

УДК 528.001 + 681.518

ОНТОЛОГІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ БАЗ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

А. Лященко

Науково-дослідний інститут геодезії і картографії,

І. Патракеєв

Київський національний університет будівництва і архітектури

Ключові слова: моніторинг, геоінформаційний моніторинг, ГІС, бази геопросторових даних.

Постановка проблеми

Геоінформатика є однією із сучасних прикладних наук, що суттєво впливає на діяльність у багатьох сферах, які пов'язані з вивченням Землі, її природних ресурсів, навколишнього середовища, соціально-економічних процесів та інших об'єктів і явищ, для яких важливі просторові властивості та просторова взаємодія об'єктів. Її застосування в багатьох прикладних сферах позначається виникненням нових понять, що пов'язані з ознакою "геоінформаційний", зокрема геоінформаційні системи, геоінформаційне картографування, геоінформаційний моніторинг тощо. Цю ознаку найчастіше розглядають як суто технологічну, що вказує на нове інформаційно-технологічне середовище ведення традиційної діяльності в певній предметній сфері. Але, як правило, це лише один аспект упровадження нової технології. Нерідко воно супроводжується не тільки зміною методів і засобів, а й розширенням змісту та зміною парадигми діяльності. Виявити та зафіксувати такі зміни можна на основі онтологічного підходу до концептуалізації певної предметної сфери до та після впровадження нової технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Загальною рисою більшості публікацій, що стосуються застосування ГІС для моніторингу природних ресурсів та навколишнього середовища, можна назвати перенесення на нову технологію підходу традиційного картографічного моделювання, основними парадигмами якого є розподіл об'єктів за шарами цифрової карти, побудова низки тематичних електронних карт, що відображають просторову взаємодію об'єктів та явищ, та подання їх для аналізу експертам [1–3]. За такого підходу географічні знання про взаємодію об'єктів та явищ не формалізуються й не передаються експертній ГІС, а весь алгоритм геоінформаційного аналізу реалізується в інтерактивному режимі, завдяки знанням фахівця-аналітика (географа, еколога, гідролога тощо).

Перехід від статистичних та картографічних технологій проведення моніторингу до цифрових й геоінформаційних потребує інтегрування просторово-часових даних з різних джерел на основі розроблення відповідних інформаційних моделей, баз знань, баз геопросторових даних та методів геоінформаційного

моделювання, оцінювання і прогнозування стану об'єктів моніторингу [4–10]. Для ефективного застосування ГІС-технології у системах моніторингу важливо повноцінно використовувати насамперед модельний потенціал ГІС на основі баз геопросторових даних у середовищі універсальних об'єктно-реляційних СКБД як у процесі формулювання теоретичних засад геоінформаційного моніторингу, так і в практиці його реалізації.

Постановка завдання

Як відомо, онтологія – це стислий опис структури предметної сфери (S), який містить терміни (T), що позначають об'єкти й поняття S , відношення (R) між термінами й визначення (D) цих понять і відношень: $S = \langle T, R, D \rangle$. У графічному поданні онтологія має вид пірамідальної мережі, вершини якої позначено термінами, а ребра вказують тип відношень між ними. Початкова вершина містить назву предметної сфери та зв'язана відношенням "частина–ціле" з вершинами наступного рівня, які є базовими категоріями S .

У пропонованій праці обґрунтовано визначення терміна "геоінформаційний моніторинг" (ГМ), подано узагальнену класифікаційну схему видів моніторингових систем з визначенням в ній місця ГМ, розглянуто узагальнений граф онтології ГМ та його основні компоненти.

Виклад основного матеріалу

Як відомо, моніторинг – це система повторних спостережень одного чи більше елементів навколишнього природного середовища у просторі й часі з певними цілями відповідно до завчасно підготовленої програми [2, 3].

Геоінформаційний моніторинг – це технологія та автоматизована система планування й проведення моніторингу на основі інтегрування даних з різних джерел, моделювання, оцінювання та прогнозування стану об'єктів моніторингу в середовищі геоінформаційних систем із застосуванням баз геопросторових даних і баз знань. Цьому визначенню відповідає узагальнений граф онтології геоінформаційного моніторингу (рис. 1). ГМ є підвидом моніторингових систем, а отже, успадковує від них усі їхні загальні властивості, цілі, призначення, методичне забезпечення організації мережі спостереження тощо, але має також притаманні тільки йому властивості та методи.

В узагальненій класифікаційній схемі видів моніторингових систем (рис. 2) геоінформаційний моніторинг входить у групу "За технологіями та

методами оброблення даних”. Застосовані п’ять груп ознак для типології моніторингових систем доквілля утворюють незалежний базис їх класифікації. Тому можна говорити про геоінформаційний моніторинг різних середовищ (об’єктів), різного територіального охоплення, різного призначення з використанням різних методів й технологій спостереження. Але варто наголосити на ключовій відмінності ГМ від інших моніторингів відповідної класифікаційної групи, зокрема, традиційних статистичного та картографічного. По-перше, завдяки ГІС геоінформаційний моніторинг забезпечує інтегрування просторово-часових даних з різних джерел в єдиному координатному просторі, а, по-друге, дає змогу вирішити одну з основних проблем моніторингу природних ресурсів та доквілля, а саме: забезпечити перехід від інформації в точках (об’єктах чи пунктах мережі спостереження) до узагальненої інформації у просторі та часі на основі баз геопросторових даних (БГД) і усього арсеналу математичних методів геопросторового аналізу, геовізуалізації та баз знань, в яких подається формалізований опис причинно-наслідкових відношень між об’єктами і явищами доквілля [4, 7, 9, 10].

Компонента баз геопросторових даних відіграє основну і вирішальну роль у сучасній архітектурі геоінформаційних систем та концепції геоінформаційного моніторингу. Орієнтований на бази даних підхід дає можливість істотно підвищити ефективність використання геопросторової інформації в системах підтримки прийняття рішень порівняно з традиційним ГІС-центричним підходом [5, 11].

Бази геопросторових даних створюються у середовищі об’єктно-реляційних систем керування базами даних (ОР СКБД), що розширені об’єктним типом даних Geometry, програмними функціями і процедурами оброблення й маніпулювання просторовими даними та розширеною мовою SQL 3 для керування процесами створення, модифікування і доступу до БГД, а також програмування поведінки прикладних геопросторових об’єктів, що породжуються від типу Geometry. Просторові розширення реалізовані практично у всіх провідних універсальних ОР СКБД, зокрема в Oracle, MS SQL Server, DB 2, Postgres SQL та MySQL. Усі вони підтримують ієрархію класів простих геометричних об’єктів за специфікацією відкритого геопросторового консорціуму OGC та розвиваються в напрямі реалізації розширеного типу Geometry за стандартом ISO SQL Multimedia/Spatial [8], включаючи криволінійні та комбіновані елементи, мережеві топологічні моделі, растрові (GRID) та TIN моделі географічних полів. Усі геометричні класи підтримуються в 2D, 3D та 4D системах координат, що задаються комбінацією X, Y, Z та M координат, тобто: (X,Y) ; (X,Y,M) ; (X,Y,Z) та (X,Y,Z,M) , де координата M відповідає вимірному значенню будь-якої характеристики у певній точці простору. В стандарті SQL/MM визначено понад 300 просторових функцій та методів для обчислення метричних характеристик об’єктів, визначення просторових відношень, просторового аналізу та створення нових об’єктів відносно геометрії інших.

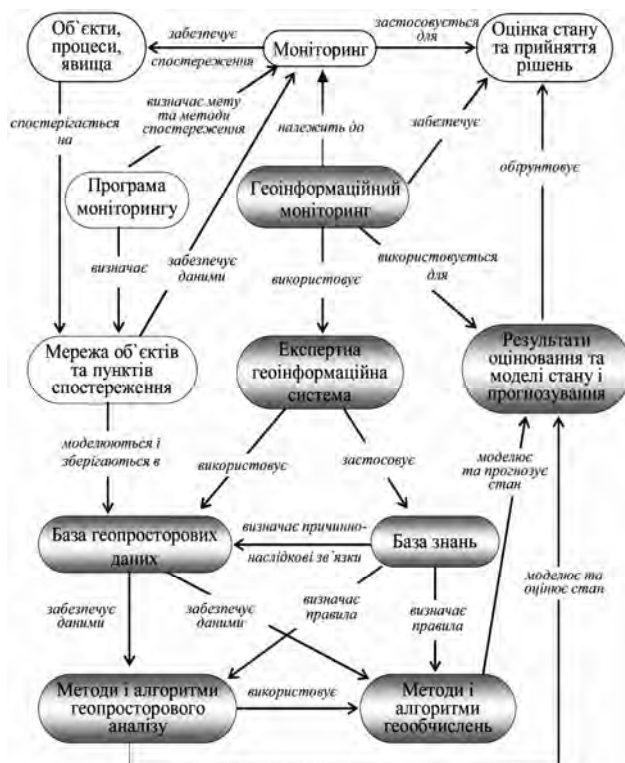


Рис. 1. Узагальнений граф онтології геоінформаційного моніторингу

За територіальним охопленням: локальний, регіональний, глобальний	За середовищем та об’єктами спостереження: атмосферного повітря, земельних ресурсів, водних ресурсів, лісів, міських територій та інші
За призначенням системи спостереження: стандартний, спеціальний, фоновий	За технологіями та методами оброблення даних: статистичний, картографічний, геоінформаційний, інші
За місцем знаходження станції спостереження: космічний, авіаційний, наземний	

Рис. 2. Типологія систем моніторингу об’єктів навколишнього середовища

Використання універсальних ОР СКБД для створення БГД забезпечує для геопросторових даних усі властивості, притаманні системам баз даних, а саме: незалежність даних від конкретних програмних ГІС-платформ, централізоване керування даними; дотримання стандартів; безпеку та цілісність даних; мультидоступ до даних; розподілене спільне використання даних; адміністрування та регламентування доступу; реплікацію даних тощо. БГД, на відміну від баз картографічних даних, не залежать за складом об’єктів, їх структурою, складом атрибутів, точністю та просторовим розрізненням від масштабу карти. Вміст, логічна структура та усі інші властивості БГД визначаються лише вимогами прикладного застосування. Концепція мультимасштабності карт змінюється у БГД або їх автоматичною генералізацією під час формування геозображень.

До основних особливостей БГД геоінформаційного моніторингу природних ресурсів та доквілля

належать: 1) надвеликі обсяги моніторингових даних, що фіксуються на множині об'єктів та пунктів мережі спостережень у просторово-часовому вимірі (наголошено на важливості та необхідності для моніторингових систем часового виміру, зокрема для формування часових рядів результатів спостережень); 2) наявність великої кількості не тільки первинних показників, що безпосередньо фіксуються на об'єктах мережі спостереження, а й вторинних (похідних), наприклад: диференційних та/або комплексних оцінок (індикаторів) стану об'єкта спостереження, зокрема агрегованих та узагальнених за територіальними ознаками; 3) підтримання та постійне оновлення статистичних даних, нерідко на усій множині показників та для усіх об'єктів мережі спостереження (максимальні, мінімальні, середні та інші значення показників, можливо в сезонному або іншому часовому вимірі циклічних процесів та явищ); 4) необхідність в зберіганні як просторових моделей окремих об'єктів, так і результатів моделювання географічних полів на множині дискретних значень, зареєстрованих у пунктах мережі спостереження.

Створення БГД геоінформаційного моніторингу на основі ОР СКБД дає змогу повною мірою врахувати перелічені особливості цих ГМ, а також забезпечити інтегрування геопросторових даних моніторингу із будь-якими іншими БД та базами знань в єдиному середовищі універсальної СКБД, в якому основним засобом логічного моделювання, доступу й маніпулювання даними залишається мова SQL, розширена засобами процедурного програмування для моделювання поведінки об'єктів та складних функціональних залежностей між ними.

У базі знань ГМ можна виділити базу географічних та базу картографічних знань. База географічних знань є важливою складовою не тільки ГМ, а й геопросторового аналізу та ГІС загалом. Вона містить метадані логічної схеми БГД, каталог класів об'єктів з їх відношеннями, атрибутами, правилами доменної, посилальної та просторово-топологічної цілісності БГД, правилами причинно-наслідкових відношень між об'єктами, функціональними залежностями між первинними і похідними властивостями об'єктів моніторингу та їх програмну реалізацію на рівні вбудованих SQL-процедур постійного зберігання. В базі географічних знань визначаються та формально описуються технологічні ланцюжки оброблення даних моніторингу з використанням базових та спеціальних методів геопросторового аналізу і геообчислень, що постачаються в складі інструментальних ГІС та просторових розширень універсальних ОР СКБД [6–11].

База картографічних знань містить проекти еталонів тематичних карт, правила вибірки об'єктів і атрибутів із БГД для тематичного картографування, методи і правила класифікації об'єктів за тематичними змінними, правила формування легенди за загальною схемою “код умовного позначення = код класу + значення атрибутів + контекст тематичної карти”, правила генералізації тощо.

Висновки

Розглянута онтологічна модель геоінформаційного моніторингу охоплює саму сутність моніторингових ГІС та вказує напрями інтелектуалізації й пошуку нових методів планування й проведення моніторингу.

Можна стверджувати, що сфера баз геопросторових даних – одна із найдинамічніших областей в технології систем баз даних та ГІС останнього десятиліття. Цьому є кілька причин, але передусім це бурхливий розвиток геоінформаційних технологій та їх застосування у моніторингових системах різного призначення й територіального охоплення, яке супроводжується накопиченням великих масивів геопросторових даних, що потребують засобів надійного зберігання, постійного оновлення та спільного використання в інформаційних системах прийняття управлінських рішень з охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

Геоінформаційний моніторинг на основі БГД вносить новий аспект у парадигму моніторингової діяльності – формування формалізованих географічних та картографічних знань, які дають змогу вводити в процес використання геопросторових даних та результатів моніторингу довкілля мільйони споживачів у глобальному інформаційному просторі, а також забезпечити високий рівень незалежності зв'язаних з ними наукоємних інформаційних та програмних засобів від форматів і середовища інструментальних ГІС.

Література

1. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование: монография / А. М. Берлянт. – М.: Астрей, 1997. – 64 с.
2. Калинин В. М. Мониторинг природных сред: учеб. пособ. / В. М. Калинин. – Тюмень: Тюменский ГУ, 2007. – 208 с.
3. Лебедев В. В. Технология создания природоохранных геоинформационных систем / В. В. Лебедев, Е. И. Куприянова, В. А. Харитонов // Вестник Российской Академии наук. – 2006. – Т. 76, № 2. – С. 121–130.
4. Лященко А. А. Методичні засади геоінформаційного забезпечення комплексного моніторингу Кременчуцького водосховища / А. А. Лященко, І. М. Шелковська // Вісн. геодез. та картогр.: наук.-техн. журн. – 2006. – № 2. – С. 30–36.
5. Лященко А. А. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних / А. А. Лященко, А. Г. Черін // Вісник геодезії та картографії. – 2011. – № 5. – С. 45–50.
6. Frank A. Ontology for GIS [Electronic resource] / ftp://ftp.geoinfo.tuwien.ac.at/frank/ontology_book_all_pieces_v5_a.pdf, 2005.
7. Fortin M.-J. Spatial Analysis. A Guide for Ecologist / Marie-Josée Fortin, Mark R. T. Dale // Cambridge University Press, New York, 2005. – 365 p.
8. ISO/IEC CD 13249-3:201x(E) – Text for FDIS Ballot Information technology – Database languages – SQL

- Multimedia and Application Packages – Part 3: Spatial, December 12, 2012.
- Rodriguez-Bachiller A. Expert Systems and Geographical Information Systems for Impact Assessment / Agustin Rodriguez-Bachiller, John Glasson // Oxford Brookes University, UK – London and New York: Taylor & Francis, 2004. – 409 p.
 - Skidmore A. Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing / A. Skidmore. – London and New York: Taylor & Francis, 2002. – 275 p.
 - Yeung, A.-K. W. Spatial database system: design, implementation and project management / A.-K. W. Yeung, B. G. Hall // The GeoJournal Library. – Vol. 87. – Springer. – 2007. – 553 p.

Онтологія та особливості компонентів геоінформаційного моніторингу за технологією баз геопросторових даних
А. Лященко, І. Патракеєв

Обґрунтовано визначення терміна “геоінформаційний моніторинг” та його місце в загальній схемі класифікації моніторингових систем, наведено особ-

ливості компонентів ГІС моніторингу: бази геопросторових даних, бази метаданих та бази знань.

Онтология и особенности компонентов геоинформационного мониторинга в технологии баз геопространственных данных
А. Лященко, И. Патракеев

Обосновано определение термина “геоинформационный мониторинг” и его место в общей схеме классификации мониторинговых систем, приведены особенности компонентов ГИС мониторинга: базы геопространственных данных, базы метаданных и базы знаний.

Ontology and features of components geoinformation monitoring for geospatial database technology
A. Lyashchenko, I. Patrakeev

Definitions of the term Geoinformation Monitoring and its place in the overall classification scheme monitoring systems, given the features of components of GIS Monitoring: geospatial database, metadata database and knowledge base.

- узагальнені напрацювання науковців у галузі аналітичної фотограмметрії
- приклади розвитку аналітичної фотограмметрії щодо використання нових математичних моделей
- теоретичні засади космічної фотограмметрії, які не отримали свого відображення у наукових дослідженнях та практичному використанні

О. Л. Дорожинський. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ АНАЛІТИЧНОЇ ТА КОСМІЧНОЇ ФОТОГРАММЕТРІЇ
Монографія.
Видавництво Львівської політехніки, 2015. 144 с.
ISBN 978-617-607-703-9

В. М. Глотов, О. Д. Пашетник. СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВНУТРІШНЬОГО ОРІЄНТУВАННЯ ТА ДИСТОРСІЇ ОБ'ЄКТИВІВ ЦИФРОВИХ НЕМЕТРИЧНИХ ЗНІМАЛЬНИХ КАМЕР
Монографія.
Видавництво Львівської політехніки, 2014. 104 с.
ISBN 978-617-607-630-8

Інженерно-технічним працівникам, що займаються дослідженням і калібруванням наземної та аерознімальної апаратури і фотограмметричною обробкою цифрових знімків