

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.9.250-267

УДК 528.46/711.622.83

д.т.н., професор **Куліковська О.Є.**,  
Kulikovskaja13@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2168-1445,  
Львівський національний університет природокористування

## **ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ АДМІНІСТРАТИВНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КАТАЛОГУ ОБ'ЄКТІВ ГІРНИЧОДОБУВНОГО РЕГІОНУ**

*Описано теоретичні аспекти розробки адміністративного інтерфейсу каталогу об'єктів гірничодобувного регіону. Показано, що технічні можливості геоінформаційної системи (ГІС) дозволяють одночасно звертатися до різних інформаційних фундацій, зіставляти необхідні інформаційні шари і, таким чином, проводити необхідний геодинамічний та екологічний аналіз. Зроблено висновок, що кожен користувач зможе створювати свою групу шарів інформації зі своїми стилями відображення. Рекомендовано створення додатка для користувачів, який надасть їм необхідний інтерфейс і виконає операції з даними в залежності від виданих їм прав доступу. Додаток повинен забезпечувати максимальні зручності роботи з даними, а також включати механізми імпорту та експорту даних від різних аналітичних програм.*

*Ключові слова: гірничодобувний регіон, геоінформаційна система, адміністративний інтерфейс, інфраструктура геопросторових даних, база даних, оперативна координація.*

**Проблема і її зв'язок із науковими і практичними завданнями.** Вихід із складного екологічного, економічного та соціального положення, в якому сьогодні опинилися гірничодобувні регіони України лежить через комплексне освоєння родовищ і мінімізацію впливу гірничодобувної та переробної промисловості на регіон (населений пункт тощо), що дасть змогу зберегти існуючі інфраструктури видобувних і переробних комплексів, розв'язати питання працевлаштування населення та покращити екологічний стан довкілля.

У цьому зв'язку виникає доречне питання – як і через який механізм можна реально втілити в життя таку комплексну програму, яка вимагає оперативної координації всіх задіяних у процесах розробки родовищ, переробки сировини, реалізації продукції, аналізу впливу виробництва на екологічний стан довкілля, розвитку економіки виробництва і його ролі у вирішенні соціальних проблем населення.

Сьогодні гірничодобувні регіони – це конгломерат різних форм власності

та різних за профілем підприємств, починаючи від гірничодобувних, гірничозбагачувальних, металургійних комбінатів і комплексів до науково-дослідних і проектних організацій тощо. Всі вони зазвичай працюють автономно і координація їх дій на регіональному рівні відбувається, в кращому випадку, через місцеві органи влади. В умовах ринкових відносин, конкурентна здатність суб'єктів виробництва визначає успішний їх розвиток, але всіх цих суб'єктів в масштабі регіону об'єднують екологічні, економічні і соціальні проблеми, які неможливо вирішити на локальному рівні, обмеженому комбінатом, комплексом, концерном, заводом тощо. Це питання, які стосуються регіону загалом і самих суб'єктів виробництва в даному регіоні зокрема.

Зрозуміло, що місто – це найскладніша система, в моделі якого превалює просторовий аспект – розподілені по території міські процеси. Тому одним з елементів інформаційного середовища повинна бути автоматизована геоінформаційна система (ГІС) міста, що дозволяє працювати з різномасштабними комп'ютерними картами території і призначена для підготовки ефективних управлінських рішень. ГІС забезпечує зберігання і відображення в графічній формі об'єктів, що мають певне положення на місцевості. Для кожного об'єкту в базі даних повинні зберігатися його координати, розміри, правила відображення, найменування і код для зв'язку з іншими базами даних, що містять додаткову інформацію про об'єкти. В даний час біля 80% схвалюваних рішень пов'язане з просторовою прив'язкою до місцевості.

Для оперативного вирішення таких регіональних проблем потрібні відповідні інституції, основна задача яких повинна зводитись до узагальнення, аналізу екологічних, економічних і соціальних питань регіону із подальшою розробкою рекомендацій щодо їх розв'язання на користь суб'єктів виробництва і регіону загалом.

**Мета.** Дослідження спрямовано на формулювання теоретичних аспектів розроблення адміністративного інтерфейсу каталогу об'єктів гірничодобувного регіону для створення просторової основи ГІС міста.

**Аналіз останніх публікацій.** Теоретичні аспекти створення геоінформаційних систем, їх моделей, принципи цифрового подання та організації зберігання документації в геоінформаційній системі для різних сфер досліджували вітчизняні та зарубіжні науковці.

Заслуговує на увагу робота Ю. Карпінського, А. Ляценка і О. Ясююкі [2], в якій узагальнено досвід стандартизації географічної інформації в національних і регіональних інфраструктурах геопросторових даних.

Обґрунтовано склад і принципи розроблення національного профілю стандартів із географічної інформації для національної інфраструктури геопросторових даних України. Підкреслено, що національний профіль орієнтований на підтримання високорівневого концептуального моделювання геопросторових даних, прикладних схем, специфікацій наборів геопросторових даних, метаданих та інших компонентів ІГД на основі базових міжнародних стандартів комплексу ISO 19100. Колектив авторів [12] сформулював основні особливості цифрового представлення та організації зберігання містобудівної документації у геоінформаційних системах містобудівного кадастру з використанням каталогу метаданих про складові та об'єкти містобудівної документації, бази профільних наборів геопросторових даних, а також об'єктно-реляційної системи управління базами даних та фасетної системи кодування складових містобудівної документації.

Дослідниками [10] обґрунтовано висновок про те, що проектування та реалізація геоінформаційних технологій багато в чому залежить від тенденцій, якими характеризуються інформаційні технології в цілому. Концепції та методи, що використовуються сьогодні в системах баз геопросторових даних, впливають, в основному, із загальних принципів та методів, систем універсальних баз даних, які розвинулися в останнє десятиліття.

У монографії [16] процес розроблення архітектури влучно названо міграцією і об'єднанням технологій, в результаті якого у системах оброблення геопросторових даних завершився еволюційний перехід від файлових структур геоінформаційних систем до баз геопросторових даних та геоінформаційних сервісів.

Д.З. Сунь і М.Ф. Гудчайлд [17, 19] стверджують, що такий підхід не дає змоги охопити сутність геоінформаційної технології та її соціальні наслідки. Вони справедливо припустили, що геопросторові дані також повинні бути доступними та зрозумілими для засобів масової інформації. Останні визначаються як засоби передавання інформації для потреб громадськості. Вони належать до засобів масових телекомунікацій, що можуть забезпечити доступ до інформації великій кількості людей практично у будь-якому місці та в будь-який час. Тому в нових умовах опрацювання геопросторової інформації виділяються чотири основні функціональні аспекти геопросторових даних, а саме: системи баз геопросторових даних, картографія, комунікація та просторовий аналіз, кожен з яких обслуговує одну або більше конкретних, але взаємопов'язаних прикладних областей.

Д. Горковчуком у роботі [1] досліджено структуру та склад геоінформаційних ресурсів зонінгу та розроблено геоінформаційну модель геопросторових даних зонінгу на основі об'єктно-реляційної системи керування

базами даних. Апробовано розроблену модель зонінгу в середовищі відкритої системи керування базами даних PostgreSQL.

Також слід враховувати висновки із дослідження [6], у якому розглянуто особливості та сучасні вимоги до ГІС містобудівного кадастру, обґрунтовано принципи та напрями побудови на основі інфраструктурного підходу до спільного використання суб'єктами інтероперабельних геопросторових даних.

Визначені основні принципи побудови каталогу класів об'єктів БГД містобудівного кадастру, подано класифікацію і описано структуру елементів каталогу для всіх класів об'єктів і атрибутів А. Лященком у дослідженні [14].

Загалом, наукові публікації [4, 5, 7-9, 11, 13] свідчать про те, що автори географічну інформацію розглядають з трьох позицій, а саме: керування геопросторовими даними, картографування, просторовий аналіз.

**Виклад матеріалу і результати.** Просторовою основою ІС звичайно слугують топографічні карти і плани, представлені в цифровій формі. Але по ряду причин наявність такої інформації в актуальній ситуації часто недосяжна. Топографо-картографічна основа – карти і плани місцевості, у тому числі і цифрові, застарівають з кожним побудованим новим об'єктом (новим будинком, новою дорогою, новою АЗС тощо) або із новою непередбачуваною ситуацією, що склалася у місті. Але саме ці зміни важливі і значущі на рівні муніципалітету і конкретного жителя, власника або фахівця по обслуговуванню території.

Надважливим картографічним матеріалом в місті сьогодні вважається топографічний план масштабу М 1:500. На цьому плані відображаються всі реально існуючі об'єкти, включаючи інженерні мережі. Будь-які будівельні роботи не можуть обійтися без таких топографічних планів. Спеціальна служба міста (наприклад, Департамент регулювання містобудівної діяльності та земельних відносин Кривого Рогу) повинна забезпечувати щоденне чергування такого топографічного плану, наносити на нього всі нові виникаючі об'єкти і прибираючи ліквідовані. Плани масштабу 1:500 є основним картографічним матеріалом для об'єктів господарювання, оскільки на них відображається все, що потрібне для підтримки всього життєвого циклу міста в цілому. Проте важливою перевагою цифрової картографічної основи є її інваріантність до масштабу відображення. Тобто при цифровій реалізації карта не має свого масштабу в звичайному розумінні цього слова. Користувач має нагоду вибрати будь-який масштаб її відображення з необхідною генералізацією. У нашому випадку варто говорити про масштаб як про показник точності розташування об'єктів і ступеня деталізації плану (карти).

Просторовою основою ГІС звичайно служать топографічні карти і плани, представлені в цифровій формі. Основою для цифрової карти крупного міста

частіше за все вибираються плани масштабу 1:2000, як правило, створювані за даними аерофотознімання. Слід визнати, що традиційна схема створення і оновлення карт із нормованими термінами, етапами, послідовністю операцій і характеристиками матеріалів в цьому випадку не працює. Необхідно більш широко використовувати матеріали космічної зйомки в поєднанні з будь-якими доступними даними.

Так, аерокосмічна інформація або дані аерознімання з безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дозволяють швидко та одночасно одержати візуальні дані про всі об'єкти територіального утворення. На їх основі може проводитися аналіз даних об'єктів спостереження (моніторингу). На електронній карті з підкладеною аероінформацією набагато зручніше і точніше проводити планування заходів і розміщення об'єктів на території. Така інформація стала доступною для широкого круга користувачів. На ринку присутні компанії, що надають аерокосмічні знімки масштабу із сантиметровою точністю, якої більш ніж достатньо для вирішення більшості задач гірничодобувного регіону. Також необхідно відзначити те, що використання БПЛА, взагалі, виводить одержання даних на новий рівень, як по точності, по змісту та вартості робіт.

Цифрова карта місцевості – головна складова просторової основи ГІС. Простіше і швидше її одержати шляхом оцифровки і векторизації існуючих паперових карт і топографічних планів. Але не завжди такі матеріали відрізняються актуальністю, і далеко не завжди вони є на всю потрібну територію у відповідному масштабі. Тому для їх актуалізації доцільно і необхідно використовувати дані дистанційного зондування, аерознімання та інші методи. Для створення просторової основи краще всього використовувати космічні знімки високої дозвільної здатності, які доступні на ринку даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Разом з тим, космічні знімки дають можливість державним установам і організаціям одержати базу для оновлення регіональних карт на користь планування і моніторингу міських територій. Муніципальні органи, працюючи над плануванням міської інфраструктури, дістають можливість вибрати самий економічний і безпечний для навколишнього середовища спосіб використання природних ресурсів. Космічні зображення є невід'ємним елементом місцевого і регіонального планування, тому їх необхідно широко застосовувати при управлінні, небезпечного з екологічної точки зору, гірничодобувного регіону.

Відповідно до вимог, пропонованих сьогодні до створення картографічних матеріалів, можна визначити декілька наступних правил:

– всім базовим просторовим об'єктам повинен бути привласнений унікальний ідентифікатор;

- семантичний опис є вторинною формою позначення місцеположення, по відношенню до координатного опису;
- формат зберігання базових просторових даних повинен бути програмно незалежним і при цьому доцільно використовувати векторну модель;
- забезпечення повноти інформації – визначення необхідної достатності і надмірності даних (відсутність «білих плям», дублювання допускається лише у випадках різночасних і нерівноточних вимірювань);
- забезпечення логічної узгодженості (топология) – дотримання обмежень на атрибутику і тополого-геометричні властивості об'єктів і їх наборів;
- наявність позиційної точності – близькість до істинних результатів позиціонування об'єкту в просторі;
- наявність тимчасової точності – близькість часу існування об'єкту, що фіксується, до фактичного;
- наявність атрибутивної точності (тематична точність) – близькість фактичних значень атрибутів до істинних.

Для підвищення наочності та інформативності картографічна інформація в класичному уявленні може супроводжуватися додатковими кресленнями, у тому числі тривимірними зображенням об'єктів і процесів.

Візуальний образ дозволить встановити достатньо чітко територіальну ієрархію складових проблеми, як частин цілого – перевага, якої позбавлені інші принципи аналізу. При цьому на карті можуть мати місце як реальні території, так і чисто умовні – наприклад, зони впливу різних негативних чинників, економічні зони, простори розповсюдження соціальних явищ тощо. Тут відбувається достатньо упевнена ув'язка і деталізація меж цих просторів.

В якості передумови існування за пропонованою методикою інформаційна система повинна володіти доступом (в межах повноважень органу і користувача) до даних всієї сукупності автоматизованих інформаційних систем і мереж виконавчих органів державної влади, органів місцевого самоврядування і підприємств (організацій), з'єднаних в єдиному інформаційному просторі. До інформаційних ресурсів, що включаються до складу територіальної інформаційної системи можна віднести державні інформаційні ресурси, інформаційні ресурси областей і районів, інформаційні ресурси регіонів, а також ресурси інших господарюючих суб'єктів (підприємств гірничо-металургійного комплексу).

Остаточне формування карток об'єктів моніторингу проводиться модераторами, що відповідають за певні тематичні напрями. Робота редакторів проводиться з адміністративного WEB- інтерфейсу порталу. Для редакторів існує розділення повноважень, тобто кожний з них може відповідати за певну рубрику або набір рубрик каталогу.

Адміністративний інтерфейс каталогу повинен надавати наступні функції для модератора:

- 1) огляд заявок на реєстрацію (зміни опису) об'єкту моніторингу;
- 2) прийом/відхилення заявок на реєстрацію;
- 3) редагування реєстраційної картки об'єкту моніторингу.

Встановлення рейтингу Інтернет - ресурсу є важливим функціоналом, що дозволяє оцінити авторитетність ресурсу. В даній роботі ми робимо допущення про те, що авторитетність ресурсу прямо пропорційна його відвідуванню, оскільки штучні накручування лічильників сайтами у вузькій наочній області практично завжди можна достатньо легко виявити.

Оцінка відвідуваності стороннього Інтернет-ресурсу звичайно проводиться шляхом розміщення на його сторінках спеціального HTML-коду, званого лічильником. Алгоритм лічильника достатньо простий: при кожному завантаженні WEB - сторінки в браузері відбувається виконання JavaScript сценарію, який методом GET [18] звертається до серверу каталогу по певному URL і передає йому ряд параметрів. Параметрами є ідентифікатор ресурсу в каталозі, час, а також ряд змінних, визначаючих унікальність обігу (частіше всього це якесь випадкове число або набір чисел).

На сервері каталогу спеціальний виконуваний сценарій (Script), прочитує даний обіг, і фіксує в своїй базі даних (БД), щодо конкретного відвідування ресурсу. У результаті відбувається постійний рух лічильників обігу, за умови, що на ресурсі розміщений спеціальний лічильник каталогу [18].

Після закінчення доби і тижня, дані відвідуваності оброблюються, тобто фіксується загальне число унікальних відвідувачів ресурсу, і загальне число звернень до ресурсів.

Обчислення рейтингу WEB-сторінки будується на базі середнього значення відвідуваності WEB-ресурсу за останній тиждень. Це дозволяє уникнути впливу випадкових флуктуацій відвідуваності на рейтинг Інтернет-ресурсу.

Учасники підтримки WEB-ресурсу можуть одержати HTML-код лічильника в своєму розділі управління інформацією після проходження авторизації. Власники порталу зацікавлені в такому розміщенні, оскільки це впливає на ранжирування WEB- сторінок на WEB- порталі.

Перевірку працездатності Інтернет-ресурсів (WEB- сторінок), розміщених на порталі, здійснює спеціальна програма-робот. Алгоритм роботи модуля приведений на рисунку 1.

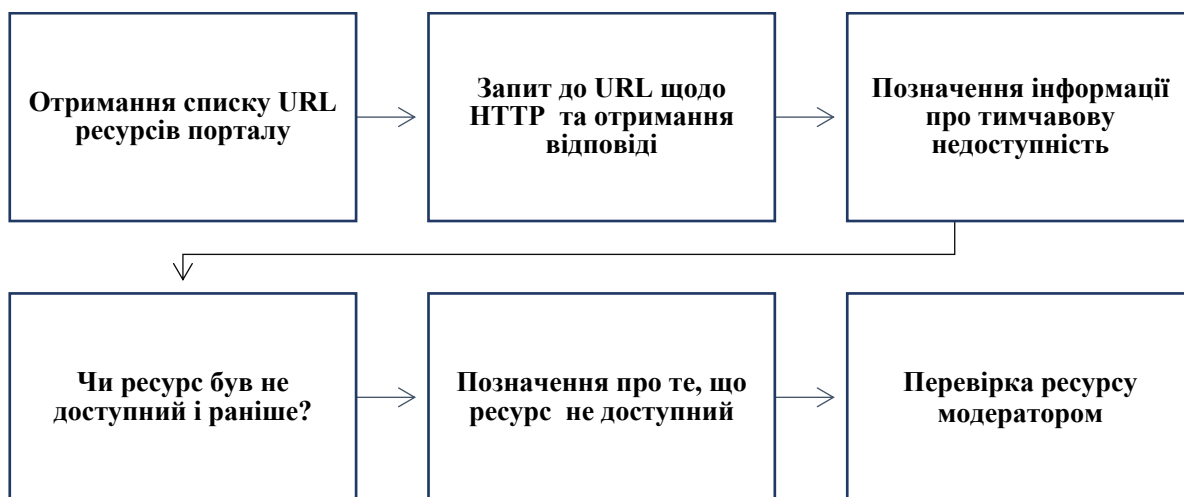


Рис. 1. Алгоритм перевірки працездатності ресурсів

Після перевірки модератор визначається із наступними діями щодо підтримки роботи WEB– порталу:

- 1) якщо ресурс змінив URL адресу (або будь-яку іншу інформацію), то модератор редагує картку ресурсу і знов публікує ресурс;
- 2) якщо непрацездатність ресурсу викликана тимчасовими перебоями на сервері, то модератор відкладає рішення до отримання потрібної інформації;
- 3) якщо ресурс припинив своє існування, то вся інформація видаляється з каталогу.

В результаті застосування даної методики, відвідувачі Інтернет - порталу можуть бути упевнені в працездатності всіх розміщених в ньому ресурсів, і скористатися ними для пошуку потрібної інформації.

В основу побудови моделі покладено: об'єктно-реляційні бази даних [18], дискреційна модель розмежування доступу до даних, відносини підпорядкованості та вкладеності між об'єктами та реплікація даних. Поняття безпеки інформаційної системи означає неможливість отримання суб'єктами непередбачених прав доступу та цілісність її даних. Web- портал в моделі розглядається, як сукупність сепарабельних (відокремлених) ІС, взаємодія між якими полягає в асинхронному (тобто виконуваному час від часу) копіюванні деяких даних з одних ІС в інші. Взаємовідношення вкладеності обмежує вибір даних для копіювання (реплікації); їх збереження між підлеглими об'єктами забезпечує цілісність даних. Доступ до даних кожної ІС регулюється її матрицею прав доступу, яка виключає можливість модифікації даних, що є власністю інших ІС.

У даній моделі послідовно визначаються всі її елементи – таблиці, посилання, об'єкти, підпорядковані об'єкти, дані, логічні вирази, операції з об'єктами, рівень підпорядкованості, база даних, права доступу, команди їх зміни, обмежені операції з об'єктами, операції з базами даних, інформаційна



система (ІС), похідні ІС, власні бази даних ІС. Нижче сформульована послідовність дій, яку здійснено для розробки безпечної ІС як на етапі її проектування, так і на етапі реалізації Web-порталу «Інформаційно-аналітичний центр «Кривбас» [3].

Нехай маємо кінцеву лінійно впорядковану множину  $A$  предметних змінних атрибутів

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$$

з областями можливих значень доменів

$$D_1, D_2, D_3, \dots, D_n,$$

які містять символ  $\Lambda$  – невизначене значення, причому домени різних атрибутів можуть збігатися. У цьому випадку атрибути називаються однотипними. Для будь-якої підмножини  $M \subseteq A$  декартовий добуток  $D_M$  доменів всіх атрибутів в  $M$  називається доменом підмножини  $M$ , а його елементи – значеннями цього домену. Пара  $t = (M, K)$ , де  $Q \neq K \subseteq M \subseteq A$ , називається таблицею. У ній змінні в  $M$  називаються атрибутами таблиці, а  $K$  – первинним ключем таблиці. Атрибут  $a$  таблиці  $t$  позначається  $t.a$ . Значенням таблиці  $t$  називається будь-яка підмножина  $S \subseteq D_M$ , для якого значення ключа  $K$  в різних послідовностях з  $S$  різні. Порожня множина вважається значенням кожної таблиці. Пара  $(t, S)$ , де  $S$  – значення таблиці  $t$ , називається інформаційною таблицею, або  $i$ -таблицею. У ній  $S$  називається інформацією, а  $t$  – носієм інформаційної таблиці. Її первинним ключем і атрибутами вважаються відповідно первинний ключ і атрибути носія  $t$ . У випадку  $S = \{s\}$  інформаційна таблиця  $(t, S)$  називається інформаційним рядком і позначається  $(t, s)$ . Інформаційний рядок  $(t, s)$ , де  $s \in S$ , називається рядком у  $(t, S)$ . Інформаційна таблиця  $(t, Q)$  позначається  $t$ . Тим самим будь-яка таблиця  $t$  вважається інформаційною з пустим значенням.

Усюди далі для  $L \subseteq M \subseteq A$  і  $S \subseteq D_M$  через  $S[L]$  позначається проекція на  $L$  підмножини  $S$ , тобто множина всіх тих наборів значень змінних в  $L$ , які містяться в кортежах із  $S$ . В окремому випадку, коли  $S = \{s\}$  або  $L = \{a\}$ , замість  $S[L]$  пишемо відповідно  $s[L]$ ,  $S[a]$  або  $s[a]$ . Крім того, якщо  $K$  – первинний ключ і  $a$  – атрибут  $i$ -таблиці  $(t, S)$ ,  $q$  – значення  $K$ ,  $s \in S$  і  $s[K] = q$ , то нехай  $S[q, a] = s[a]$ . У цьому випадку символ  $t[q, a]$  називають клітинкою таблиці  $(t, S)$  з координатами  $(q, a)$  і значенням  $S[q, a]$ . Величину  $S[q, a]$  називають також значенням атрибуту  $a$  таблиці  $(t, S)$  на ключі  $q$  і записують як  $t, a(q)$ .

Відношенням посилань на безлічі таблиць  $T$  називається бінарне відношення  $p \subseteq T^2$ , яке задається таким чином, що якщо  $t_1 = (M_1, K_1)$ ,  $t_2 = (M_2, K_2)$  і  $t_2 p t_1$ , тоді  $M_2$  зафіксована незайнята підмножина  $K_{12}$ , для якої виконана така умова посилання цілісності таблиць:  $DK_{12} \subseteq DK_1$ . У цьому випадку  $K_{12}$

називають зовнішнім ключем таблиці  $t_1$  у таблиці  $t_2$  і кажуть, що  $K_{12}$  посилається на  $K_1$ . Ці поняття поширюються на пари інформаційних таблиць  $(t_1, S_1)$  і  $(t_2, S_2)$  наступним чином: зовнішній ключ  $K_{12}$  перший у другій – це зовнішній ключ  $t_1$  в  $t_2$  і  $(t_2, S_2) p (t_1, S_1): \Leftrightarrow t_2 p t_1 \& S_2 [K_{12}] \subseteq S_1 [K_1] \cup \{\Lambda\}$ .

Пара  $o = (I, \rho)$ , де  $I$  – деяка множина інформаційних таблиць із попарно різними носіями і  $\rho$  – відношення посилань на ньому, називається об'єктом, якщо граф  $(I, \rho)$  має вершину, досягну з усіх інших його вершин; в цьому випадку вершина графа  $(I, \rho)$  називається материнською таблицею, а її первинний ключ – первинним ключем об'єкта  $o$ . За визначенням, кожна інформаційна таблиця є об'єктом. Пара  $(T, \rho)$ , де  $T = \{t: (t, S) \in I\}$  – множина носіїв всіх  $i$ -таблиць в  $I$ , називається носієм, або типом об'єкту  $o$ . Об'єкти із загальним носієм називаються однотипними. За визначенням, однотипні об'єкти можуть різнитися лише значеннями таблиць в них. Їх первинні ключі, зрозуміло, однакові. Атрибути і клітинки таблиць об'єкта називаються атрибутами й клітинками самого об'єкта. Об'єкт називається формальним, якщо кожна його таблиця має пусте значення. На відміну від цього, всі інші об'єкти можна називати інформаційними. Два об'єкти  $o_1$  і  $o_2$  не перетинаються, якщо не перетинаються множини таблиць їх носіїв.

Кількість всіх інформаційних таблиць в об'єктах деякої множини об'єктів  $O$  позначається, як  $IT(O)$ . Зокрема,  $IT(I, \rho) = I$ .

Нехай  $o = (I, \rho)$  – деякий об'єкт,  $(t, S)$  – його материнська таблиця,  $K$  – її (і об'єкта) первинний ключ і  $Q \subseteq S[K]$  – деяка підмножина значень  $K$  у  $S$ . Тоді можна визначити множину інформаційних таблиць  $I(Q)$  за такими індуктивним правилами:

- 1) якщо  $R = \{s: s \in S \& s[K] \in Q\}$ , то  $(t, R) \in I(Q)$ ;
- 2) якщо  $(t_1, S_1) \in I(Q)$ ,  $(t_2, S_2) \in I$ ,  $t_2 p t_1 K_1$  – первинний ключ у  $t_1$ ,  $K_{12}$  – зовнішній ключ  $t_1$  в  $t_2$ , що посилається на  $K_1$  і  $R = \{s_2: s_2 \in S_2 \& s_2 [K_{12}] \in S_1 [K_1]\}$ , то  $(t_2, R) \in I(Q)$ ;
- 3) інших інформаційних таблиць в  $I(Q)$  немає.

Таким чином, якщо  $o_1$  є підоб'єктом об'єкта  $o_2$ , то можна записати  $o_1 \subseteq o_2$  і зазначити, що  $o_1$  включений в  $o_2$ .

При цьому, будемо вважати, що будь-які дані – це об'єкт, материнської таблиця якого є інформаційним рядком. Зокрема, будь-який інформаційний рядок є даним. Даними є також підоб'єкти різного об'єкта, породжені будь-яким значенням  $q$  його первинного ключа. Таким чином, кожен об'єкт представляє собою множину із даних, що відповідають різним значенням первинного ключа і які породжують цими значеннями підоб'єкти в  $o$ . Зокрема, якщо об'єктом служить інформаційна таблиця, то його даними є рядки в цій таблиці. Зауважимо також, що об'єкт і його дані однотипні. Пара  $(o, q)$ , де  $o$  –

ім'я об'єкта і  $q$  – значення його первинного ключа, якому відповідає деяке дане будуть вважатися ідентифікатором цього даного. Таким чином, якщо  $d = (o, q)$  і  $(t, s)$  – материнська таблиця даного  $d$ , то  $d[K] = q = s[K]$ .

Вводяться також наступні чотири операції маніпулювання з об'єктами: *select* – читання, *insert* – запис, *delete* – стирання і *update* – оновлення. Кожна така операція є функцією від двох аргументів і записується у формі  $\text{name}(o, P)$ , де  $\text{name}$  – ім'я операції,  $o$  – об'єкт і  $a$  – спосіб адресації даних. При цьому, адресація даних може бути прямої або непрямої. При прямій адресації дане вказується явно і операція буде прийматися безумовною, а при непрямій – за допомогою логічного висловлювання і операція стане умовною. Результатом операції є об'єкт. Зрозуміло, що всі об'єкти, що беруть участь в операції, однотипні.

Нехай  $o = (I, P)$  і  $d$  – однотипні об'єкт і дане з материнськими таблицями  $(t, S)$  і  $(t, s)$  відповідно та з первинним ключем  $K$ . Тоді

$$\begin{aligned} \text{insert}(o, d) &= \begin{cases} o, \text{ якщо } s[K] \in S[K]; \\ o \cup d, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \\ \text{update}(o, d) &= \begin{cases} (t, s), \text{ якщо } s[K] \in S[K]; \\ t, (S - \{s_1\}) \cup \{s\}, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \\ \text{delete}(o, d) &= \begin{cases} o, \text{ якщо } s[K] \in S[K]; \\ o - d, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \end{aligned}$$

де  $o_1$  – дане в  $o$  із значенням первинного ключа  $s[K]$ .

Слід зауважити, що, за визначенням, всі операції з даними деякого об'єкта можуть змінити лише значення таблиць в об'єкті, але не змінюють ні самих таблиць, ані стосунки посилальної цілісності між таблицями об'єкта.

Якщо через  $O$  позначити деяку множину попарно непересічних об'єктів при цьому вважати, що виконується функція підпорядкованості  $\rho \in O^2 O$  на  $\chi$ , а  $\rho^2 \rightarrow \{0, 1, 2\}$  – функція, яка кожній парі об'єктів  $(o_2, o_1)$  в  $\rho$  ставить у відповідність число  $\chi(o_2, o_1) \in \{0, 1, 2\}$ , тоді трійку  $(O, \rho, \chi)$  будемо вважати базою даних, якщо виконуються такі дві умови:

1) умова визначеності первинного ключа – для первинного ключа  $K$  будь-якої інформаційної таблиці  $(t, S) \in IT(O)$  справедлива;

2) умова посилальної цілісності об'єктів – для будь-яких двох таблиць з різних об'єктів в  $O$ , якщо зовнішній ключ однієї з них посилається на первинний ключ іншої, то ця інша таблиця повинна бути неодмінно материнською у своєму об'єкті, тобто в не материнських таблицях одних об'єктів немає посилань з таблиць інших об'єктів.

Разом із умовою посилальної цілісності таблиць ці умови можна сформулювати як умови цілісності бази даних.

За визначенням, всі об'єкти в базі даних різнотипні, при цьому характеристика підпорядкованості об'єктів не залежить від значень таблиць в останніх і, таким чином, зберігається операціями перетворення об'єктів.

Дані та таблиці об'єктів бази даних будемо вважати її даними і таблицями відповідно. Кожне дане в будь-якій базі даних однозначно ідентифікується на ім'я об'єкта, до якого воно належить, і значенням в ньому первинного ключа цього об'єкта, тобто своїм ідентифікатором. У такому випадку, база даних буде формальною, якщо формальним є кожен об'єкт в ній, а дві бази даних будуть однотипними, якщо кожен об'єкт будь-якої з них однотипний з деяким об'єктом іншої. За визначенням, однотипні бази даних мають одне і те ж число об'єктів, одне і те ж відношення підпорядкованості та одну й ту ж характеристику підпорядкованості.

Якщо будь-яку підмножину множини  $\{\text{insert, select, delete, update}\}$  вважати правом доступу, то елементи в ньому будуть відповідати правам запису, читання, стирання та оновлення даних відповідно, тобто правам модифікації даних. Прямокутна матриця  $M$ , в якій стовпці поставлені у взаємно однозначну відповідність даними деякої бази даних  $B$ , представленим їх ідентифікаторами, а елементами є права доступу, буде уявляти собою матрицю прав доступу до цієї бази. У ній рядки називаються суб'єктами бази, а елемент  $M[u, (o, q)]$  в рядку  $u$  і стовпці, відповідному  $(o, q)$ , – правом доступу суб'єкта  $u$  до даного  $(o, q)$ . Якщо це право пусте, то значить суб'єкт  $u$  не має прав доступу до даного  $(o, q)$ , якщо ж якась із операцій  $\text{insert, select, delete}$  або  $\text{update}$  належить до  $M[u, (o, q)]$ , то будемо вважати, що суб'єкт  $u$  має по відношенню до даного  $(o, q)$  право запису, читання, стирання або оновлення відповідно. Всі стовпчики, відповідні даним  $(o, q)$  з фіксованим  $o$  будуть стовпцями для об'єкта  $o$ .

Допускаються наступні операції перетворення матриці прав доступу  $M$ :

- 1) розширення права доступу будь-якого суб'єкта до якого-небудь даного – в деякій елемент матриці вписуються додаткові права;
- 2) звуження права доступу будь якого суб'єкта до якого-небудь даного – з деякого елемента матриці видаляються деякі права;
- 3) створення об'єкта – ведення в матрицю стовпців для нового об'єкта з порожнім правом доступу в них усіх суб'єктів;
- 4) знищення об'єкта – видалення з матриці відповідних стовпців;
- 5) створення суб'єкта – введення в матрицю нового рядка з порожнім правом доступу у всіх стовпцях;
- 6) знищення суб'єкта – видалення з матриці відповідного рядка.

У випадку, коли інформаційні об'єкти належать деякій базі даних та доступ до даних у них обмежується станом доступу цієї бази, відповідним

чином обмежуються і операції маніпулювання з об'єктами: insert, select, delete, update.

Аналізуючи процес створення баз даних слід зауважити на те, що власною є тільки та база даних, в якій можливі у процесі її функціонування модифікації даних (з боку законних користувачів – суб'єктів) та управління доступом, вкладеністю і реплікацією (з боку адміністратора). Зауважимо також, що оскільки реплікація на похідну або вкладеність модифікує дані в ІС не по командам користувачів однієї ІС, але з боку інших ІС, то власна (головна) база даних може складатися з невластних баз даних ІС, а дані в них можуть підрозділятися на прямі – створені прямими їх користувачами та непрямі – отримані в результаті реплікації з інших ІС.

При цьому ІС  $CIS = (SIS, \rho, C)$  буде безпечною, якщо:

- 1) безпечна кожна ІС в ній;
- 2) для кожного  $\sigma \in C^*(SIS)$  виконана така умова збереження вкладеності підлеглих об'єктів: для будь-яких об'єктів  $o_1, o_2, o'_1$  і  $o'_2$  в  $O(SIS)$  таких, що  $o_2 \rho o_1$  і  $o'_2 \rho o'_1$ , має місце  $o_2 \sigma o_2 \Rightarrow o_1 \sigma o_1, o_2 \sim o'_2 \Rightarrow o_1 \sim o'_1$ .

Сенс першої умови безпеки ІС полягає у виключенні несанкціонованого маніпулювання суб'єктами окремих її ІС власними даними в цих ІС, а зміст другого – у збереженні цілісності даних, представлених у кількох ІС. Несанкціонована модифікація непрямих даних виключається другою умовою сепарабельності ІС.

З даної математичної моделі безпечної ІС випливає цілком певна технологія розробки безпечної корпоративної інформаційної системи, що складається з двох частин, які відповідають двом етапам розробки – проектування і реалізації проекту. Нижче кожна частина технології представляється як послідовність дій розробника.

Технологія проектування полягає у наступному:

- 1) вивчення предметної області – збір відомостей про предметну область, дослідження документообігу суб'єкту, визначення та класифікація об'єктів опису предметної області;
- 2) структурування головної ІС – представлення головної ІС як сукупності інформаційних систем відповідно до інформаційної структури організації: кожному підрозділу ГМК, який пов'язаний з іншими його підрозділами через Internet, розробляється своя ІС, що має своїх суб'єктів – користувачів;
- 3) структурування ІС – представлення кожної ІС в головній ІС як сукупності інформаційних об'єктів;
- 4) опис об'єктів – визначення атрибутів об'єктів і їх доменів, первинних ключів. Атрибути і первинні ключі вводяться з дотриманням умов сепарабельності;

- 5) структурування об'єктів ІС – декомпозиція кожного об'єкта на базі його таблиць та подання його структури у вигляді стокового графа;
- 6) визначення відносин підпорядкованості між об'єктами ІС та їх характеристики;
- 7) опис даних – перерахування всіх типів даних і призначення ним ідентифікаторів;
- 8) завдання політики безпеки ІС – розроблення методики розмежування доступу суб'єктів ІС до її даних і опис цієї методики матрицею прав доступу;
- 9) завдання системи команд зміни прав доступу суб'єктів ІС до її даних та обґрунтування адекватності такої системи обраної методики безпеки;
- 10) запровадження відносин вкладеності між об'єктами з різних ІС в головній ІС;
- 11) підбір системи команд зміни ставлення вкладеності, що задовольняє умові збереження вкладеності підлеглих об'єктів.

**Висновки.** Підсумовуючи, необхідно означити: технологія реалізації проекту представляється у вигляді таких дій:

- 1) вибір конкретної реляційної СУБД для кожної ІС в головній. Він обумовлюється багатьма факторами: особисті уподобання розробників, передбачуваний обсяг оброблюваних даних, вартість СУБД і тощо. Якщо у всіх ІС в головній ІС використовується одна і та ж СУБД, то в результаті отримаємо гомогенну КІС, інакше – гетерогенну;
- 2) створення об'єктно-реляційної бази даних для кожної ІС в головній ІС. Мовою СУБД (зазвичай це – мова SQL) в базу вносяться об'єкти в структурованому вигляді, тобто у вигляді набору таблиць і відносин посилення між ними. Кожному атрибуту таблиці ставиться у відповідність деякий домен, підтримуваний обраної СУБД. Якщо ІС гетерогенна, то бажано використовувати домени, які існують у всіх використовуваних СУБД, інакше буде потрібною процедура перекладу даних з одного домену в інший при копіюванні даних. Первинний ключ доцільно будувати з двох атрибутів, один з яких обов'язково – ім'я ІС. Об'єкти ув'язуються ставленням підпорядкованості з заданими характеристиками;
- 3) побудова матриці прав доступу до ІС і додатків для адміністратора, що реалізує команди її зміни. У більшості існуючих СУБД закладені матриці доступу суб'єктів до таблиць. Для побудови матриці доступу до даних необхідний додаток, який розкладає команди зміни прав суб'єктів до даних на команди зміни прав суб'єктів до таблиць, що становлять ці дані. Ця програма повинна надавати адміністратору ІС зручний призначений для користувача інтерфейс для перегляду матриці доступу і виконання команд зміни прав;
- 4) побудова матриці відносин вкладеності між об'єктами в головній ІС та

програми для адміністратора, що реалізує команди її зміни;

5) створення додатка для користувачів. Для користувачів системи синтезується програма, яка надає їм необхідний інтерфейс і виконує операції з даними в залежності від виданих їм прав доступу. Додаток повинен забезпечувати максимальні зручності роботи з даними, а також включати механізми імпорту та експорту даних від різних аналітичних програм.

### Список літератури

1. Горковчук Д. Розроблення геоінформаційної моделі зонування міських територій для використання в системах містобудівного кадастру. *Science rise*. 2016. Vol. 12, no. 2 (29). P. 11–18.
2. Карпінський Ю., Лященко А., Ясуюкі О. Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації. *Інженерна геодезія*. 2016. № 63. С. 110–121.
3. Куліковська О. Алгоритмічні основи розробки інформаційно-аналітичного сайту маркшейдерсько-геодезичного моніторингу. *Науковий вісник НГУ*. 2006. № 6. С. 42–48.
4. Лященко А. Визначення параметрів для просторової індексації об'єктів в базах геопросторових даних кадастрових ГІС. *Інженерна геодезія*. 2001. № 46. С. 158–166.
5. Лященко А. Концептуальне моделювання геоінформаційних систем. *Вісник геодезії та картографії*. 2002. № 4. С. 44–50.
6. Лященко А., Кравченко Ю., Горковчук Д. Інфраструктурний підхід до створення сучасної системи містобудівного кадастру. *Вісник геодезії та картографії*. 2014. № 6 (93). С. 21–27.
7. Лященко А. Реляционные модели и пространственная индексация геоданных. *Інженерна геодезія*. 2000. № 43. С. 139–150.
8. Лященко А., Смирнов В., Іванченко С. Концептуальні моделі геопросторових даних. *Інженерна геодезія*. 2005. № 51. С. 216–226.
9. Лященко А., Смирнов В., Ціпенко О. Дослідження спеціальних методів доступу до баз геопросторових даних. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2004. Т. 1. С. 313–321.
10. Лященко А., Чернін А. Архітектура сучасних ГІС на основі Баз геопросторових даних. *Вісник геодезії та картографії*. 2011. № 5 (74). С. 45–50.
11. Максимова Ю. Аналіз засобів моделювання наборів профільних геопросторових даних містобудівної документації в ГІС. *Містобудування та територіальне планування*. 2016. № 59. С. 304–313.

12. Принципи цифрового подання та організації зберігання містобудівної документації в геоінформаційній системі містобудівного кадастру / А. Лященко та ін. *Вісник геодезії та картографії*. 2015. № 4. С. 31–37.
13. Рунець Р., Черін А. Структура та функції бази даних електронного каталогу топографічних об'єктів. *Вісник геодезії та картографії*. 2010. № 3. С. 31–35.
14. Структура та принципи побудови каталогу класів об'єктів профільних наборів геопросторових даних містобудівної документації / А. Лященко та ін. *Містобудування та територіальне планування*. 2013. № 47. С. 27–36.
15. Черін А. Стандартизація геоінформаційних сервісів. *Вісник геодезії та картографії*. 2009. № 4. С. 34–39.
16. Manolopoulos Y., Papadopoulos A., Vassilakopoulos [Editors] M. *Spatial databases: technologies, techniques and trends* [Text]. Idea Group Inc, 2005. 340 с.
17. Sui D., Goodchild M. GIS as media? *Guest editoria*. 2001. Vol. 15, no. 5. P. 387–390.
18. Widom D., Ullman J. *Fundamentals of relational databases*. Lori, 2006. 374 p.
19. Yeung A.-K., Hall B. G. *Spatial database system: design, implementation and project management*. 87th ed. The GeoJournal Library, 2007. 553 p.

Doctor of Technical Sciences, Professor **Kulikovska Olha**,  
Lviv National Environmental University

## **THEORETICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE ADMINISTRATIVE INTERFACE OF THE CATALOGUE OF OBJECTS OF THE MINING REGION**

The article describes the theoretical aspects of the development of an administrative interface for the catalog of objects of the mining region. It is shown that the technical capabilities of a Geographic Information System (GIS) allow simultaneous access to different information bases, comparison of the necessary information layers, and thus conducting the necessary geodynamic and environmental analysis. In order to increase visibility and informativeness, classically presented cartographic information can be accompanied by additional drawings, including three-dimensional images of objects and processes.

A visual image allows you to establish a fairly clear territorial hierarchy of the problem components as parts of a whole - an advantage that other principles of analysis lack. At the same time, the map can show both real territories and purely conventional ones, such as zones of influence of various negative factors, economic



zones, areas of distribution of social phenomena, etc. This makes it possible to confidently connect and detail the boundaries of these spaces. As a prerequisite for the existence of the proposed methodology, the information system must have access (within the authority of the body and the user) to the data of the entire set of automated information systems and networks of executive bodies of state power, local self-government bodies and enterprises (organizations) connected in a single information space. The information resources incorporated into the territorial information system encompass state information resources, information resources of oblasts and districts, information resources of regions, and resources of other economic entities, including enterprises of the mining and metallurgical complex.

It can be concluded that each user will be able to create their own group of information layers with their own display styles. It is recommended that an application be created for users that will provide them with the necessary interface and perform data operations depending on the access rights granted to them. The application should provide the greatest convenience in working with data, as well as include mechanisms for importing and exporting data from various analytical programs.

Keywords: mining region; geographic information system; administrative interface; geospatial data infrastructure; database; operational coordination.

## REFERENCES

1. Horkovchuk D. Rozroblennia heoinformatsiinoi modeli zonuvannia miskykh terytorii dlia vykorystannia v systemakh mistobudivnoho kadastru. *Science rise*. 2016. Vol. 12, no. 2 (29). P. 11–18. {In Ukrainian}.
2. Karpinskyi Yu., Liashchenko A., Yasuiuki O. Sklad i pryntsypy rozroblennia natsionalnoho profilu standartiv z heohrafichnoi informatsii. *Inzhenerna heodeziia*. 2016. № 63. S. 110–121. {In Ukrainian}.
3. Kulikovska O. Alhorytmichni osnovy rozrobky informatsiino-analitychnoho sait marksheidersko-heodezychnoho monitorynhu. *Naukovyi visnyk NHU*. 2006. № 6. S. 42–48. {In Ukrainian}.
4. Liashchenko A. Vyznachennia parametriv dlia prostоровoi indeksatsii obiektiv v bazakh heoprostorovykh danykh kadastrovykh HIS. *Inzhenerna heodeziia*. 2001. № 46. S. 158–166. {In Ukrainian}.
5. Liashchenko A. Kontseptualne modeliuвання heoinformatsiinykh system. *Visnyk heodezii ta kartohrafii*. 2002. № 4. S. 44–50. {In Ukrainian}.
6. Liashchenko A., Kravchenko Yu., Horkovchuk D. Infrastrukturnyi pidkhid do stvorennia suchasnoi systemy mistobudivnoho kadastru. *Visnyk heodezii ta kartohrafii*. 2014. № 6 (93). S. 21–27. {In Ukrainian}.

7. Liashchenko A. Reliatsyonnye modely y prostranstvennaia yndeksatsiya heodannykh. Inzhenerna heodeziia. 2000. № 43. S. 139–150. {In Ukrainian}.
8. Liashchenko A., Smyrnov V., Ivanchenko S. Kontseptualni modeli heoprostorovykh danykh. Inzhenerna heodeziia. 2005. № 51. S. 216–226. {In Ukrainian}.
9. Liashchenko A., Smyrnov V., Tsipenko O. Doslidzhennia spetsialnykh metodiv dostupu do baz heoprostorovykh danykh. Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. 2004. T. 1. S. 313–321. {In Ukrainian}.
10. Liashchenko A., Chernin A. Arkhitektura suchasnykh HIS na osnovi Baz heoprostorovykh danykh. Visnyk heodezii ta kartohrafii. 2011. № 5 (74). S. 45–50. {In Ukrainian}.
11. Maksymova Yu. Analiz zasobiv modeliuвання naboriv profilnykh heoprostorovykh danykh mistobudivnoi dokumentatsii v HIS. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2016. № 59. S. 304–313. {In Ukrainian}.
12. Pryntsypy tsyfrovoho podannia ta orhanizatsii zberihannia mistobudivnoi dokumentatsii v heoinformatsiinii systemi mistobudivnoho kadastru / A. Liashchenko ta in. Visnyk heodezii ta kartohrafii. 2015. № 4. S. 31–37. {In Ukrainian}.
13. Runets R., Cherin A. Struktura ta funktsii bazy danykh elektronnoho katalogu topohrafichnykh obiektiv. Visnyk heodezii ta kartohrafii. 2010. № 3. S. 31–35. {In Ukrainian}.
14. Struktura ta pryntsypy pobudovy katalogu klasiv obiektiv profilnykh naboriv heoprostorovykh danykh mistobudivnoi dokumentatsii / A. Liashchenko ta in. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2013. № 47. S. 27–36. {In Ukrainian}.
15. Cherin A. Standartyzatsiia heoinformatsiinykh servisiv. Visnyk heodezii ta kartohrafii. 2009. № 4. S. 34–39. {In Ukrainian}.
16. Manolopoulos Y., Papadopoulos A., Vassilakopoulos [Editors] M. Spatial databases: technologies, techniques and trends [Tekht]. Idea Group Inc, 2005. 340 s. {In English}.
17. Sui D., Goodchild M. GIS as media? Guest editoria. 2001. Vol. 15, no. 5. P. 387–390. {In English}.
18. Widom D., Ullman J. Fundamentals of relational databases. Lori, 2006. 374 p. {In English}.
19. Yeung A.-K., Hall B. G. Spatial database system: design, implementation and project management. 87th ed. The GeoJournal Library, 2007. 553 p. {In English}.