

КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

С. Марков¹, О. Дишлик²

¹Київський національний університет будівництва і архітектури,

²КДП “Київгеоінформатика”

Ключові слова: інформаційні системи, моніторингові роботи.

Збереження архітектурної спадщини України є одним з найважливіших завдань державного рівня. Стрижнем цього процесу, безумовно, є моніторинг стану цих об'єктів, що ґрунтується на постійному безперервному спостереженні за ними. Отримана при цьому інформація є дуже важливою для оцінки поточного стану історичних пам'яток та прогнозу їх стану у майбутньому. Тому дані моніторингу необхідно періодично отримувати, ретельно обробляти та надійно зберігати. У статті 16 “Венеціанської хартії” [1] говориться, що всі результати моніторингу об'єктів архітектурної спадщини мають документуватися у формі аналітичних і критичних звітів, ілюструватися малюнками і фотографіями та архівуватися. До них необхідно забезпечити доступ зацікавлених фахівців.

Специфіка виконання моніторингових робіт зумовлює періодичне отримання великих масивів вихідних даних, даних обробки результатів вимірювань та різноманітних похідних документів, що відображають стан об'єктів моніторингу. Через певний час кількість цих даних може перебільшити певний поріг, після чого контролювання інформації перетворюється на проблему. Отже, дуже актуальним є розумне впорядкування моніторингових даних з використанням сучасних підходів до архівування та поширення інформації різноманітної природи.

Досягнення у засобах моніторингу об'єктів архітектурної спадщини, розвиток інформаційних та телекомунікаційних технологій створюють умови, коли необхідним є перехід до комп'ютерних технологій отримання, обробки та поширення інформації про об'єкти моніторингу. Це дає змогу значно підвищити ефективність збереження архітектурної спадщини України для нащадків. Для переведення моніторингових процесів на цифрові технології необхідно використовувати сучасні підходи, які ґрунтуються на застосуванні електронних приладів моніторингу, комп'ютерного опрацювання отриманих даних, а також використання портальних техноло-

гій поширення цифрової інформації. Крім того, міжнародна організація ЮНЕСКО висуває певні вимоги щодо виконання моніторингових робіт на об'єктах культурної спадщини [2]. Згідно з цими вимогами результати моніторингу об'єктів культурної спадщини повинні містити:

- опис об'єкта моніторингу (зокрема його фізичного стану);
- опис факторів, що можуть вплинути на стан об'єкта (зокрема загрози);
- опис заходів, які вживають з метою охорони об'єкта;
- інтегровані різноманітні дані про об'єкти моніторингу.

Необхідно також підкреслити, що останніми роками у світі спостерігається тенденція до формування електронних ресурсів, які відображають всі аспекти життя суспільства, зокрема збереження в цифровій формі інформації про культурну спадщину людства.

У результаті інтегрування моніторингової інформації про об'єкти культурної спадщини має бути побудована інформаційна система (ІС) моніторингу. Ця система повинна враховувати особливості специфічної предметної області (охорона пам'яток), але до її розробки слід підходити як до розробки будь-якої ІС.

Національний заповідник (НЗ) “Софія Київська” є дуже важливим історико-культурним об'єктом України, внесеним до списку всесвітньої культурної спадщини ЮНЕСКО. Упродовж останніх кількох років у заповіднику ведуться активні моніторингові роботи, постійно збирають різноманітну інформацію про стан об'єктів заповідника. Сьогодні кількість моніторингових даних настільки велика, що, якщо не почати інтегрування цих даних у середовищі інформаційної системи, існує ризик втрати дуже цінної інформації. Тому нещодавно в НЗ “Софія Київська” почалися роботи щодо створення ІС заповідника.

На першому етапі було проаналізовано коло її основних майбутніх користувачів та сформульовано загальні вимоги цих користувачів до

функціональності ІС. До кола ймовірних (але не єдино можливих) користувачів ІС увійшли:

- працівники відділів Заповідника (вони, своєю чергою, можуть бути умовно розділені на звичайних користувачів, адміністраторів ІС та адміністраторів даних);
- керівний склад Заповідника;
- фахівці з інших організацій, зокрема міжнародних;
- громадськість (українська та міжнародна).

Безумовно, у кожній з цих груп є власний погляд на вимоги до функціональності ІС (інакше кажучи, мовою інформаційних технологій, різні “зовнішні моделі”), але підсумування та узагальнення основних їх вимог дає змогу сформулювати загальний перелік побажань користувачів щодо функцій, які має реалізовувати ІС:

- можливість розміщення різноманітної інформації про об’єкти моніторингу в сховищі даних ІС;
- забезпечення пошуку необхідних даних за визначеними критеріями;
- можливість отримання знайдених даних зі сховища даних;
- виконання аналітичної обробки даних моніторингу під час вирішення прикладних завдань;
- наочне відображення даних та результатів їх обробки;
- дружній та гнучкий інтерфейс користувача;
- можливість адміністрування даних моніторингу;
- забезпечення інформаційної взаємодії із зовнішніми ІС;
- простота та можливість самостійної експлуатації створеної системи працівниками Заповідника.

Враховуючі ці вимоги, а також загальноприйняті сьогодні підходи до розробки будь-яких ІС, сформульовано основні принципи створення ІС моніторингу об’єктів культурної спадщини для НЗ “Софія Київська”:

1. *Незалежність даних від прикладних програм.* Це один з базових принципів “відкритих систем”, який забезпечує максимальну незалежність ІС від апаратно-програмного середовища, в якому вона реалізована, а також її максимальну сумісність із зовнішніми ІС. Сьогодні моніторинговими роботами в Заповіднику займаються різні організації, і їх результати моніторингу є

дуже різноманітними. Швидше за все, перелік видів моніторингу в майбутньому буде розширюватися. Тому базовим підходом має бути повне розділення процесів отримання моніторингових даних та їх подальшої обробки. Прикладні програмні застосування, що дають змогу опрацювати вихідні дані моніторингу та отримати певну похідну інформацію, не повинні залежати від цих вихідних даних і навпаки. Важливо лише забезпечити їх взаємодію через реалізацію стандартних інтерфейсів.

2. *Реалізація в середовищі Інтернет/Інtranет у вигляді порталу даних моніторингу.* Технології корпоративних порталів сьогодні відіграють дуже важливу роль у задачах ефективної інформаційної взаємодії як всередині організації, так і при обміні даними із зовнішніми організаціями. Це відпрацьована технологія, яка, з одного боку, порівняно просто реалізується на практиці, а, з іншого, – є ефективною і перевіреною на практиці.

3. *Збереження даних моніторингу в сховищі даних, що має ієрархічну файловою структуру.* На перший погляд, модним та привабливим видається сьогодні збереження всіх даних моніторингу в середовищі баз даних, а не у файлової системі. Безумовно, такий підхід має певні переваги, але, на жаль, він значно ускладнює систему та збільшує її вартість, що є абсолютно неприйнятним для Заповідника. Тому чітко впорядковане, ієрархічно структуроване та стандартно описане файлове сховище даних моніторингу є сьогодні кращим рішенням.

4. *Створення бази метаданих з урахуванням відповідних міжнародних стандартів.* База метаданих є фактично електронним каталогом моніторингової інформації. Всі вихідні та похідні дані моніторингу мають обов’язково бути описані в електронних каталожних картках стандартизованого вигляду. Цей опис має містити гіперпосилання на самі дані моніторингу, що зберігаються у сховищі даних.

5. *Забезпечення інформаційної взаємодії із зовнішніми системами на основі стандартних XML-інтерфейсів.* Мова XML сьогодні стала стандартизованим універсальним засобом обміну даними в різноманітних ІС, тому вона запропонована як інструмент інформаційного обміну в ІС, що розробляється.

У ході розроблення ІС означені принципи були трансформовані в конкретні компоненти

системи. Звичайно, шляхи реалізації цих принципів можуть бути різноманітними, і кінцева архітектура ІС може мати багато альтернатив. Зрештою, це не найважливіше питання. Головним, на наш погляд, є те, щоб розроблена система реалізовувала оголошену раніше функціональність та підвищила ефективність моніторингу об'єктів Заповідника.

Опис культурних пам'яток та результатів їх моніторингу є дуже різноманітними (дані геотехнічного, кліматичного, гідрологічного, будівельного та інших видів моніторингу), тому стандартизація такої інформації є непростим завданням. Відомо багато підходів до вирішення цієї проблеми [3, 4]. Всі вони ґрунтуються на стандартизації структури метаданих (або даних про дані), що описують відповідні набори даних. Але навіть за наявності певного стандарту його безпосереднє використання не завжди можливе. Це залежить від особливостей предметної галузі або об'єкта, що описується. В цих умовах на основі відповідного стандарту розробляється так званий профіль стандарту або його модифікація, яка враховує означені особливості. Наприклад, під час розробки ІС моніторингу об'єктів культурної спадщини для НЗ “Софія Київська” був розроблений профіль стандарту на метадані для опису творів монументального мистецтва, які є предметом моніторингу. Він містить такі інформаційні групи:

- назва твору;
- зображення твору;
- автор твору;
- дата створення твору;
- техніка виконання твору;
- стан твору;
- розміри твору;
- розташування твору;
- додаткова інформація.

Цей документ став основою структури бази метаданих (або електронного каталогу) творів монументального мистецтва Софійського Собору, яка була створена при розробленні ІС. Інтерфейс каталогу реалізований в середовищі Інтернет/Інтранет (рис. 1, 2) у вигляді звичайної Веб-сторінки.

Під час роботи користувача з електронним каталогом спочатку вибирають частину Собору, в якій розташований твір (рис. 1, а), потім на плані цієї частини (наприклад, на плані першого поверху) – приміщення, де він розміщений (рис. 1, б). Далі користувач починає працювати

з віртуальною просторовою моделлю вибраного приміщення (відеороликом у форматі програмного забезпечення Quick Time), яка отримана за допомогою обробки результатів цифрової панорамної зйомки цього приміщення (рис. 2, а).

За допомогою інтерактивної взаємодії з просторовою моделлю користувач вибирає потрібний йому твір монументального мистецтва, в результаті чого з бази метаданих викликається каталожна картка (рис. 2, б), що описує твір згідно із структурою, описаною у профілі стандарту на метадані.

Описаний підхід до створення електронного каталогу є, на наш погляд, доволі ефективним, тому що дуже наочно подає інформацію користувачам, він простий в реалізації, а також забезпечує стандартизацію опису творів монументального мистецтва як у Національному заповіднику “Софія Київська”, так і в інших музеях і заповідниках.

Доступ до даних моніторингу об'єктів НЗ “Софія Київська” реалізований в середовищі Інтранет НЗ “Софія Київська” у вигляді корпоративного порталу, структурна схема якого зображена на рис. 3. При його побудові максимально використовувалися наявні на сьогодні в Заповіднику комп'ютерні ресурси, а також описані раніше вимоги майбутніх користувачів. Крім того, у структурі порталу передбачені майбутні можливості інформаційної взаємодії між ресурсами НЗ “Софія Київська” та зовнішніми джерелами даних та користувачами з інших організацій з використанням мережі Інтернет. Користувачами 1, ... М вважаються під'єднані до локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) комп'ютери працівників НЗ “Софія Київська”, які використовують дані моніторингу. Для формулювання інформаційних запитів вони мають звичайний графічний інтерфейс у вигляді сторінки Веб-браузера.

Цей запит через ЛОМ та сервіс-конектор передається до сервера, де обробляється у сервісному модулі. Далі виконується пошук у базі метаданих моніторингової інформації, необхідні дані відшукуються та передаються користувачеві у вигляді відповідного файлу, що зберігається у базі даних моніторингу, або гіперпосилання на цей файл. Адміністратор метаданих, що має ексклюзивні права щодо внесення будь-яких змін у базу даних та базу метаданих, також має на своєму робочому місці графічний інтерфейс, реалізований на базі стандартного Веб-браузера.



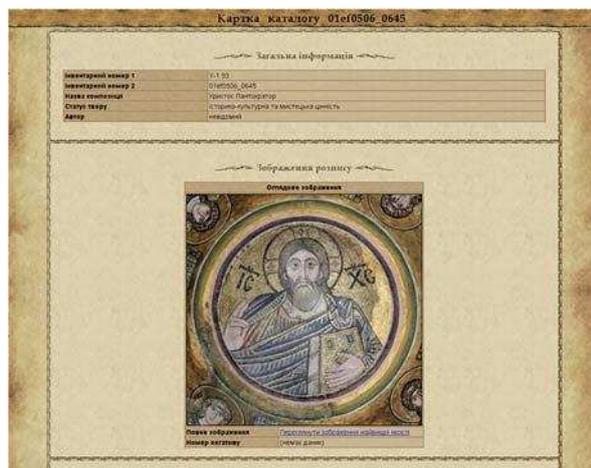
а



а



б



б

Рис. 1. Фрагменти інтерфейсу каталогу творів монументального мистецтва Софійського Собору

Рис. 2. Вікна просторової моделі приміщення та електронної картки каталогу

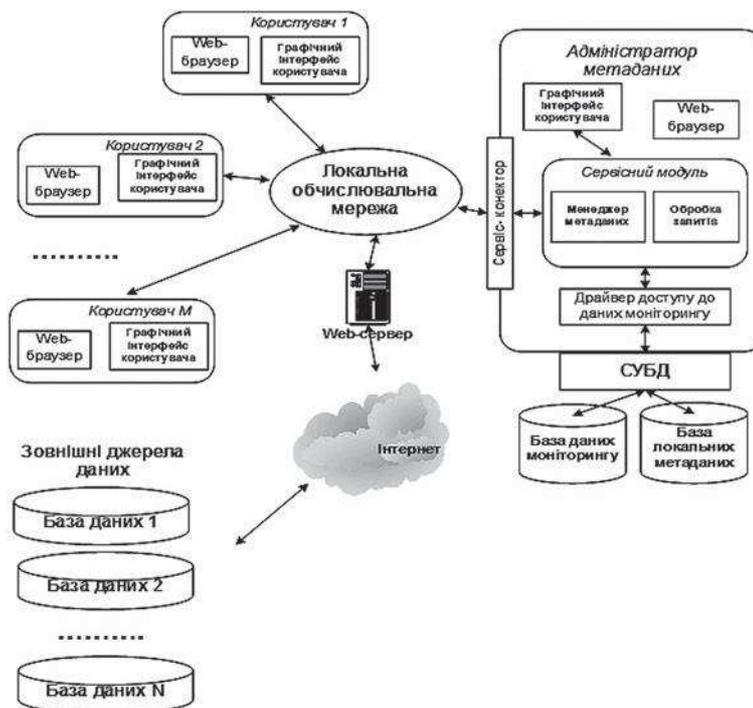


Рис. 3. Загальна структурна схема порталу даних моніторингу НЗ "Софія Київська"

Для забезпечення у майбутньому можливості інформаційної взаємодії із зовнішніми користувачами щодо обміну даними моніторингу через мережу Інтернет передбачена можливість введення до складу порталу Веб-сервера, якій планується зв'язати із зовнішніми джерелами даних (база даних 1 ... N), а також з глобальним центром метаданих, на якому (у базі глобальних метаданих) зберігатимуться генералізовані метадані про дані моніторингу різних об'єктів культурної спадщини.

Оскільки дані моніторингу є дуже різноманітними, структури метаданих, що їх описують, також значно відрізняються. Ці структури залежатимуть від виду моніторингу, характеру вхідних та вихідних даних, періодичності моніторингових робіт тощо. З практичного погляду краще створить окремі бази метаданих для кожного з видів моніторингу. Наприклад, база метаданих геотехнічного моніторингу може виглядати так, як це показано на рис. 4.

Головне призначення бази метаданих – збирання та обробка описової інформації про дані моніторингу, яка дасть змогу користувачу ефективно зберігати та шукати потрібну моніторингову інформацію. Для побудови бази метаданих (БМД) використовувалася реляційна модель даних, як найпоширеніша на практиці та придатна для розв'язання поставленої задачі. Вихідними даними при проектуванні БМД були потреби користувачів цієї БМД, тобто персоналу НЗ “Софія Київська”.

Згідно з наявною сьогодні технологією проектування реляційних баз даних [5] було визначено перелік сутностей БМД, які відповідають предметній області розв'язуваної задачі: проекти з моніторингу; об'єкти моніторингу; сесії вимірювань; систем координат; контрольні точки; інструменти вимірювань; окументи.

Далі для кожної сутності визначався набір атрибутів, що описують властивості цих сутностей, а також їх зв'язки з іншими сутностями. На рис. 4 зображено інфологічну модель БМД.

Для певних значень атрибутів сутностей, наявних у БМД, було розроблено стандартні словники (тезауруси), що відображають особливості відповідних предметних областей цих атрибутів. Якщо необхідно, на базі цих словників можуть будуватися класифікатори об'єктів БМД. Крім того, словники у майбутньому можуть поповнюватися користувачами і слугують для спрощення заповнення БМД, забезпечення доменного контролю вхідних даних та підвищення ефективності пошуку інформації в БМД.

Безпосередньо дані моніторингу зберігаються у логічно впорядкованому файловому сховищі через формування відповідної структури каталогів.

На файли, що розташовані у цьому сховищі, посилаються об'єкти, які зберігаються у БМД системи геотехнічного моніторингу НЗ «Софія Київська». Файлова структура сховища даних моніторингового проекту була побудована відповідно переліку видів кінцевої продукції, сформованих замовником, а також з урахуванням сучасних підходів до впорядкування результатів продукції інформаційних проектів [6].

Один з цих підходів, який активно використовують на практиці автори цього проекту, передбачає створення п'яти основних інформаційних груп (пакетів), UML-діаграма яких зображена на рис. 5.

Інформаційні групи (або пакети), сформовані у вигляді структури файлових каталогів, мають такий зміст:

Пакет *Publications* (Публікації) – каталог, що містить елементи матеріалів підтримки взаємодії підприємства – замовника із зовнішнім світом. У випадку моніторингового проекту в цей каталог доцільно помістити статті з тематики проекту та презентації, підготовані у ході проекту. Ці два типи документів можна розмістити у різних підкаталогах (*Papers* та *Presentations*).

Пакет *Products* (Продукти) – каталог, у якому розташовуються елементи продукції проекту або його результати у електронному вигляді. У нашому випадку це БМД, файли якої розміщуються у підкаталозі *MetaDB*, а також похідні документи, створені за результатами проекту, згідно з вимогами замовника. Оскільки ці похідні документи створюються для кожної сесії спостережень, їх версії для кожної сесії зберігаються у підкаталозі *Sessoins*, в якому також створюються підкаталоги з документами відповідної сесії. Ці каталоги отримують назву згідно із датою спостереження у форматі $\langle YYYY_MM_DD \rangle$ (рік-місяць-день), що спрощує сортування цих результатів за даними.

Пакет *Processes* (Процеси) – каталог, в якому зберігаються документи, які використовуються під час управління проектом. Для кращого впорядкування цих документів розділ *Processes* розділений, своєю чергою, на два підрозділи *Mngm_Docs* (Управлінські документи) та *Reports* (Звіти).

Пакет *Basics* (Основи) – каталог з базовою інформацією, що виконує функції інформаційної основи проекту. До неї входять: класифікатори, що використовуються у проекті (підкаталог *Classifiers*); посилання на літературні та інші джерела (підкаталог *References*); нормативно-правові документи, які використовувалися у проекті (підкаталог *Legal_Docs*);

Пакет *Services* (Сервіси) – каталог з документами, які виконують у проекті сервісні функції.

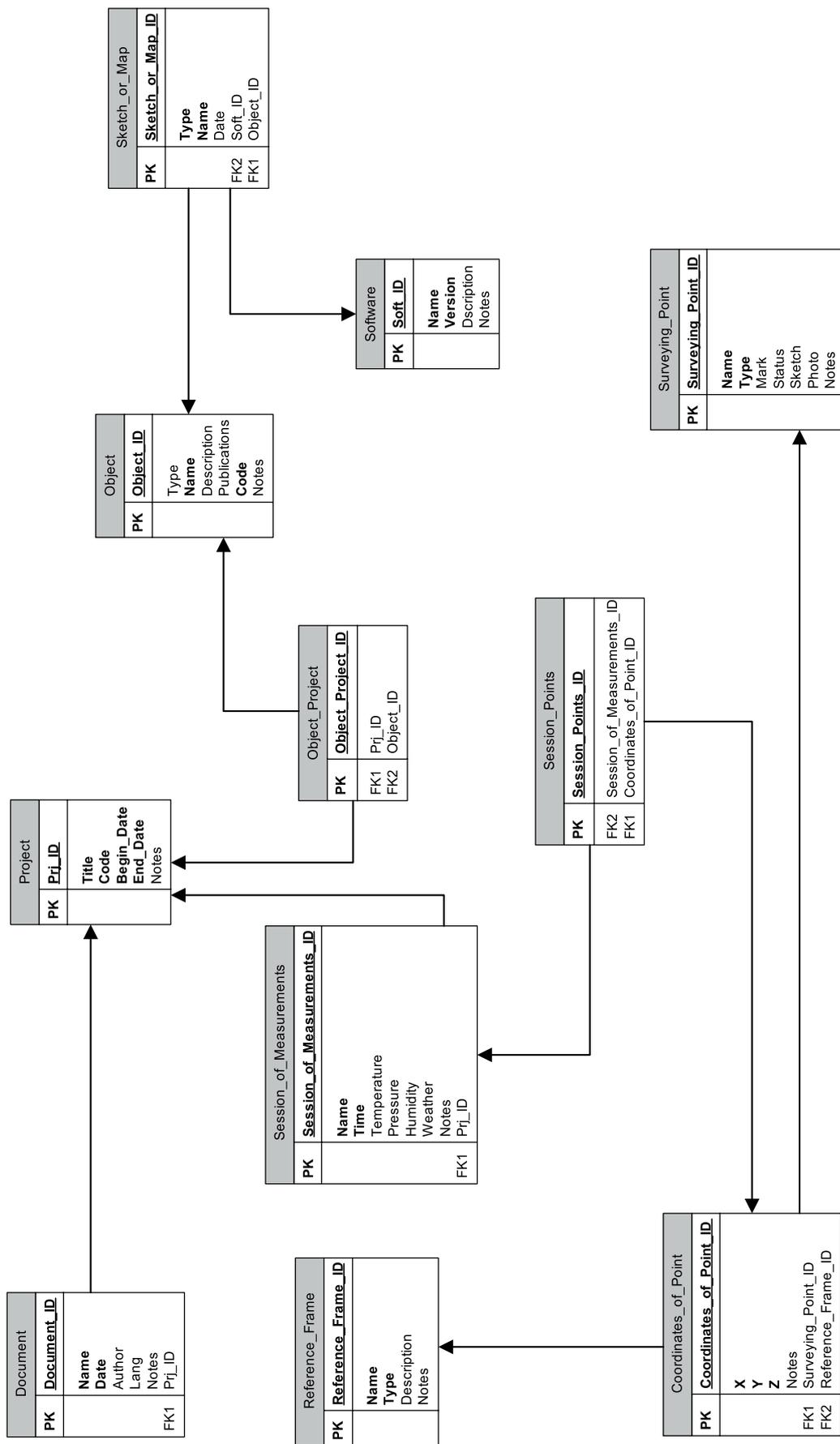


Рис. 4. Інфологічна модель бази метаданих системи геотехнічного моніторингу НЗ “Софія Київська”

До таких документів належить:

- опис обладнання та приладдя (підкаталог *Equipment*), які використовують для спостережень. Документи про обладнання, своєю чергою, розділено на три інформаційні групи:
 - специфікації обладнання та приладів (підкаталог *Specifications*);
 - скановані копії метрологічних сертифікатів (підкаталог *Certification*);
 - фотографії обладнання та приладів (підкаталог *Photos*).
- опис об'єкта спостережень (підкаталог *Object*), в якому зібрана описова інформація про нього. До цього опису входять:
 - публікації про об'єкт (підкаталог *Publications*);
 - картографічні зображення об'єкта та його частин (підкаталог *Maps*);
 - креслення, що описують об'єкт (підкаталог *Sketches*);

- опис контрольних точок спостережень (підкаталог *Ctrl_Points*), що, своєю чергою, містить:
 - креслення, де показано розташування точок (підкаталог *Sketches*);
 - фотографії точок (підкаталог *Photos*).

Зовнішній вигляд описаного вище файлового каталогу зображено на рис. 6. При подальшому розвитку системи перелік підкаталогів може бути розширений. Відповідні документи (файли) проекту розміщуються у описаній системі каталогів.

На кожен документ створюється гіперпосилання з БМД проекту. Крім того, кожен з файлів, що записується у файлове сховище, має супроводжуватися загальними метаданими, які дає змогу вносити файлова система.

У ході розвитку інформаційної системи моніторингу об'єктів НЗ “Софія Київська” передбачається узгодження стандартів на метадані для різноманітних даних моніторингу на глобальному, національному та регіональному рівнях, розроблення відповідних профілів стандартів, впровадження цих стандартів на практиці. Для забезпечення максимальної сумісності різноманітних даних про об'єкти культурної спадщини, формати обміну даними мають реалізовуватися мовою XML, що сьогодні є стандартним мовним засобом передавання даних.

Має розвиватися також архітектура інформаційної системи. У майбутньому вона, наприклад, може виглядати так, як це зображено на рис. 7.

Порівняно з архітектурою існуючої системи вона буде мати вихід до Інтернету і, отже, обмінюватиметься даними з подібними системами інших українських та міжнародних організацій. Буде розширена її функціональність. Якщо сьогодні фактично реалізовані лише функції адміністрування та управління каталогом даних, то в майбутньому до них додаватимуться розширені функції відображення інформації, а також аналізу та моделювання моніторингових даних. Напрямок розвитку системи має бути вбудовування процедур аналізу та моделювання цієї інформації в середовище системи, але для реалізації цього потрібна буде дуже тісна співпраця організацій, що беруть участь у моніторингу.

В новій системі також передбачається краще інтегрування даних різних видів моніторингу, архівування моніторингової інформації, забезпечення збереження даних моніторингу як у файловій системі, так і в базах даних.

Звичайно, з державного погляду, описаний портал даних моніторингу НЗ “Софія Київська” має стати частиною інтегрованого державного порталу об'єктів культурної спадщини. Це, очевидно, справа майбутнього, але вже сьогодні, під

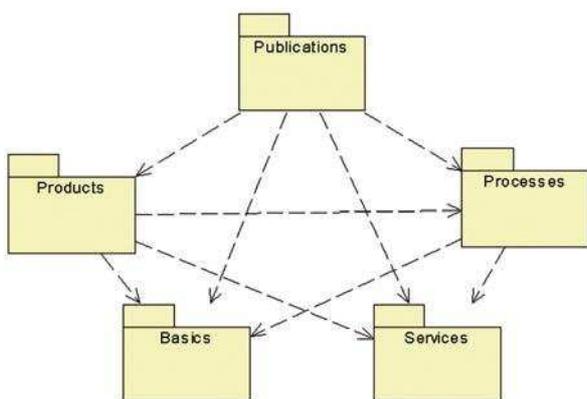


Рис. 5. Інфраструктура продукції інформаційного проекту

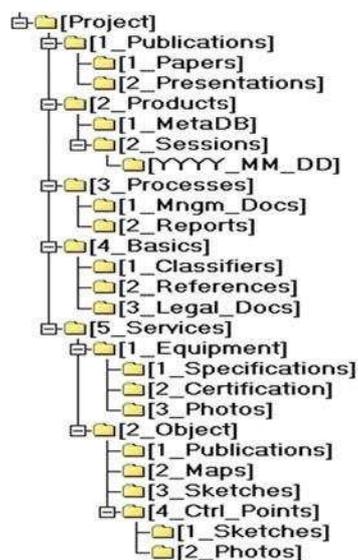


Рис. 6. Файлова структура сховища даних моніторингового проекту

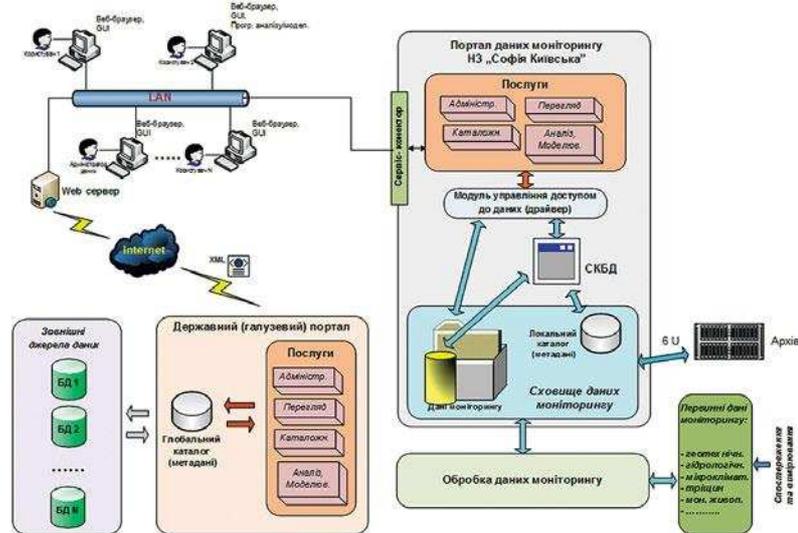


Рис. 7. Архітектура майбутньої системи моніторингу

час побудови та удосконалення порталу Заповідника, необхідно замислюватися над можливими проблемами його інтегрування у портали вищих рівнів.

Література

1. International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites. – ICOMOS. http://www.icomos.org/venice_charter.html (останнє відвідування 25.06.2009).
2. The Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. – UNESCO. <http://whc.unesco.org/en/guidelines> (останнє відвідування 25.06.2009).
3. The Dublin Core Metadata Initiative (DCMI). – <http://purl.oclc.org/dc> (останнє відвідування 25.06.2009).
4. Categories for the Description of Works of Art. – http://www.getty.edu/research/conducting_research/standards/cdwa/index.html (останнє відвідування 25.06.2009).
5. Коннолли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: реализация и сопровождение: Теория и практика, 2-е изд.; Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2001. – 1120 с.
6. Дишлик О.П., Марков С.Ю., Чабанюк В.С. Каркас георішень як спосіб побудови національної інфраструктури геопросторових даних // Інженерна геодезія. – К.: КНУБА, 2003.

Ключові питання побудови інформаційної системи моніторингу об'єктів культурної спадщини

С. Марков, О. Дишлик

Викладено концептуальні підходи до побудови інформаційної системи управління дани-

ми моніторингу об'єктів культурної спадщини на прикладі Національного заповідника “Софія Київська”. Розроблено вимоги до інформаційної системи, запропоновано її загальну архітектуру, розглянуто особливості системи, зумовлені специфічністю предметної області.

Ключевые вопросы построения информационной системы мониторинга объектов культурного наследия

С. Марков, А. Дышлык

Излагаются концептуальные подходы к построению информационной системы управления данными мониторинга объектов культурного наследия на примере Национального заповедника “София Киевская”. Разработаны требования к информационной системе, предложена ее общая архитектура, рассмотрены особенности системы, обусловленные специфичностью предметной области.

The key issues of information system of cultural heritage objects monitoring creation

S. Markov, O. Dyshlyk

The paper describes the conceptual approaches to building information system for management of monitoring data about cultural heritage objects. The case of National Conservation Area “St. Sophia of Kiev” is considered. The general requirements and architecture for the information system are developed, the peculiarities conditioned by the specificity of the area are formulated.