



СТАНДАРТИЗАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ

Описаны общие принципы работы геоинформационных сервисов, протоколы их взаимодействия, способы кодирования запросов. Отдельно для каждого сервиса коротко представлен набор команд. Приводятся примеры реализации таких сервисов для доступного программного обеспечения.

The general principles of geoinformation services, interaction protocols, the ways of queries encoding are described. For each service a short set of its commands is presented. Examples of such services implementation for accessible software are given.

Вступ та постановка завдання. Надання різноманітних інформаційних послуг перетворилось нині на один з найпоширеніших видів суспільної діяльності. Завдяки Інтернету до цієї діяльності безпосередньо або опосередковано долучилися мільйони людей, які продукують, систематизують, накопичують, надають і використовують електронні інформаційні ресурси практично всюди. До ключових компонентів сучасного інформаційного інтернет-середовища належать веб-портали як основні вузли доступу до інформаційних ресурсів, а також веб-сервіси як уніфіковані засоби надання інформаційних послуг (пошуку, перегляду, завантаження та використання інформації в Інтернет).

У сфері географічної інформації названі компоненти іменують відповідно *геопорталами* та *геоінформаційними*, або *ГІС-сервісами*. Прикладом можуть бути всесвітньо відомі геопортали та ГІС-сервіси MapServer¹, Google Maps², Open Street Maps³. Звичайні веб-сервіси здебільшого надають свої послуги, розміщуючись групами на одному комп'ютері. На відміну від них геоінформаційні веб-сервіси, як власне бази геопросторових даних, більш ресурсомісткі. Вони, як правило, розміщуються на кількох комп'ютерах та серверах. Взаємодія між різними геоінформаційними сервісами та розподілене виконання запитів вимагає уніфікації форматів даних, команд та протоколів взаємодії. Найпродуктивніше проблемами стандартизації географічної інформації та ГІС-сервісів займається Технічний комітет ТК 211 ISO та Open Geospatial Consortium (OGC).

Основними напрямками діяльності цих організацій є загальна стандартизація та стандартизація окремих геоінформаційних сервісів. У першому випадку розробляються механізми взаємодії між

сервісами, протоколи або «мости», через які сервіси можуть взаємодіяти між собою та із зовнішніми сервісами. У рамках цього напрямку розвиваються і XML-базовані мови кодування просторової інформації – GML, KML і мова розмітки стилів шарів SLD.

За єдиний протокол мережевого обміну інформацією між сервісами прийнято протокол HTTP. У ньому детально описані загальні методи кодування повідомлень. Стандартизація геоінформаційних сервісів полягає в розробці їх інтерфейсів – набору команд з точно визначеними вхідними та вихідними параметрами. Мета стандартизації полягає в забезпеченні можливості взаємодії геоінформаційних сервісів за допомогою запитів, у виписуванні відповідних протоколів передачі даних і кодування повідомлень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій з даної теми. Є кілька проектів, що реалізують геоінформаційні сервіси за специфікаціями OGC. Всі вони надають якісь послуги. Найширше в Інтернеті представлені сервіси маніпуляції та подання просторових даних: WMS, WCS, WFS та сервіс каталогу CS. Існують комерційні проекти GeoMedia, ArcIMS, а також усім доступні – Deegree, GeoServer, Mapserver. OGC корегує зусилля міжнародної спільноти в питаннях виготовлення програмних засобів геоінформаційних сервісів з вільною ліцензією. Ознайомитися з останніми їх досягненнями можна за адресою <http://www.osgeo.org/home>. Там же є посилання на вихідні коди проектів та їх документацію.

На сьогодні найбільше сервісів розроблено в рамках проекту deegree [див. далі – *Практична реалізація*]. Загалом ситуація покращується з року в рік, що проявляється в удосконаленні та появі нових інструментів у сфері розробки веб-аплікацій, зокрема засобів програмування аплікацій типу RIA⁴. Застосування RIA для побудови інтерфейсу геоінформаційного сервісу робить його зручним та ефективним у використанні [4].

Про нагальність проблеми та широкий інтерес до неї розробників програмних засобів у різних сферах свідчить також постійне оновлення та зростання обсягів електронних публікацій в Інтер-

¹ MapServer – середовище з відкритими вихідними кодами для створення картографічного веб-сервісу.

² Google Maps, тобто "Карти Google" – це загальна назва для додатків, побудованих на основі безкоштовного картографічного сервісу і технологій, що надаються компанією Google за адресою <http://maps.google.ua/>

³ Open Street Map, тобто "Вільні дорожні карти" – це вільний проект спільного розвитку загальнодоступних карт і схем міст, вулиць, доріг з допомогою ручного або автоматичного введення даних, а також отримання даних з портативних GPS-приймачів.

⁴ RIA (Rich Internet Applications), тобто "Насичені інтернет-аплікації" – це програми, доступні через мережу Інтернет, що характеризуються ознаками та функціональністю традиційних настільних (локальних) програм.



неті, в яких розкриваються нові аспекти й технічні деталі існуючих та нових реалізацій геоінформаційних сервісів.

Мета дослідження: скласти аналітичний огляд затверджених OGC стандартів у сфері геоінформаційних сервісів, а саме їх загальних принципів роботи, механізмів взаємодії та форматів кодування запитів; коротко охарактеризувати команди, найважливіші сервіси, виходячи з власного досвіду їх використання.

Виклад основного матеріалу та результатів дослідження. Огляд геоінформаційних сервісів розділимо на дві частини – загальні принципи роботи і принципи роботи кожного сервісу окремо. Такий підхід пропонується OGC і використовується нею в питаннях стандартизації, про що вже говорилося. Наведемо список сервісів у порядку розгляду їх у даній статті (табл. 1).

Таблиця 1. Основні геоінформаційні сервіси

| Скорочена назва сервісу | Повна назва сервісу | Функції | Адреса специфікації сервісу |
|-------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| WFS | Web Feature Service | Векторний картографічний сервіс | http://www.opengis.org/standards/wfs |
| WMS | Web Map Service | Растровий картографічний сервіс | http://www.opengis.org/standards/wms |
| WCS | Web Coverage Service | Картографічний сервіс покриттів | http://www.opengis.org/standards/wcs |
| CS | Catalogue Service | Сервіс каталогу | http://www.opengis.org/standards/cat |
| GCS | Geocoding Service | Геокодувальний сервіс | http://www.opengis.org/standards/ols |
| WPS | Web Processing Service | Управління процесами | http://www.opengis.org/standards/wps |

Загальні питання. Кожен геоінформаційний сервіс – це веб-аплікація, здатна на віддалі виконувати команди користувача й досягати результату. Команди від користувача надходять у вигляді спеціально закодованих повідомлень – запитів. Тому часто набір команд геоінформаційного сервісу називають мовою запитів сервісу (Service Query Language, SQL). По-іншому набір команд веб-сервісу ще називають веб-інтерфейс або просто інтерфейс. Довідатися про набір команд у будь-якому геоінформаційному сервісі, а

також про їхній опис можна, виконавши запит *GetCapabilities()*. Таким чином, спочатку клієнт генерує запит, де вказує назву команди, тип сервісу й значення параметрів, а потім відправляє його на виконання потрібному сервісу, використовуючи протокол HTTP. Сервіс обробляє запит і повертає результат або номер помилки. Тут зазначимо, що сервіси взаємодіють згідно з протоколом http, що, без сумніву, є великим позитивом через його простоту й поширеність. Цей протокол є стандартом де-факто й підтримується всіма без винятку мережевими додатками.

Довідавшись про назву необхідної команди, а також її параметри, клієнт повинен правильно скласти запит. Існує два формати кодування запиту, які підтримують геоінформаційні сервіси. Перший формат KVP (key-value-pair) – пари “ключ-значення”. Запити KVP передаються на виконання сервісу HTTP командою *GET*. Тому такий спосіб передачі запиту називається KVP+GET. Другий формат – це запит, складений на мові XML. XML-запити передаються HTTP командою *POST*. Такий спосіб отримав назву XML+POST. Частковим і разом з тим найпоширенішим випадком XML-кодування є кодування мовою SOAP, базованої на XML. Наразі SOAP є загальноприйнятим стандартом взаємодії веб-сервісів. Нижче, як приклад, подамо порівняння двох форматів кодування запиту *GetMap()*. Результат видно на мал. 1.

Обидва підходи зрозумілі й прості для реалізації. Перший лаконічніший; такий запит можна вводити безпосередньо в поле адреси браузера. Але він має недоліки:

- деякі команди, наприклад *InsertFeature()*, можна виконати тільки за допомогою XML+POST;
- мережеве програмне забезпечення дуже часто неправильно кодує спеціальні символи та символи кирилиці при передачі запитів GET;

| KVP+GET: результат | XML+POST |
|---|---|
| <p>http://localhost/geoserver/wms?bbox=28.572773,50.20564,28.800257,50.340117&styles=&Format=image/png&request=GetMap&version=1.1.1&layers=GT&width=800&height=443&srs=EPSG:4326</p>  | <pre><?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <wms:GetMap service="WMS" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:sld="http://www.opengis.net/sld" xmlns:wms="http://www.opengis.net/ows"> <sld:StyledLayerDescriptor version="1.0.0"> <sld:NamedLayer> <sld:Name> GT </sld:Name> </sld:NamedLayer> <sld:NamedLayer> <sld:StyledLayerDescriptor> <wms:BoundingBox srsName="EPSG#4326"> <gml:coord> <gml:X>28.572773</gml:X> <gml:Y>50.20564</gml:Y> </gml:coord> <gml:coord> <gml:X>28.800257</gml:X> <gml:Y>50.340117</gml:Y> </gml:coord> </wms:BoundingBox> </sld:NamedLayer> </sld:StyledLayerDescriptor> <wms:Output> <wms:Format>image/png</wms:Format> <wms:Size> <wms:Width>800</wms:Width> <wms:Height>443</wms:Height> </wms:Size> </wms:Output> </wms:GetMap></pre> |

Мал. 1. Результат команди *GetMap*: карта Житомира у форматі png. Програмне забезпечення – стандартний браузер



• запити GET завжди мають обмеження на кількість символів тіла запиту.

Запити XML+POST таких недоліків не мають, але перший підхід поширений більше. Сервіси WMS, WCS, які мають прості команди, що розроблялись спеціально для KVP+GET, теж дуже поширені. Складніші сервіси, такі як CS, WFS-T, були розроблені пізніше і мають команди, обмежені XML+POST-форматом. Такі сервіси стали поширюватись недавно. Вони пропонують вищий рівень взаємодії та ширші функціональні можливості.

У наведеному вище прикладі використовувались такі параметри запиту: bbox; styles; Format; request; version; layers; width; height; srs. Ці та деякі інші параметри складають загальний набір параметрів, основні з яких наведено у табл. 2. Залежно від потреби він може бути різним.

Таблиця 2. Опис основних параметрів, які формують запити до геосервісів

| Назва параметра запиту | Що він задає | Приклад |
|------------------------|---------------------------------------|---|
| request | Команду, яку потрібно виконати | request=GetMap |
| bbox | Обмежувальну область, залежну від srs | bbox=28.572773,50.20564,28.800257,50.340117 |
| srs | Проекцію вихідних даних | srs=EPSG:4326 |
| format | MIME-тип вихідних даних | Format=image/png |
| styles | Перелік SLD-стилів | styles=stream,buildings |
| version | Версію сервісу | version=1.1.1 |
| height | Вихідну висоту зображення | height=443 |
| width | Вихідну ширину зображення | width=800 |
| identifier | Перелік ідентифікаторів об'єктів | identifiers=identifier1, identifier2 |

Векторний картографічний сервіс. WFS – це геоінформаційний сервіс, призначений для керування просторовими об'єктами.

Базовий векторний картографічний сервер (WFS-Base) дозволяє запитувати об'єкти та їх опис, а транзитивний (WFS-T) додатково забезпечує створення, видалення й відновлення об'єктів.

Джерелом просторових даних для WFS є просторові СУБД і набори файлів (див. мал. 2). Кожен окремий просторовий набір, файл чи таблиця додатково повинні мати метаописи у форматі xsd. Це дозволяє абстрагуватися від джерела даних, полегшує адміністрування сервісу, а також безпосередньо використовується командою сервісу *DescribeFeatureType()*. Опис цієї та інших команд сервісу наведено у табл. 3.

Растровий картографічний сервіс. WMS призначений для динамічного створення карт з наборів геопросторових даних (табл. 4). Під картою в даному випадку розуміється подання географічної інформації у вигляді цифрового зображення, у придатному для відображення на дисплеї комп'ютера форматі та розмірах. Така карта не містить са-



Мал. 2. Інтерфейс та архітектура WFS

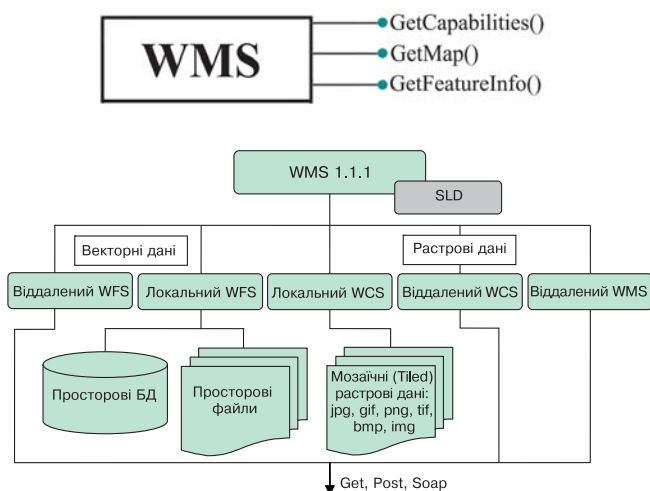
Таблиця 3. Команди WFS-сервісу

| Команда | Опис | Формат запиту |
|---------------------|---|---------------|
| GetFeature | Повертає набір просторових об'єктів, представлених у форматах GML або KML. Базовий WFS | XML+KVP |
| DescribeFeatureType | Генерує схему опису просторового типу, включену в сервіс WFS. Базовий WFS | XML+KVP |
| LockFeature | Дозволяє блокувати та розблокувати об'єкт для змін, що виключає можливість одночасного проведення змін об'єкта кількома користувачами | XML |
| insertFeature | Додає новий просторовий об'єкт до вказаного шару (набору) | XML |
| updateFeature | Редагує вказаний просторовий об'єкт | XML |
| deleteFeature | Видаляє вказаний просторовий об'єкт чи групу об'єктів | XML |

му інформацію, а є її просторовою формою. Інтерфейс WMS містить три операції (мал. 3).

Джерелом даних для WMS є зовнішні та локальні WMS- та WCS-сервіси. Виконуючи команди, WMS спочатку запитує необхідні графічні дані, описані у відповідному сервісі, а потім растеризує їх та повертає результат клієнтові.

Основною командою сервісу є команда *GetMap()*. Вона повертає зображення карти у вказаному в запиті форматі. Формат вихідного зображення задається у формі MIME-типу через атрибут Format. Сервіс підтримує такі MIME-типи: image/gif; image/png, image/svg+xml, image/jpg, image/bmp, image/tiff. Перші три формати дозволяють змінювати прозорість зображень. Це дає змогу накладати зображення одне на одне й отримувати таким чином багатшарову карту. Для відображення шару на електронній карті описується графічний стиль у форматі SLD (Style layer



Мал. 3. Інтерфейс та архітектура WMS

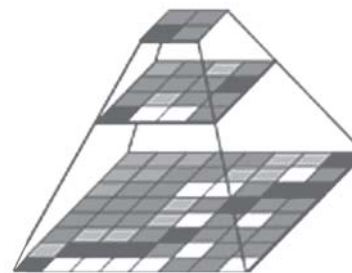
description – *Опис стилю шару*). Використання такого механізму графічного відображення геопросторових даних забезпечує налаштування електронних карт на вимогу користувачів та інтерактивне керування картографічними зображеннями. Команди цього сервісу подано в табл. 4.

Таблиця 4. Команди WMS-сервісу

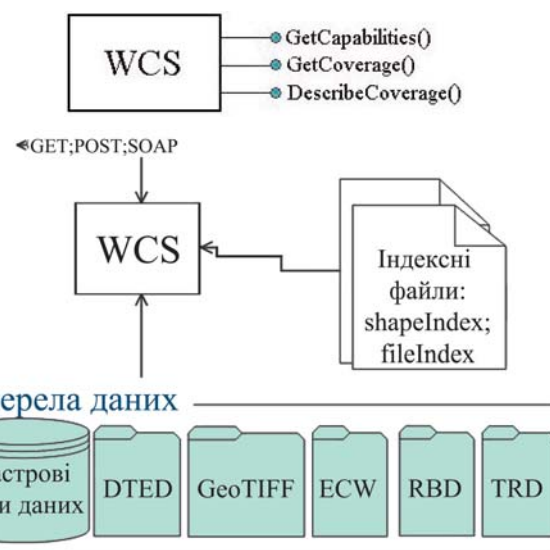
| Команда | Опис | Формат запити |
|----------------|--|---------------|
| GetMap | Повертає зображення карти. <i>Параметри:</i> bbox, height, width, aorimat, srs, layers | XML+KVP |
| GetFeatureInfo | Надає клієнтові додаткову інформацію про об'єкти, зображені на карті, яка є результатом останнього виконання команди <i>GetMap</i> . <i>Параметри:</i> count, layers | XML+KVP |

Картографічний сервіс покриттів. WCS дозволяє одержувати геопросторові дані у вигляді «покриттів». Покриття – цифрова форма розподілу в просторі географічного феномена. Таким феноменом, наприклад, є висота над рівнем моря в кожній точці земної поверхні, температура, дорожній трафік і ще багато чого іншого. Такий спосіб залишає клієнтові можливість вибору форми подання даних у зручнішому для нього вигляді.

Крім того, WCS містить механізм ефективної роботи з великими покриттями. Для цього за допомогою спеціальних інструментів такі покриття розбиваються на однакові зображення (Tile) розміром від 200×200 до 600×600 пікселів для різних рівнів деталізації. Кожний наступний рівень у чотири рази детальніший за попередній. Отриманий набір називають пірамідою растрів (мал. 4). Кількість рівнів піраміди залежить від ступеня максимальної деталізації вихідного покриття й досягає в деяких випадках тридцяти. Окремі пакети містять інструменти побудови піраміди растрів. Наприклад, deegree містить інструмент RasterTreeBuilder.



Мал. 4. Піраміда растрів, що складається з трьох шарів



Мал. 5. Інтерфейс та архітектура WCS

Тепер розглянемо джерела даних для WCS (мал. 5). Перша група джерел – це растрові формати, розширені географічними атрибутами: GeoTIFF, ECW. Друга група – це ієрархічні набори даних: HDF, DTED. Як зазначалося раніше, джерелом просторових даних може бути піраміда растрів, яка зберігається в спеціально організованій файловій структурі (ієрархія та назви папок і файлів інформують сервіс про номер шару та індекс растру) або під керуванням просторових опцій універсальних СКБД (Oracle, MSSQL, Postgres тощо). У табл. 5 описано команди WCS-сервісу.

Таблиця 5. Команди WCS-сервісу

| Команда | Опис | Формат запити |
|------------------|---|---------------|
| DescribeCoverage | Повертає деталізований опис одного або декількох покриттів у вигляді XML-документа. <i>Параметри:</i> identifiers | XML+KVP |
| GetCoverage | Повертає клієнтові набір значень властивостей певної географічної місцевості у форматах image/netcdf, image/xml, image/ztiff, image/nitf або зображення поверхні у форматах image/png, image/jpg та ін. <i>Параметри:</i> bbox, srs, format, identifier | XML+KVP |

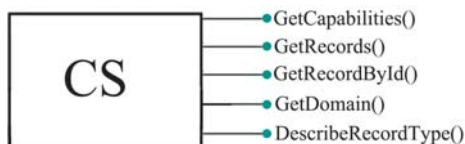


Сервіс каталогу. CS призначений для доступу, пошуку, накопичення, оброблення метаданих геопросторових ресурсів у форматі, визначеному міжнародним стандартом ISO 19115 (табл. 6). Метадані, згідно з цим стандартом, можуть містити, окрім тестової інформації, також графічні зображення, приклади та посилання (мал. 6).

Таблиця 6. Команди CS-сервісу

| Команда | Опис | Формат запити |
|--------------------|--|---------------|
| describeRecordType | Дозволяє клієнтові одержувати метадані одного або декількох зареєстрованих типів ресурсів. Повнота відповіді залежить від типу ресурсу й відрізняється, наприклад, для сервісу і карти. <i>Параметри:</i> Format, TypeName | XML+KVP |
| GetDomain | Дозволяє клієнтові одержати домен значень певного параметра метаданих. Подібним чином клієнт одержує інформацію про самі метадані. <i>Параметри:</i> ParameterName, PropertyName | XML+KVP |
| GetRecords | Пошук ресурсів і повернення їх опису клієнтові. <i>Параметри:</i> Format startPosition, maxRecords, resultType, Query | XML |
| GetRecordById | Обов'язкова команда, що повертає опис ресурсів, запитуваних через ідентифікатор. За рівнем якості повертається інформація, що відповідає команді <i>GetRecords</i> у режимі validate. <i>Параметри:</i> Id, Format | XML+KVP |

Для прискорення роботи каталогу, який має великі об'єми інформації, для зберігання даних використовують розподілену мережу СУБД. Це дає такі переваги: дані індексуються, що прискорює процес оброблення запитів; підвищується рівень їх захисту; якість нових даних автоматично перевіряється системою тригерів ключів та обмежень.



Мал. 6. Інтерфейс CS

Основною командою сервісу є команда *GetRecords()*. Вона призначена для пошуку ресурсів і повернення їх опису клієнтові. Команда розрахована на оброблення складних запитів з багатьма умовами. Їх задають за допомогою параметра *Query*, синтаксис якого нагадує мову SQL. Результат повертається з розрахунку на рівень відповідності, що задається атрибутом *resultType*. Цей атрибут може приймати одне з таких значень – *hits*, *results*, *validate*. Перші два частково, а *validate* повністю повертають відповіді на запит.

Геокодувальний сервіс. GCS – це геоінформаційний сервіс, завдання якого полягає у перетворенні довільного опису локації, наприклад: назви

місця, вулиці, поштового коду, приведеного до нормалізованої форми, а саме географічних координат. Цей процес має назву *прямого геокодування*.

GCS також забезпечує виконання зворотного геокодування, одержання множини описів місцевості (локації), назв, кодів тощо за координатами.



Мал. 7. Інтерфейс GCS

Варто зазначити, що GCS дозволяє пошук та перетворення неповних вихідних даних, наприклад, неповну назву вулиці або місцевості. У табл. 7 наводяться команди GCS.

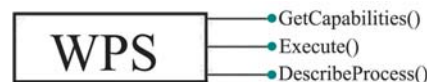
Таблиця 7. Команди GCS-сервісу

| Команда | Опис | Формат запити |
|-----------------------|---|---------------|
| GeocodeRequest | Одержує адресу або код і повертає локацію | XML+KVP |
| ReverseGeocodeRequest | Повертає адресу по заданій локації | XML+KVP |

Управління процесами. WPS надає клієнтам можливість виконувати заздалегідь описані розподілені команди (табл. 8). Інтерфейс сервісу відтворено на мал. 8.

Таблиця 8. Команди WPS-сервісу

| Команда | Опис | Формат |
|-----------------|--|---------|
| DescribeProcess | Повертає повний опис однієї або декількох операцій. Опис включає вхідні й вихідні параметри та їх формат | XML+KVP |
| Execute | Дозволяє клієнтові запустити команду, вказавши вхідні параметри. Якщо результат – це документ у форматах XML, GML, KML, то він повертається безпосередньо, у протилежному разі результат зберігається на сервері, а клієнтові повертається його URL (<i>інтернет-адреса ресурсу</i>) | XML+KVP |



Мал. 8. Інтерфейс WPS

Практична реалізація. Серед вільного програмного забезпечення можна виділити два види проектів. Перший реалізують самі сервіси, другий – набори інструментів, які в роботі можуть використовувати сервіси. Продуктами першої категорії є вільні Deegree, GeoServer, Mapserver або комерційні GeoMedia, ArcIMS, другого – FDO, GDAL/OGC, GEOS, GeoTools, MetaCRS. Порівняння вільних проектів першої групи зроблено у табл. 9.



Таблиця 9. Порівняння вільних проектів, що реалізують геоінформаційні сервіси

| Назва сервісу | WFS | WMS | WCS | CS | WPS | GCS | Мова |
|---------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|------|
| Deegree | + | + | + | + | + | + | JAVA |
| GeoServer | + | + | + | - | - | - | JAVA |
| Mapserver | - | + | - | - | - | - | C++ |

Висновки. Загалом стандартизація геоінформаційних сервісів допомагає як розробникам, так і користувачам геоінформаційних сервісів, адже уніфікується їх використання. Наприклад, користувачі зможуть використовувати один раз складені запити на різних сервісах без необхідності їх корегування. Крім того, завдяки сервісу каталогу користувачі одержують можливість описувати та легко відкривати нові ресурси, а розробники – початкову базу для побудови своїх сервісів, а ще вони можуть використовувати вже готові сервіси для інших цілей. Завдяки однорідним інтерфейсам, механізмам кодування та протоколам передачі даних розробники можуть комбінувати сервіси, поєднуючи їх одне з одним локально чи розподілено.

Зауважимо, що поки не існує жодного проекту з комплексною реалізацією усіх геосервісів. Окремі сервіси перебувають на стадії затвердження специфікації або дослідної програмної реалізації. До того ж, доступні реалізації геосервісів характеризуються обмеженим інтерфейсом взаємодії користувача як з електронними картами, так і власне з функціями сервісів. Тому наразі в основному використовуються лише сервіси відображення WMS

і WCS з обмеженим набором можливостей. Ситуація дещо покращилась за останні роки, оскільки з'явилися уніфіковані інтернет-аплікатори і практично всі сервіси стали повністю підтримувати XML+POST та SOAP, що спростило взаємодію геоінформаційних сервісів з іншими веб-сервісами.

Література

1. *Лященко А.А., Черін А.Г.* Засоби WEB-картографування за технологією Microsoft Silverlight // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Л., 2009. – Вип. 1. – С. 256-264.
2. *Shashi S., Hui X.* Encyclopedia of GIS. – New York: SpringerScience, 2008. – 1377 с.
3. *William C., Michael P., Gartner G.* Multimedia Cartography. – New York: Springer, 2007. – 546 с.
4. *Tyler M.* Web Mapping Illustrated. – New York: O'Reilly, 2005. – 367 с.

Інтернет-джерела

5. Відкритий проект Geonetwork. – <http://geonetwork-opensource.org/>
6. Офіційний сайт WWW консорціуму. – <http://www.w3.org>
7. Стандарти та специфікації OGC. – <http://www.opengeospatial.org/standards>
8. Virtual Earth Tile System. – <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb259689.aspx>

Надійшла 23.06.09