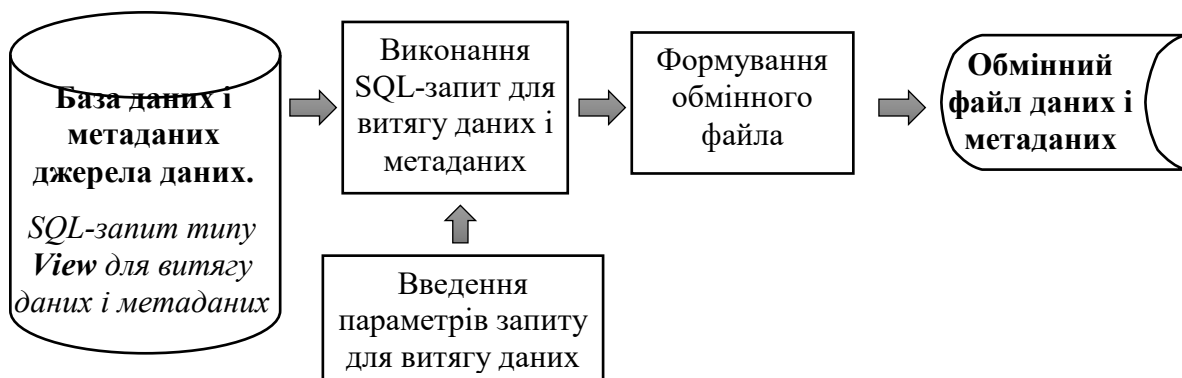


Рис. 2. Схема типового процесу вивантаження даних із БД джерела даних

SQL-запит типу *View* є об'єктом постійного зберігання в базі даних, а його виконання здійснюється стандартними засобами СКБД джерела даних. В параметрах запити задаються такі опції витягу як: усі дані визначені в запиті *View*; усі визначені дані за певний період; тільки змінені дані за певний період тощо. Технологія обміну файлами для інтеграції даних, отриманих із різних організаційно і фізично відокремлених систем, залишається найпоширенішим способом інформаційної взаємодії сучасних галузевих ІС. Швидше за все, це пов'язано з тим, що цей спосіб є інтуїтивно зрозумілим та простим в реалізації. Для даних з простою табличною структурою існує кілька уніфікованих форматів обміну, наприклад, CVS (*Common Separated Values*) – текстовий формат з полями значень, що розділені комами або іншим наперед визначеним роздільником. Зважаючи на широке застосування сучасних веб-технологій, як базова для обміну даними використовується модель, що заснована на стандарті розширюваної мови розмітки XML (*eXtensible Markup Language*) [15]. Стандарт визначає XML як метамову, на основі якої описуються предметно-орієнтовані мови розмітки даних. На XML подаються як власне дані, так і структура даних у вигляді мови XML-схем, що забезпечує високий рівень автоматизації підтримки XML-моделі даних в сучасних СКБД, мовах програмування, валідаторах даних тощо. В комплексі стандартів ISO 19100 з географічної інформації/геоматики та національному стандарті ДСТУ 8774:2018 [4] XML рекомендовано як базову модель для кодування і обміну геопросторовими даними [13], зокрема в ДСТУ ISO 19136:2017 [8] визначено мову GML (*Geography Markup Language*) для розмітки геопросторових даних, а в ДСТУ ISO/TS 19139:2017 [9] визначено XML-модель подання метаданих для геопросторових даних. У вітчизняній практиці XML-модель даних використовується, наприклад в обмінному файлі системи Державного земельного кадастру.

В цілому, можна констатувати, що як загальні стандарти веб-технології, так і базові стандарти географічної інформації надають фундаментальну методологію і реальну технологію для подолання синтаксичної неоднорідності та досягнення високого рівня інтероперабельності інформаційних систем при інтеграції даних на рівні форматів обміну даними та метаданими з використанням XML-моделі даних. Разом з цим, при реалізації засобів інтеграції геопросторових даних в ГІС МБК потрібно забезпечити також підтримку обміну даними у форматах інструментальних ГІС, що широко використовуються у виробництві геопросторових даних, зокрема в умовах України це: бінарні шейп-файли (shp-файли) платформи ArcGIS, текстові mid/mif-файли ГІС MapInfo, DMF – формати вітчизняної системи Digital для цифрових топографічних планів, GeoJSON – відкритий формат для зберігання

та обміну структурованими геопросторовими даними, що заснований на записах об'єктів мовою JavaScript (*JavaScript Object Notation – JSON*). В однорідних системних середовищах (наприклад, ГІС МБК різних рівнів з використанням СКБД одного типу) для обміну даними та інтеграції даних можуть використовуватися SQL-образи таблиць витягів з бази даних джерела.

Фаза перетворення даних є найважливішою в процесі інтеграції даних, оскільки на цьому етапі вирішуються найскладніша задача подолання структурної та семантичної неоднорідності даних джерел та сховища даних ІР МБК. Складність її вирішення пов'язана з наявністю конфліктних ситуацій, зокрема таких як:

неоднорідність моделей даних (використання різних схем даних в різних джерелах);

неузгодженість найменувань (в різних схемах використовуються різні термінологія, що призводить до омонімії та синонімії в найменуваннях);

семантичні конфлікти (вибрані різні рівні абстракції для моделювання одних і тих же сутностей);

структурні конфлікти (одні й ті ж сутності подаються в різних джерелах різними структурами даних, різними типами даних та одиницями вимірів);

неузгодженість систем координат просторового розрізнення (картографічних масштабів) в геометричних елементах, що описують просторові властивості об'єктів;

використання різної цифрової топографічної основи для виготовлення наборів профільних геопросторових даних в складі містобудівної документації та/або в галузевих інформаційних системах.

Зауважимо щодо критичності для інтеграції геопросторових даних в ГІС МБК є наявність розбіжностей в найменуваннях реквізитів адрес, назв підприємств та інших топонімів для забезпечення коректного геокодування даних з використанням просторової прив'язки за географічними ідентифікаторами.

З позицій теорії баз даних фаза перетворення даних зводиться до задачі інтеграції моделей (схем) даних із різних джерел та сховища даних ІР МБК. Обробна система інтеграції формально визначається як трійка (G, S, M) , де G – глобальна або цільова схема даних, S – набір схем гетерогенних даних різних джерел даних, M – відображення S в G для перетворення даних із моделі джерел даних в модель сховища даних [17].

Обробну систему перетворення даних із форматів обмінних файлів джерел даних та їх завантаження в сховище ІР МБК доцільно реалізувати за архітектурою шлюзової бази даних в однорідному середовищі ОР СКБД ГІС МБК (рис. 3).

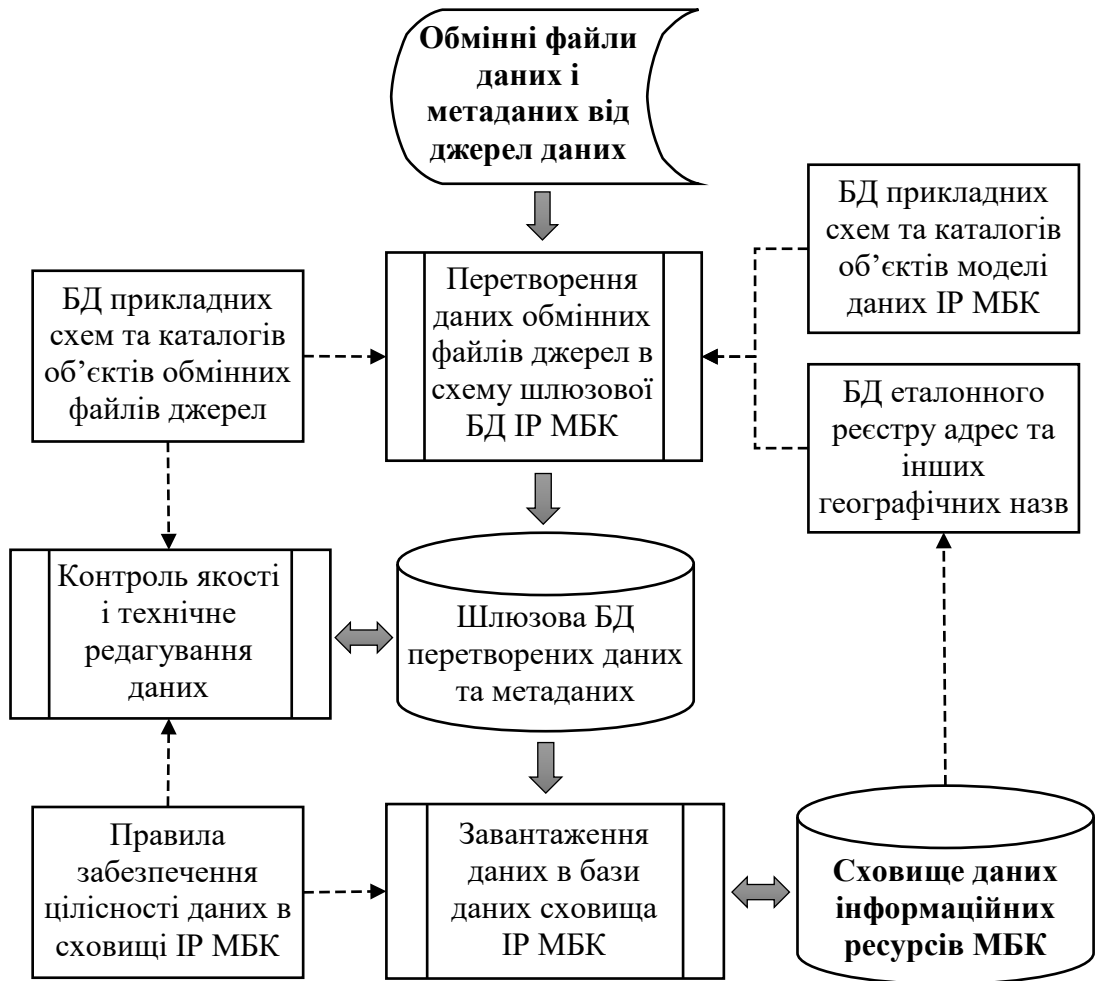


Рис. 3. Схема перетворення і завантаження даних в сховище ІР МБК з використанням шлюзової бази даних

Це надає можливість здійснити завантаження даних із обмінних файлів в проміжну базу даних та використати потужні засоби ОР СКБД для попереднього опрацювання та автоматизованого перетворення даних з використанням формалізованого подання прикладних схем даних обмінних файлів джерел та прикладних схеми баз даних сховища ІР МБК. Основними компонентами цього подання є каталоги класів об'єктів *SC* для джерел даних та *GC* для баз даних сховища ІР МБК відповідно. Структура та зміст каталогів класів об'єктів визначено в ДСТУ ISO 19110:2017 [5] та ДСТУ 8774:2018[4]. Вони містять формалізоване подання систем класифікації та кодування об'єктів прикладних моделей даних на рівні найменувань та кодів класів об'єктів, їх атрибутів, доменів значень атрибутів та асоціацій між класами об'єктів. В [11] викладено структуру та принципи побудови каталогу класів об'єктів для бази топографічних даних, а в [10] для каталогу класів об'єктів геопросторових даних містобудівної документації.

Засобами перетворення даних обмінних файлів в структуру моделі шлюзової БД встановлюється відповідність між класами об'єктів каталогів *SC*

та **GC** і для кожного запису обмінного файла дані перетворюються із системи класифікації та кодування, що визначена в каталозі **SC**, в систему класифікації та кодування схеми даних шлюзової БД згідно каталогу **GC**.

В процесі перетворення даних, за потреби, виконуватися такі типові операції: рекласифікація класів об'єктів; приведення значень атрибутів до системи класифікації та кодування, що прийняті ГІС МБК, фільтрування та об'єднання даних; створення додаткових полів даних для похідних показників; перетворення координат геометричних елементів в систему координат, що прийнята як основна для геопросторових даних в ГІС МБК, тощо. Реквізити адрес, назв підприємств та інших топонімів в записах обмінних файлів приводяться до структури та змісту, що відповідають значенням цих реквізитів в еталонному реєстрі адрес та інших географічних назв сховища ІР МБК.

По завершенню перетворення даних та їх запису в шлюзову БД здійснюються контроль внутрішньої якості перетворених даних. Зокрема, перевіряється топологічна узгодженість геометричних елементів, що описують просторові властивості об'єктів вхідного набору даних. За результатами контролю якості може здійснюватися автоматичне або інтерактивне редагування значень атрибутів та геометричних елементів об'єктів шлюзової БД.

Фаза завантаження перетворених даних джерел в бази даних сховища ІР МБК є завершальною в процесі інтеграції даних в ГІС МБК. На цьому етапі на основі даних шлюзової БД можуть виконуватися такі типові операції в базах даних сховища ГІС МБК: вилучатися та замінюватися повністю існуючі записи, замінюватися або доповнюватися геометричні елементи просторових властивостей в існуючих записах, оновлюватися окремі атрибути в існуючих записах, створюватися нові записи для нових об'єктів, виконуватися нормалізація записів з просторовою прив'язкою за адресами та географічними ідентифікаторами тощо.

При виконанні цих операцій засоби СКБД та спеціально розроблені функції повинні контролювати дотримання правил та обмежень щодо цілісності баз геопросторових даних ГІС МБК, а саме: доменної цілісності для значень атрибутів; посилальної цілісності для логічних зв'язків між об'єктами в різних таблицях бази даних, що реалізуються за допомогою механізму первинних та зовнішніх ключів; координатно-топологічної узгодженості геометричних елементів просторових моделей об'єктів що завантажуються з просторовими моделями об'єктів, що містяться в БГД ГІС МБК.

До однієї із ключових задач фази завантаження даних є недопущення дублювання об'єктів в базах даних ГІС МБК, розв'язання яких потребує перевірки на еквівалентність даних про об'єкти, що містяться в базах даних ГІС

МБК, із даними об'єктів, що завантажуються із джерел або із даними об'єкти, що створюються в результаті оновлення атрибутів об'єктів БД ГІС МБК. Для виявлення об'єктів-дублікатів за значеннями атрибутів використовуються метрики числення близькості об'єктів за атрибутами [14]. Задачі виявлення об'єктів-дублікатів за їх просторовими моделями ґрунтуються на метриках встановлення еквівалентності геометричних елементів з урахуванням просторового розрізнення їх подання (точності визначення координат), метричних і топологічних властивостей об'єктів, зокрема: прямокутних оболонки, що охоплюють геометричні елементи об'єктів, їх периметр та площа, кількість точок, витягнутість, опуклість, компактність об'єктів тощо. В загальному випадку це нетривіальна задача, розв'язання якої варто окремого дослідження. Наголосимо на важливості метаданих в процесі прийняття рішень, щодо оновлення просторових властивостей об'єктів в базах даних ГІС МБК за даними інших джерел, оскільки метадані містять відомості про час відповідності просторових властивостей об'єктів стану місцевості, технологію виконання знімачів, оцінку точності визначення координат тощо. Саме ці відомості забезпечують коректну інтеграцію геопросторових даних на семантичному рівні.

Висновки. Інтеграція геопросторових даних з різних джерел в сховищі інформаційних ресурсів ГІС МБК за технологією консолідації даних з використанням сучасних об'єктно-реляційних СКБД дозволяє створити однорідне середовище зберігання різних типів даних ІР МБК за принципами об'єктного і семантичного підходів до інтеграції даних.

Зважаючи на значну системну неоднорідність базових джерела даних для МБК, використання в сучасних ГІС МБК методів інтеграції даних з використанням обмінних файлів та XML-моделі опису даних слід вважати основною технологією взаємодії ГІС МБК з інформаційними системами базових суб'єктів містобудівного кадастру в сучасних умовах.

Використання шлюзової бази даних на етапі перетворення даних з різних джерел в схеми моделей баз даних сховища ІР МБК, забезпечує високий рівень автоматизації процесів перетворення даних з різних форматів джерел в однорідному середовищі ОР СКБД ГІС МБК.

Загальні стандарти веб-технології та базові стандарти географічної інформації комплексу ISO 19100 надають фундаментальну методологію і реальну технологію для подолання синтаксичної неоднорідності та досягнення високого рівня інтероперабельності інформаційних систем при інтеграції даних на рівні форматів обміну даними та метаданими з використанням XML-моделі даних.

Реалізація концепції інфраструктури геопросторових даних в Україні дозволить підвищити рівень інтероперабельності даних з обов'язковим формуванням уніфікованих метаданих про набори геопросторових даних та їх публікацією на геопорталах видових кадастрових систем, що дозволить в перспективі перейти до інтеграції даних на семантичному рівні з використанням сервіс-орієнтованої архітектури взаємодії інформаційних систем.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 р. № 559 "Про містобудівний кадастр". – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/559-2011-п>.
2. Склад та зміст містобудівного кадастру: ДБН Б.1.1-16:2013. – [Чинні від 2013-09-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 57 с.
3. Географічна інформація. Еталонна модель: ДСТУ ISO 19101:2009. – [Чинний від 2011-07-01] – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 44 с.
4. Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних: ДСТУ 8774:2018. – [Чинний від 2019-07-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
5. Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів: ДСТУ ISO 19110:2017(ISO 19112:2016, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
6. Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами: ДСТУ ISO 19112:2017(ISO 19112:2003, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
7. Географічна інформація. Кодування: ДСТУ ISO 19118:2017(ISO 19118:2011, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
8. Географічна інформація. Мова географічної розмітки GML: ДСТУ ISO 19136:2017(ISO 19136:2007, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
9. Географічна інформація. Метадані – XML-схема реалізації: ДСТУ ISO/TS 19139:2017(ISO/TS 19139:2007, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
10. Айлікова Г.В. Структура та принципи побудови каталогу класів об'єктів профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації / Г.В. Айлікова, В.В. Янчук, Д.В. Горковчук, Ю.В. Кравченко, О.І. Сингаївська // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – Вип. 47. - С.27-36.
11. Лященко А.А. Онтологічний підхід до створення каталогу бази топографічних даних / А.А. Лященко, Р.М. Рунець // Інженерна геодезія. – 2008. – Вип. 54. – С. 116 – 123.
12. Лященко А.А. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних / А.А. Лященко, А.Г. Черін // Вісник геодезії та картографії. – 2011. № 5 (74) С.45 – 50.
13. Черняк Л. Интеграция данных: синтаксис и семантика /Л. Черняк // Открытые системы. СУБД. – 2009. – Вып. 10. <https://www.osp.ru/os/2009/10/11170978/>
14. Ahmed K. Elmagarmid,. Duplicate Record Detection: A Survey. / Ahmed K. Elmagarmid, Panagiotis G. Ipeirotis, Vassilios S. Verykios // IEEE Transactions on knowledge and data engineering. – 2007. – Vol. 19, No. 1, January. pp.1-15.
15. Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C Recommendation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.w3.org/TR/xml/>
16. Maurizio Lenzerini. Data Integration: A Theoretical Perspective, PODS, 2002. pp. 233–246. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: (<http://www.dis.uniroma1.it/~lenzeri/n/homepagine/talks/TutorialPODS02.pdf>).

д.т.н., профессор Лященко А. А.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
к.т.н. Черин А.Г., Научно-исследовательский институт
геодезии и картографии, г. Киев

БАЗОВЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИНТЕГРАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ГИС ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО КАДАСТРА

Рассмотрена сервис-ориентированная архитектура геоинформационной системы градостроительного кадастра на основе использования объектно-реляционной системы управления базами данных для реализации хранилища данных информационных ресурсов системы градостроительного кадастра. Обоснованно архитектуру системы интеграции геопространственных данных из различных источников в базах данных хранилища данных ГИС градостроительного кадастра на основе технологии консолидации данных и обменных файлов. Рассмотрены особенности реализации процессов выгрузки данных из баз данных источников, преобразования и загрузки данных из обменных файлов в хранилище данных ГИС градостроительного кадастра с использованием шлюзовой базы данных и каталогов классов объектов обменных файлов и объектов баз геопространственных данных ГИС градостроительного кадастра. Определена роль эталонных реестров адресов, улиц и других поименованных объектов, цифровой топографической основы и унифицированных метаданных для интеграции геопространственных данных на семантическом уровне.

Ключевые слова: градостроительный кадастр, пространственные данные, геоинформационная система, интеграция данных в хранилищах данных, консолидация данных.

Doctor of sciences, Prof. Lyashchenko A.A.,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
PhD Cherin A.H., Research Institute of Geodesy and Cartography, Kyev

BASIC MODELS AND METHODS OF GEOSPATIAL DATA INTEGRATION IN GIS OF URBAN-PLANNING CADASTRE

The service-oriented architecture of the geographic information system of the urban planning cadastre is considered based on the use of the object-relational database management system for implementing the data warehouse of the

information resources of the urban planning cadastre system. The grounded architecture of the integration system of geospatial data from various sources in the databases of the GIS data warehouse of the urban planning inventory based on data consolidation technology and exchange files. The features of the implementation of the processes of unloading data from databases of sources, converting and loading data from exchange files into the GIS data of the urban planning cadastre using the gateway database and the catalogs of the classes of objects of the exchange files and objects of the geospatial database of the GIS urban planning cadastre are considered. The role of reference registers of addresses, streets and other named objects, a digital topographic base and unified metadata for the integration of geospatial data at the semantic level has been determined.

Key words: urban-planning cadastre, geospatial data, geoinformation system, data integration in data warehouses, data consolidation.

REFERENCES

1. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny` vid 25.05.2011 r. # 559 "Pro mistobudivny`j kadastr" [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated May 25, 2011 No. 559 "On the Urban Development Cadastre"]. (n.d.). zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/559-2011-p> [in Ukrainian].
2. Sklad ta zmist mistobudivnoho kadastru [Composition and content of the urban-planning cadastre] (2013). *DBN B.1.1-16-2013 from 1d September 2013*. Kyiv. Minregion Ukraine [in Ukrainian].
3. Heohrafichna informatsiia. Etalonna model [Geographic information. Reference model] (2009). *DSTU ISO 19101-2009 from 1d July 2011*. Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian].
4. Heohrafichna informatsiia. Pravyla modeliuvannia heoprosorovykh danykh [Geographic information. Rules for modeling geospatial data] (2018). *DSTU 8774-2018 from 1d July 2019*. Kyiv. DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
5. Heohrafichna informatsiia. Metodolohiia katalohizatsii obektiv [Geographic information. Methodology for feature cataloguing] (2017). *DSTU ISO 19110-2017(ISO 19112:2016, IDT) from 1d October 2019*. Kyiv. DP «UkrNDNTs» [in English].
6. Heohrafichna informatsiia. Prostorova pryviazka za heohrafichnymy identyfikatoramy [Geographic information. Spatial referencing by geographic identifiers] (2017). *DSTU ISO 19112-2017(ISO 19112:2003, IDT) from 1d October 2019*. Kyiv. DP «UkrNDNTs» [in English].

7. Heohrafichna informatsiia. Koduvannia [Geographic information. Encoding] (2017). *DSTU ISO 19118-2017(ISO 19118:2011, IDT) from 1d October 2019*. Kyiv. DP «UkrNDNTs» [in English].
8. Heohrafichna informatsiia. Mova heohrafichnoi rozmitky GML [Geographic information. Geography Markup Language (GML)] (2017). *DSTU ISO 19136:2017(ISO 19136:2007, IDT) from 1d October 2019*. Kyiv. DP «UkrNDNTs» [in English].
9. Heohrafichna informatsiia. Metadani – XML-skhema realizatsii [Geographic information. Metadata – XML schema implementation] (2017). *DSTU ISO/TS 19139:2017(ISO/TS 19139:2007, IDT) from 1d October 2019*. Kyiv. DP «UkrNDNTs» [in English].
10. Ailikova, G.V., Yanchuk, V.V., Gorkovchuk, D.V., Kravchenko, Yu.V., & Singaevskaya, O.I. (2013). Struktura ta pryntsyipy pobudovy katalogu klasiv ob'ektiv profilnykh naboriv heoprosorovykh danykh mistobudivnoi dokumentatsii [Structure and principles of constructing a catalog of classes of objects of profile sets of geospatial data of urban planning documentation]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia – Urban planning and territorial planning*, 47, 27-36 [in Ukrainian].
11. Lyashchenko, A.A., & Runet, R.M. (2008). Ontolohichnyi pidkhid do stvorennia katalogu bazy topohrafichnykh danykh [An Ontological Approach to Creating Catalog of Topographic Data Base]. *Inzhenerna heodeziia – Engineering Geodesy*, 54, 116-123 [in Ukrainian].
12. Lyashchenko, A.A., & Cherin, A.H. (2011). Arkhitektura suchasnykh HIS na osnovi baz heoprosorovykh danykh [Architecture of modern GIS based on geospatial data bases]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii – Journal of Geodesy and Cartography*, 5 (74), 45 – 50 [in Ukrainian].
13. Chernyak L. (2009) Intehratsiia danykh: sintaksis y semantika [Integration of data: syntax and semantics]. *Otkrytye sistemy. SUBD – Open Systems. DBMS*, 10. (n.d.). www.osp.ru. Retrieved from <https://www.osp.ru/os/2009/10/11170978/> [in Russian].
14. Ahmed K. Elmagarmid, Panagiotis G. Ipeirotis, & Vassilios S. Verykios (2007) Duplicate Record Detection: A Survey. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, Vol. 19, 1, January, 1-15.
15. W3C (2008). Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C Recommendation. (n.d.). <http://www.w3.org>. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/xml/>.
16. Maurizio Lenzerini (2002). Data Integration: A Theoretical Perspective, PODS, 233-246. (n.d.). <http://www.dis.uniroma1.it> Retrieved from (<http://www.dis.uniroma1.it/~lenzerini/homepagine/talks/TutorialPODS02.pdf>).