

УДК 528.001 + 681.518

д.т.н., професор Лященко А.А., Квартич Т.М.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ МЕТАДАНИХ БАЗИ ДАНИХ ТОПОГРАФІЧНОГО МОНІТОРИНГУ МІСЦЕВОСТІ

Розглядаються інформаційна модель метаданих бази топографічних даних та особливості використання метаданих в задачах топографічного моніторингу, деталізується склад сховища даних топографічного моніторингу.

Вступ. Система сучасного топографічного моніторингу (ТМ) ґрунтується на створенні й веденні сховища топографічних даних (СТД) [1, 2, 3]. До основних компонентів будь-якого сховища даних належать бази даних (БД), каталоги та бази метаданих. В останніх містяться довідкові відомості про джерело походження, виробників, якість, точність, систему координат, картографічні проекції, структуру, формати, класифікатори тощо. Метадані призначені для пошуку геопросторових даних в інформаційних мережах, для оцінювання придатності та використання даних в певній предметній сфері або прикладних програмах. Організація та вміст метаданих в СТД значною мірою впливає на технологію й алгоритми виявлення змін на місцевості та актуалізації об'єктів бази топографічних даних (БТД).

Аналіз останніх публікацій. Великі обсяги різноманітних даних в сучасних інформаційних системах потребують спеціальних механізмів (пошукових систем), що б забезпечували виявлення та пошук даних, оцінювання користувачами їх придатності для застосування в певних предметних сферах тощо. Роль подібного механізму виконують метадані, яким приділяється значна увага у таких роботах [1, 2, 3, 5].

В організації структури метаданих розрізняють такі рівні метаданих:

– загальні метадані для виявлення даних, мають реферативну форму опису призначення та стислу характеристику вмісту наборів даних;

– формалізовані метадані для наборів даних створюються за уніфікованою методикою і вимогами до складу, структури та змісту згідно міжнародного стандарту ISO 19115:2003: Географічна інформація – Метадані [7] і призначені для розміщення в каталогах інформаційних ресурсів геопорталів та підтримки процесів виявлення й пошуку геопросторових даних в інформаційних мережах;

– деталізовані метадані містять відомості призначені для коректного використання наборів геопросторових даних та їх інтегрування в інформаційні

системи конкретної предметної сфери. Основною складовою метаданих на цьому рівні є каталог типів об'єктів та їх атрибутів, вимоги до складу якого визначені в міжнародному стандарті ISO 19110: Географічна інформація – Методологія каталогізації об'єктів [8]. Вони містять докладні відомості про склад, систему кодування та логічні відношення на рівні типів (класів) об'єктів для наборів геопросторових даних. Ці метадані дозволяють користувачам або прикладним програмам створювати або "розуміти" структуру інформаційно-логічної моделі наборів даних.

У сучасних БД метадані на рівні просторових моделей окремих об'єктів застосовуються для фіксації версій моделей об'єктів, які можуть бути викликані уточненням або зміною як просторових характеристик, так і значень окремих атрибутів. Реєстрація метаданих на рівні просторових об'єктів дозволяє відслідкувати (в моніторингових системах) зміни, що відбулися на окремих етапах життєвого циклу штучних об'єктів та моделювати закономірності у розвитку природних явищ, наприклад, зміну русла водотоку, розвиток яружної ерозії тощо. Для подібних цілей створюють так звані просторово-часові БД та/або реалізуються через механізм версій моделей об'єктів з відповідною структурою та організацією метаданих. Останній підхід деталізується в пропонованій статті.

Виклад основного матеріалу. Сховище даних топографічного моніторингу – сукупність засобів систем керування базами даних, геоінформаційних систем та спеціалізованих програмних засобів і обладнання для накопичення та довготермінового зберігання даних й відповідних метаданих у визначених комплексом стандартів БТД логічній структурі, системі кодування та форматах зберігання [3]. У складі СТД (рис. 1) виділяються такі основні компоненти: база топографічних даних, база метаданих про усі інформаційні ресурси СТД та база вхідних даних, яка містить БД цифрових, електронних карт та планів, БД дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), БД цифрових моделей рельєфу, БД польових топографо-геодезичних знімачів і БД моніторингових даних з інших джерел (нормативно-довідкові матеріали).

Метадані про об'єкти БТД подаються для двох рівнях: 1) метадані наборів і піднаборів (типів) об'єктів та 2) метадані екземплярів об'єктів.

Метадані першого рівня в БТД організовані як реєстри (каталоги) наборів та піднаборів векторних даних, що містить довідкові відомості для кожного набору і піднабору даних.

Окремі набори даних об'єднують векторні дані, що можуть виділятися за територіальною ознакою та/або базовим масштабом, складом, рівнем деталізації та точністю вихідних джерел топографічних даних. В свою чергу в

наборі векторних даних виділяються піднабори даних, що містить екземпляри об'єктів певного типу, наприклад піднабір будівель, мостових споруд тощо.

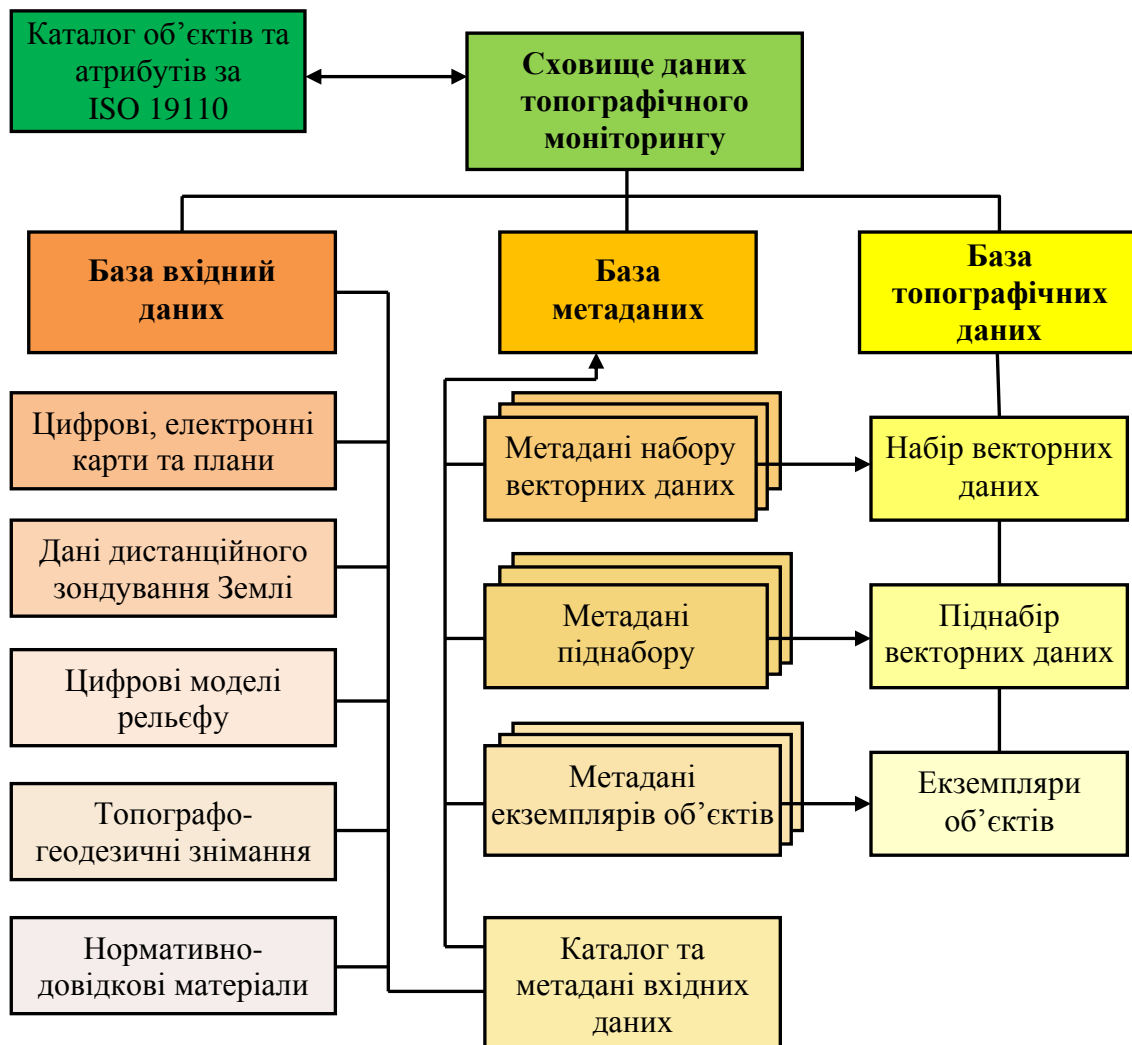


Рис. 1. Структура сховища даних топографічного моніторингу місцевості

Метадані першого рівня забезпечують підтримку механізму реєстрації, ідентифікації, пошуку та розуміння користувачами припущень, обмежень і оцінки можливості застосування наборів даних.

Деталізований опис типів об'єктів місцевості подається в каталозі об'єктів та їх атрибутів, який містить узагальнений набір визначень для класифікації об'єктів і явищ реального світу. Зокрема, для кожного типу (класу) об'єктів вказуються ідентифікатор, код, визначення та сукупність атрибутів і відношень. Для кожного атрибуту – ідентифікатор, код, визначення, тип даних, одиниці виміру, тип шкали вимірювання та домен значень, наприклад, допустимий та виключний перелік для номінальних шкал вимірювання.

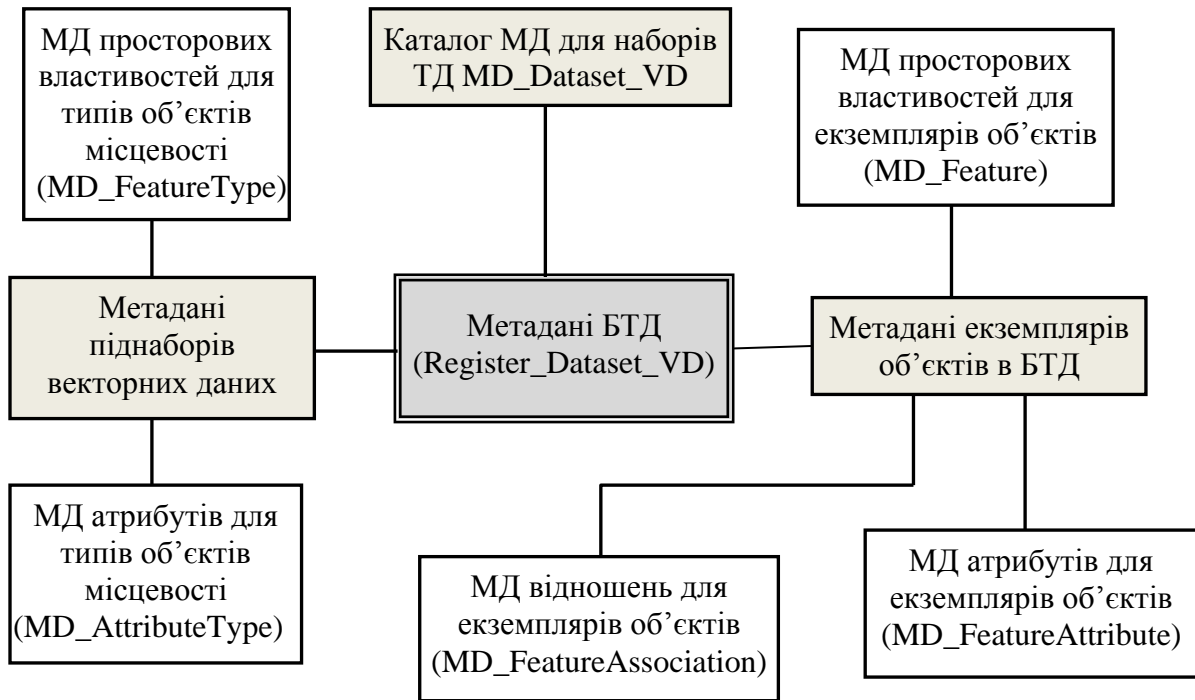


Рис. 2. Структурна схема метаданих цифрового опису геопросторових даних у базі топографічних даних

Метадані цифрового опису векторних даних у БТД подаються як сукупність таких основних реляційних відношень (таблиць БД):

- каталог метаданих для наборів топографічних даних *MD_Dataset_VD*;
- загальні метадані для набору векторних даних *Register_Dataset_VD*;
- метадані типу атрибуту для піднабору об'єктів певного типу *MD_AttributeType*;
- метадані атрибутів екземплярів об'єктів *MD_FeatureAttribute*;
- метадані просторових властивостей для піднабору об'єктів певного типу *MD_FeatureType*;
- метадані просторових властивостей екземплярів об'єктів *MD_Feature*;
- метадані відношень для екземплярів об'єктів *MD_FeatureAssociation*.

Каталог метаданих для наборів топографічних даних *MD_Dataset_VD* містить відомості, необхідні для опису цифрових геопросторових даних за ISO 19115, а саме: *MD_Identification* – ідентифікаційна інформація для однозначного визначення даних; *MD_Constraints* – інформація стосовно обмежень, накладених на дані; *DQ_DataQuality* – загальна оцінка якості набору даних; *MD_MaintenanceInformation* – інформація щодо змісту та частоти оновлення даних; *MD_SpatialRepresentation* – інформація стосовно механізмів, які використовуються для подання просторової інформації в наборі даних; *MD_ReferenceSystem* – опис просторової та часової системи (систем) відліку, що використовуються у наборі даних; *MD_ContentInformation* – інформація, яка

визначає каталог географічного об'єкта, що використовується та/або інформацію, що описує зміст набору даних покриття; MD_PortrayalCatalogueReference – інформація, що ідентифікує каталог зображення, що використовується; MD_Distribution – інформація про розповсюджувача ресурсу і варіанти отримання ресурсу; MD_MetadataExtensionInformation – інформацію про встановлені користувачем розширення метаданих; MD_ApplicationSchemaInformation – інформація про прикладну схему, яка використовується для побудови набору даних; EX_Extent – описує просторову і часову протяжність об'єкта, що описується (географічну, часову, висотну); CI_Citation and CI_ResponsibleParty – посилання на ресурс (набір даних, географічний об'єкт, джерело, публікація та ін.), а також інформація про відповідальну сторону для ресурсу.

Загальні метадані набору векторних даних містяться в таблиці *Register_Dataset_VD* та описують ідентифікатор набору і його загальні характеристики: IdDataset – системний ідентифікатор набору векторних даних; VersionDataset – номер версії набору; BDDataset – ім'я розділу бази даних, в якому збережено модель; TBDSecton – ім'я розділу бази даних, в якому збережено набір векторних даних; RegionName – географічна назва території, на яку створено набір векторних даних; RefCoordinateSystem – код (системний ідентифікатор) системи координат, в якій описані просторові властивості об'єктів набору векторних даних (за загальним реєстром систем координат в БТД); MinXDataset – мінімальна координата екстенду моделі по осі X; MinYDataset – мінімальна координата екстенду моделі по осі Y; MaxXDataset – максимальна координата екстенду моделі по осі X; MaxYDataset – максимальна координата екстенду моделі по осі Y; MainSource – відомості про основне джерело просторових характеристик об'єктів набору векторних даних; BasicScale – значення масштабу вихідних матеріалів як основного джерела просторових властивостей об'єктів набору векторних даних; ProducerDataset – код (системний ідентифікатор) основного виробника набору векторних даних (за загальним реєстром виробників в БТД); DateDataset – дата відповідності місцевості набору векторних даних.

Метадані типу атрибуту для піднабору об'єктів для кожного типу подаються основним відношенням *MD_AttributeType* реляційної бази метаданих як сукупність таких основних характеристик: KodType – код типу топографічного об'єкту піднабору; KodAttribute – код типу атрибуту; NumberVersionMD – номер поточної версії метаданих; SourceName – посилання (найменування) для джерела значення атрибуту; DateVersionMD – дата встановлення поточної версії метаданих; ChangeVersionMD – відомості про причину зміни версії метаданих.

Метадані атрибутів для екземпляру об'єктів *MD_FeatureAttribute* містять такі характеристики: *KodType* – код типу топографічного об'єкту; *TOID* – унікальний ідентифікатор екземпляру топографічного об'єкта, для якого оновлено значення атрибуту; *NumberVersion* – номер поточної версії екземпляру топографічного об'єкту; *KodAttribute* – код типу атрибуту; *SourceName* – посилання (найменування) для джерела значення атрибуту; *DateVersion* – дата встановлення поточної версії екземпляру топографічного об'єкту; *ChangeVersion* – відомості про причину зміни версії екземпляру об'єкту.

Метадані просторових властивостей для піднабору об'єктів *MD_FeatureType* містять: *KodType* – унікальний код типу топографічного об'єкту піднабору; *TypLok* – код типу просторової локалізації; *NumberVersionMD* – номер поточної версії просторових властивостей піднабору; *SourceName* – посилання (найменування) для джерела просторових властивостей піднабору; *DateVersionMD* – дата встановлення поточної версії просторових властивостей піднабору; *ChangeVersionMD* – відомості про причину зміни версії просторових властивостей піднабору.

Метадані просторових властивостей екземплярів об'єктів реєструються в таблиці *MD_Feature* з такими складовими: *KodType* – код типу топографічного об'єкту; *TOID* – унікальний ідентифікатор екземпляру топографічного об'єкта, для якого оновлено просторові властивості; *TypLok* – код типу просторової локалізації екземпляру; *NumberVersionMD* – номер поточної версії екземпляру; *SourceName* – посилання (найменування) для джерела просторових властивостей екземпляру; *DateVersionMD* – дата встановлення поточної версії екземпляру; *ChangeVersionMD* – відомості про причину зміни версії просторових властивостей екземпляру.

Метадані відношень, що зберігаються в БТД для екземплярів об'єктів у відповідності до визначених в каталозі асоціацій для типів об'єктів, реєструються в таблиці *MD_FeatureAssociation* з таким змістом: *KodAssociation* – унікальний код, що утворюється як конкатенація номеру типу об'єкта, відношення якого описується, та номеру типу об'єкта зв'язку; *BasicTypeObject* – номер типу основного об'єкта в асоціації; *TypeObjectRelation* – номер типу об'єктів зв'язку; *RoleBasicType* – роль основного типу в асоціації.

Метадані бази вхідних даних. Як вхідні в базу топографічних даних вводяться, зберігаються та обробляються дані з таких основних джерел: цифрові векторні карт та плани; растрові моделі відсканованих картографічних матеріалів, даних ДЗЗ, матриць висот і моделей місцевості; результатів топографо-геодезичних знімів; нормативних документів, словників, довідників, інструкцій, керівництв, класифікаторів, тощо.

В загальних метаданих наборів таких вхідних даних як картографічні матеріали, дані ДЗЗ, цифрові моделі висот та дані топографо-геодезичних знімків містяться такі довідкові відомості: *IdDataset* – системний ідентифікатор набору даних; *TBDSection* – ім'я розділу банку даних, в якому збережено набір даних; *RegionName* – географічна назва території, на яку створено набір даних; *DataName* – назва даних; *CreateDate* – дата створення/оновлення набору даних; *AreaDate* – рік стану місцевості; *RecDate* – дата/час формування запису метаданих; *ProducerRef* – посилання на запис організації-виробника даних; *WestSouthe*, *WestSouthn*, *WestNorthe*, *WestNorthn*, *EastNorthe*, *EastNorthn*, *EastSouthe*, *EastSouthn* – координати (довгота та широта) точок кутів області просторового охоплення (екстенду) в градусах; *Format* – ідентифікатор формату файлів; *DataCount* – число файлів основного формату в наборі; *TotalSize* – загальний розмір даних в Кбайтах; *TotalCount* – загальне число файлів в наборі; *RefCoordinateSystem* – код (ідентифікатор) референцної системи координат за загальним реєстром систем координат в БТД; *Comment* – коментар, короткий опис набору; *PerformerRef* – посилання на запис про виконавця, який готував дані та метадані до завантаження в банк даних; *Security* – гриф регламенту використання інформації (відкрита інформація, інформація з обмеженим доступом, інформація для службового користування, тощо); *Lineage* – загальні відомості про вихідні дані, за якими створено набір даних, і про технології їх оброблення; *DataQuality* – загальна оцінка якості набору даних.

Характеристики цифрових, електронних карт і планів та відсканованих картографічних матеріалів реєструються у таблиці метаданих *MD_DigitalVektorMap*, яка містить загальні метадані набору даних та профільні метадані: *MapType* – тип даних (номенклатурний лист, план міста, карта регіону); *MapScale* – масштаб карти або плану; *MapProjection* – відомості про картографічну проекцію.

Метадані даних ДЗЗ (аерофотознімки та космічні зображення) реєструються у таблиці *MD_RemoteSensing* та окрім загальних метаданих набору даних містять такі профільні метадані: *ImageType* – тип даних (космічний оптичний знімок, аерофотознімок, мультиспектральний знімок); *SpatialResolution* – число метрів в одному пікселі зображення; *SpectralResolution* – відомості про ділянки спектру електромагнітних хвиль, що реєструються сенсором; *RadiometricResolution* – кількість градацій значень кольору, виражається в кількості біт на піксел зображення; *SatName* – назва або умовне позначення космічного апарату; *Datum* – відомості про геодезичний датум; *ProcesLevel* – рівень оброблення даних (1B, 3A, Geo, GeoProfessional, тощо); *CloudState* – відсоток знімка, закритий хмарами; *SunAngle* – азимут сонця (градуси); *ScanAngle* – кут зйомки (градуси).

Опис метаданих матриць висот та моделей місцевості *MD_DigitalElevationData* містить загальну і таку профільну інформацію: *MatrixType* – тип даних (регулярна матриця висот, TIN-модель, MTD-модель (хмара точок)); *Precision* – число метрів в одному елементі матриці.

Метадані результатів топографо-геодезичних знімів різного призначення: кадастрових, інженерно-геодезичних, геологічних, тощо, реєструються в таблиці *MD_TopoGeodeticSurvey*, де загальна інформація для набору даних доповнюється такими профільними даними: *DataType* – тип даних; *Precision* – точність виконання робіт; *EquipName* – відомості про прилад, яким виконувались роботи; *Usage* – специфіка використання даних.

Метадані непросторової нормативно-довідкової інформації реєструються в таблиці *MD_NormativeRef* та містять такі відомості: *KodType* – код типу довідкового матеріалу; *Title* – назва джерела, на яке йде посилання; *Creator* – автор джерела; *Publisher* – назва видавництва; *Date* – дата публікації джерела даних; *Language* – код мови, на якій видано джерело даних; *Country* – назва країни, де було видано дане джерело; *Format* – формат, в якому зберігаються дані; *Size* – розмір файлу в Кбайтах; *Location* – адреса розміщення даних у базі вхідних даних; *Status* – статус (дійсний, недійсний); *Description* – короткий опис джерела даних.

На основі порівняння метаданих СТД та метаданих нових моніторингових даних приймається рішення про внесення змін до БТД. Підставою для такого рішення може бути: вища якість джерел вхідних даних, ніж якість даних, на підставі яких сформовані моделі наборів даних чи цифрові моделі об'єктів або якщо вхідні дані актуальніші чи достовірніші. Рішення про оновлення цифрових моделей об'єктів місцевості у БТД може бути прийнято у разі виявлення змін у просторових характеристиках або у атрибутах об'єкту [5]. Завдяки цьому досягається оптимізація моніторингу інформації про топографічні об'єкти та полегшується процес актуалізації БТД, що є головним завданням ТМ.

Висновок. Сховище даних топографічного моніторингу місцевості забезпечує накопичення та збереження геопросторових даних, а однією із найважливіших складових його ефективного функціонування є метадані. Доцільно розрізняти внутрішню та зовнішню роль метаданих СТД.

Внутрішня роль метаданих полягає в підтримці процесів оцінювання та прийняття рішень щодо оновлення даних БТД за результатами аналізу й співставлення метаданих вхідних джерел топографічної інформації з метаданими наборів, піднаборів та екземплярів моделей об'єктів місцевості в БТД, а також підтримці механізму версій моделей об'єктів в просторово-часовому вимірі змін на місцевості.

Зовнішня роль метаданих СТД полягає в підтримці механізмів каталогізації наборів топографічних даних в мережах геопорталів, пошуку, виявлення і оцінювання якості та відповідності даних вимогам певних прикладних завдань користувачів різних сфер застосування ГІС.

Список літератури:

1. *Анисимова О.Л.* Хранилище пространственных объектов в составе регионального узла ИПД УрФО: модели хранилища [Текст] / О.Л. Анисимова, Ю.Д. Зраенко, В.В. Комоско, И.Д. Пестов, С.В. Серебряков. // Пространственные данные. – 2010. – №1.
2. *Анисимова О.Л.* Хранилище пространственных объектов в составе регионального узла ИПД УрФО: модели хранилища [Текст] / О.Л. Анисимова, Ю.Д. Зраенко, В.В. Комоско, И.Д. Пестов, С.В. Серебряков. // Пространственные данные. – 2010. – №2 С. 71 - 79.
3. *Карпінський, Ю.О.* Еталонна модель бази топографічних даних [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Р.М. Рунець // Вісн. геодез. та картогр. – 2010. – № 2 – С. 28 - 36.
4. *Карпінський, Ю.О.* Концептуальні засади створення системи державного топографічного моніторингу місцевості [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Т.М. Квартич // Вісн. геодез. та картогр. – 2011. – № 3 – С. 27 - 31.
5. *Квартич Т.М.* Структурно-функціональна модель геоінформаційної технології топографічного моніторингу місцевості [Текст] / Т.М. Квартич // Інженерна геодезія. – 2010. – Вип. 56. – С. 169 – 176.
6. Программное изделие. Комплекс ведения банка данных цифровых карт. Руководство системного программиста. ПАРБ.00033-01 32 01. Москва, – 2012. – С.114.
7. ISO 19115 Geographic information — Metadata (Географічна інформація – Метадані).
8. ISO19110 – Geographic information – Methodology for feature cataloguing (Географічна інформація – Методологія каталогізації об'єктів).

Аннотация

Рассматриваются информационная модель метаданных базы топографических данных и особенности использования метаданных в задачах топографического мониторинга, детализируется состав хранилища данных топографического мониторинга.

Abstract

Considered information model of metadata of topographic database and peculiarity of the use of metadata in tasks of topographic monitoring, detailed data warehouse of topographic monitoring.