

**А.Ю. Шелестов¹, О.М. Кравченко², С.В. Волошин¹,
Ю.А. Грипич², О.М. Куссуль², А.І. Міронов², П.Д. Правдюков²**

¹ Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ

² Інститут космічних досліджень НАН України та НКА України, Київ

WEB-ПОРТАЛ СИСТЕМИ АГРОМОНІТОРИНГУ¹



Розглянуто веб-портал, який може використовуватись як засіб взаємодії з розподіленою інформаційною системою агромоніторингу. Для оцінки стану сільськогосподарських культур в цій системі використовуються наземні та супутникові дані.

Ключові слова: інформаційна технологія, супутникові дані, дані спостереження Землі, розподілена система, агромоніторинг, стан рослинності, ГІС.

На сьогодні у світі активно розвиваються комплексні системи моніторингу стану рослинності. Так, у Сполучених Штатах Америки розробкою таких систем активно займаються фахівці агенції NOAA (<http://www.nws.noaa.gov/>), у Європі використовується система моніторингу MARS, у межах європейської програми GMES виконується проект Geoland/Geoland2 [1], у Російській федерації аналогічна система моніторингу розроблена фахівцями Інституту космічних досліджень РАН [2].

Важлива задача моніторингу стану рослинності відзначена також у робочих планах міжурядової групи GEO (Group on Earth Observations) в розділі «AG-07-03: Global Agricultural Monitoring» (створення глобальної системи моніторингу сільського господарства, управління ризиками в аграрному секторі) [3], а та-

кож є одним з найважливіших прикладних напрямків досліджень Об'єднаного дослідницького центру Європейської комісії. Слід також зазначити, що питаннями моніторингу сільськогосподарських культур активно займаються учасники міжнародної організації з питань продовольства та сільського господарства Організації Об'єднаних Націй (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Здійснення моніторингу великих територій сьогодні практично неможливе без використання супутникових даних. Поєднання дистанційних методів з методами наземних вимірювань стану рослин дає можливість отримати об'єктивну інформацію, пов'язану з можливими змінами, що відбуваються на кількісному рівні, і наблизитись до розв'язання цілої низки важливих завдань державного рівня.

Саме тому у 2010 р. в рамках конкурсу науково-технічних проектів НАН України фахівцями Інституту космічних досліджень НАН–НКА України та Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України було запропоновано, а на протязі року успішно виконано проект, пов'язаний з розробкою розподіленої інформаційної системи моніторингу сільськогосподарсь-

¹ Частина результатів, описаних у даній статті, було отримано за підтримки Національної академії наук України в рамках конкурсу науково-технічних проектів, 2010 р.

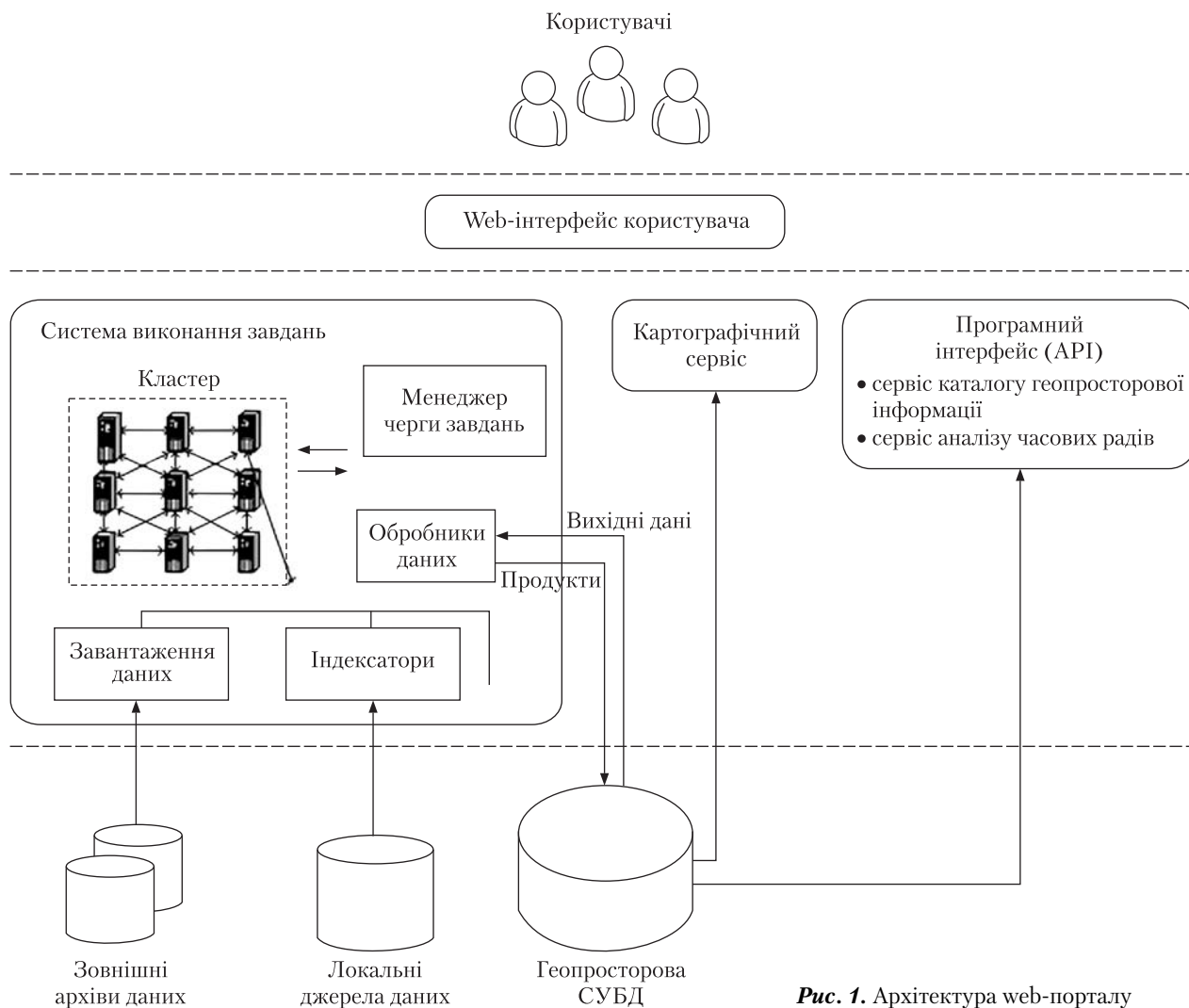


Рис. 1. Архітектура web-порталу

ких культур. У даній статті розглядаються деякі важливі технічні рішення, які були покладені в основу цієї системи.

ЗАГАЛЬНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ АГРОМОНІТОРИНГУ

За участю ІКД НАНУ–НКАУ та ІК ім. В.М. Глушкова НАНУ було створено web-портал (<http://agromonitoring.ikd.kiev.ua/>), який є інтерфейсом доступу до інформаційних продуктів оцінки площ сільськогосподарських культур та моніторингу стану посівів на регулярній основі, з залученням як даних дистанційного

зондування земної поверхні, так і даних наземних вимірювань, що можуть використовуватися для верифікації дистанційних методів.

До основних переваг геопорталу слід віднести такі:

- ✦ відсутність вимог до використання спеціалізованого програмного забезпечення, оскільки геопортал призначено для використання в мережі Інтернет через браузер;
- ✦ автоматичне завантаження нових продуктів і розміщення їх в базі даних. Серед програмних компонентів геопорталу є ціла низка спеціалізованих модулів, що призначені для

автоматичного сканування віддалених архівів даних спостереження Землі, їх отримання та розміщення у базі даних (БД);

- ✦ можливість гнучкого налаштування динамічних шарів і продуктів на базі існуючої на геопорталі інформації (використані технології, що будуть розглянуті у наступних розділах, на основі існуючої у БД інформації дають можливість динамічно формувати різні шари геопросторового зображення);
- ✦ можливість роботи в заданому часовому діапазоні (засоби користувацького інтерфейсу дозволяють в інтерактивному режимі генерувати запити на отримання інформації з БД для заданого часового проміжку);
- ✦ використання тільки ліцензійно чистого програмного забезпечення (всі проектні рішення базуються на використанні безкоштовного програмного забезпечення з відкритим кодом).

Слід зазначити, що в основу розробленого портального рішення покладено архітектуру «клієнт–сервер» на основі шаблону «тонкого» клієнта. Серверні компоненти геопорталу реалізовано на мові програмування Python, що надає можливості взаємодії з планувальником завдань та високопродуктивною кластерною технікою. Такі можливості є важливими, оскільки дозволяють ефективно розв'язувати цілу низку прикладних задач зі складним потоком виконання задач, планувати автоматичне отримання даних тощо [4–8]. При необхідності використання складних моделей можна формувати запити на високопродуктивні обчислення.

Високорівнева архітектура геопорталу агромоніторингу разом з зовнішніми програмними компонентами наведена на рис. 1.

ПРОГРАМНИЙ ІНТЕРФЕЙС ВЗАЄМОДІЇ «КЛІЄНТ–СЕРВЕР»

Для взаємодії клієнтської частини з серверною було розроблено програмний інтерфейс. Для отримання даних з БД надсилаються спеціалізовані запити; сервер у відповідь надсилає дані в форматі JSON (або JSONP). Якщо одним з параметрів запиту є значення callback,

сервер повертає дані у форматі JSON, інакше дані повертаються у форматі JSONP.

Основні запити, що підтримуються програмним інтерфейсом розглядаються нижче.

При передачі запиту `/get_years?dataset_id=MODIS_16d&callback=myCallback` для отримання наборів даних буде повернуто JSON-відповідь в такому вигляді:

```
{«response»: [{«dataset_id»: «MODIS_16d»,
«title»: «MODIS 16 days average»}], «status»: «success»}.
```

Запит `/get_years?dataset_id=MODIS_16d&callback=cb` з вказаним параметром callback забезпечить отримання списку років для заданого набору даних у такому вигляді `cb({«status»: «success», «response»: [2005, 2006, 2007, 2008, 2009]})`.

Якщо вибірка даних здійснюється із завданням діапазону дат `/get_dates?dataset_id=MODIS_16d&start_time=2009-01-01&end_time=2009-03-01`, то сервер поверне дані у такому форматі: `{«status»: «success», «response»: [{«layer_id»: «MODIS_16d_2008-12-18», «datetime»: «2008-12-18»}]}`.

Отримати додаткову інформацію для заданого шару можна за допомогою запиту `/get_layer_info?layer_id=MODIS_16d_2009-02-02`. Після його обробки буде повернуто наступний результат:

```
{«response»: { «data»: {«evi»: {«name»: «EVI»,
«title»: «MODIS 16 days average»,
«url»: «http://mapserver.ikd.kiev.ua/cgi-bin/mapserv?map=/home/landvis/biodiversity-2007/web/land.map&time=2009-02-02T00:00:00Z&»,
«wms_layers»: «evi_16d_color»}, ..... },
«datetime»: «2009-02-02», «layer_id»: «MODIS_16d_2009-02-02»,
«title»: «MODIS_16d_2009-02-02»}, «status»: «success» }
```

Якщо у клієнтській частині геопорталу запит було згенеровано для додавання нового шару, його обробку виконає програмний код на мові JavaScript, інформація про новий шар буде додана до списку шарів, а сам шар — у робочу область OpenLayers.

Якщо після обробки запиту сервер не повернув значення «status»: «success», буде виведено повідомлення про помилку.

РЕАЛІЗАЦІЯ КЛІЄНТСЬКОЇ ЧАСТИНИ

В основу реалізації клієнтської частини геоportалу агромоніторингу було покладено сучасні інформаційні технології, такі, як AJAX та Open Layers. Ці технології дозволяють підвищити швидкість передачі даних між клієнтом та сервером, а також відображати геопросторові дані з використанням міжнародних стандартів.

Технологія **AJAX** (Asynchronous Javascript and XML) надає можливості побудови Web-сторінок, коли вони можуть взаємодіяти з сервером за допомогою мови JavaScript без перезавантаження самих сторінок. В основу цієї технології покладено JavaScript-об'єкт XMLHttpRequest, з яким взаємодіє багато допоміжних функцій в популярних JavaScript-бібліотеках, наприклад jQuery. Використання такого підходу до побудови дозволяє будувати Web-сторінки на основі шаблону «товстого» клієнта зі значним зменшенням об'єму трафіку, оскільки при цьому передаються тільки необхідні дані. Це дає можливість зменшити навантаження на сервер і підвищити швидкість інтерфейсу користувача. При використанні технології AJAX на сервер передаються GET/POST-запити, а відповіді сервера мають формат JSON або XML.

Однією з проблем при використанні XMLHttpRequest є неможливість генерації запитів до домену, протоколу чи порту, відмінного від поточної сторінки. Для обходу цього обмеження і забезпечення можливості використання всіх переваг технології AJAX часто використовується підхід JSONP (JSON with Padding), коли динамічно створюється дескриптор *script* з необхідними даними, які передаються з сервера у форматі callback(JSON), де callback() — функція, що викликається після завантаження даних. До складу бібліотеки jQuery входить функція jQuery.ajax, що дозволяє працювати з JSONP-підходом аналогічним чином.

Каркас **OpenLayers** (<http://www.openlayers.org>) є безкоштовним програмним продуктом з від-

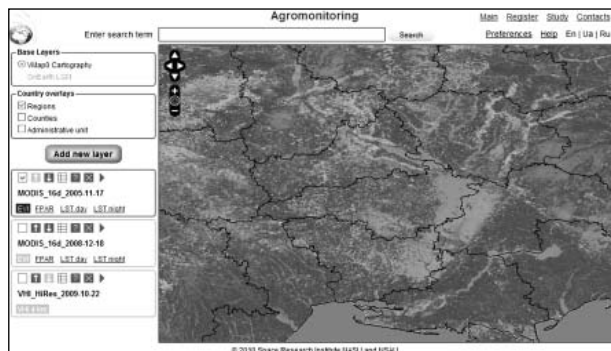


Рис. 2. Інтерфейс користувача геоportалу

критим кодом, що призначений для створення динамічних карт та їх розміщення у Web-середовищі. При цьому дані можуть завантажуватися з декількох джерел одночасно та мати різні формати. Для підтримки такої можливості у програмному забезпеченні OpenLayers реалізовано багато стандартів представлення та надання геопросторових даних, в тому числі стандарти консорціуму OpenGIS, зокрема Web Mapping Service (WMS) та Web Feature Service (WFS). З точки зору розробника даний каркас є набором компонентів для клієнтської частини Web-додатку на мові JavaScript, для функціонування якого нема потреби використовувати будь-які серверні технології. Програмне забезпечення OpenLayers відповідає шаблону «товстого» клієнта, згідно з яким значна частина бізнес-логіки додатку виконується у клієнтській частині.

Каркас OpenLayers підтримує набір функцій для спрощення роботи користувача з картографічними додатками, що дозволяють кешувати завантажені дані на стороні клієнта; забезпечувати розбиття даних на фрагменти для прискорення завантаження; автоматично змінювати джерела даних (якщо їх декілька); попередньо завантажувати дані, що можуть знадобитися у найближчий час тощо.

СЕРВЕРНІ КОМПОНЕНТИ

В основу роботи серверної частини геоportалу покладено MapServer (<http://mapserver.org/>) – програмний CGI-додаток з відкритим кодом, що дозволяє публікувати геопросторові дані в Інтернеті та створювати інтерактивні

картографічні застосування. З основних його переваг можна назвати такі:

- ✦ безкоштовність і можливість установки на відкритих безкоштовних платформах;
- ✦ підтримка різних мов програмування (PHP, Python, Perl, Ruby, Java, and .NET) і СУБД (у т.ч. PostGIS і MySQL);
- ✦ підтримка багатьох стандартів OGC [9–11], а також растрових і векторних форматів даних;
- ✦ можливість легкої інтеграції з OpenLayers для побудови інтерфейсу користувача.

ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА

Інтерфейс користувача геопорталу побудовано на основі бібліотек з відкритим кодом OpenLayers [12–13] та jQuery. Для обміну даними з серверною частиною використовується стандартний протокол WMS та формат JSONP. Основні можливості інтерфейсу користувача проілюстровано на рис. 2.

Основна функція інтерфейсу полягає у додаванні шарів для відображення на карті у робочій області каркасу OpenLayers. За допомогою діалогового вікна користувач може вибрати набір даних, наприклад «MODIS 16 days average» і дату, після чого шар буде додано у список активних шарів і завантажено на карту. Крім того, користувач може керувати порядком виведення шарів, видаляти шари чи робити їх невидимими або змінювати дату. Геопортал дозволяє також відображати допоміжні шари (границь і назв адміністративних одиниць).

Завдяки підтримці у складі геопорталу формату JSONP його клієнтську частину можна використовувати на домені, відмінному від домену сервера картографічного сервісу (технологія cross-domain AJAX). Запити JSONP дозволяють отримувати допоміжну інформацію про шари, наприклад перелік наборів даних, доступних дат для заданого набору даних і метаінформації про шари (назва, адреса url тощо).

Отримані при розробці геопорталу рішення дозволяють його використовувати практично на всіх відомих на теперішній час популярних браузерях для персональних комп'ютерів, а та-

кож сучасних пристроях з touch-інтерфейсом. Реалізація інтерфейсу користувача має достатньо високу швидкість, в тому числі при одночасній роботі з багатьма шарами.

ВИСНОВКИ

Таким чином, фахівцями ІКД НАНУ-НКАУ та ІК НАНУ було розроблено геопортал агромоніторингу на основі використання сучасних програмних засобів роботи з геопросторовими даними. Розроблене програмне забезпечення дозволяє динамічно поновлювати інформацію у геопросторовій базі даних, формувати запити на виконання завдань зі складним потоком виконання, задіювати високопродуктивні обчислення для використання складних моделей, а також надавати зацікавленим користувачам геопросторову інформацію у зручному для сприйняття вигляді. Усі ці переваги дозволяють використовувати розроблений підхід для реалізації також інших інформаційних систем для Web. Розроблена архітектура та технічні рішення дають можливість використовувати отримані результати для реалізації також інших розподілених інформаційних систем, що базуються на використанні геопросторових даних.

З огляду на реалізовані функції користувачами геопорталу можуть бути представники міністерств і відомств, які займаються питаннями моніторингу посівів сільськогосподарських культур в Україні, а також всі інші зацікавлені спеціалісти різних рівнів.

ЛІТЕРАТУРА

- Information on GEOLAND Project.* <http://www.gmes.info/pages-principales/projects/land-projects/geoland2/>.
- Барталев С.А., Луляк Е.А., Савин І.Ю., Темников В.Н.* Основные задачи и текущие возможности системы дистанционного мониторинга земель агропромышленного комплекса России // Материалы Всероссийской научной конференции «Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения». Сборник научных статей. Москва, 2010. — М.: РАСХН.
- GEO Working Plan.* www.earthobservations.org/.

Н.Н. Куссуль, М.О. Попов, А.Ю. Шелестов та ін. Інформаційний сервіс оцінювання видового різноманіття рослинного і тваринного світу причорноморського регіону України в контексті розвитку українського сегмента системи GEOSS // Наука та інновації. – 2007. – № 6. – С. 13–25.

Кравченко А.Н. Нейросетевой метод решения обратных задач для радиационных моделей растительного покрова // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 3. – С. 159–172.

Kussul N., Shelestov A., Skakun S., Kravchenko O. High performance Intelligent Computations for Environmental and Disaster Monitoring // In Intelligent Data Processing in Global Monitoring for Environment and Security (Krassimir Markov, Vitalii Velychko editors). – ITHEA, Sofia, 2010, P. 64–92.

Куссуль Н.М., Скакун С.В., Шелестов А.Ю. Геоінформаційна інфраструктура моніторингу навколишнього середовища та надзвичайних ситуацій // Наука та інновації. – 2010. – Т. 6, № 4. – С. 13–20.

Hluchý L., Kussul N., Shelestov A. et al. The Data Fusion Grid Infrastructure: Project Objectives and Achievements // Computing and Informatics. – 2010. – V. 29, №. 2. – P. 319–334.

OpenGIS Specifications. – <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>

OpenGIS Web Map Service Implementation Specification. – http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316.

Кравченко О.М., Шелестов А.Ю. Застосування реалізацій стандартів OGC для створення розподілених систем візуалізації та надання геопросторових даних // Проблеми програмування. – 2006. – № 2–3. – С. 135–139.

Shelestov A., Kravchenko O., Ilin M. Geospatial data visualisation in Grid system on Ukrainian segment of GEOSS/GMES // Proc. of the V-th International Conference «Information Research & Applications», June 26–30, 2007, Varna (Bulgaria). – 2007. – V. 2. – P. 422–428.

Shelestov A., Kravchenko O., Ilin M. Distributed visualization systems in remote sensing data processing GRID // International Journal «Information Technologies and Knowledge». – 2008. – V. 2, № 1. – P. 76–82.

А.Ю. Шелестов, О.М. Кравченко,
С.В. Волошин, Ю.А. Грыпич, О.М. Куссуль,
А.І. Міронов, П.Д. Правдюков

WEB-ПОРТАЛ СИСТЕМЫ АГРОМОНИТОРИНГА

Рассмотрен web-портал, который может использоваться как средство взаимодействия с распределенной информационной системой агромониторинга. Для оценки состояния сельскохозяйственных культур в этой системе используются наземные и спутниковые данные.

Ключевые слова: информационные технологии, спутниковые данные, данные наблюдения Земли, распределенная система, агромониторинг, состояние растительности, ГИС.

А.Ю. Шелестов, О.М. Кравченко,
С.В. Волошин, Ю.А. Грыпич, О.М. Куссуль,
А.І. Міронов, П.Д. Правдюков

WEB PORTAL FOR AGRICULTURAL MONITORING SYSTEM

The Web portal, which can be used as a tool for communication with a distributed agricultural monitoring information system, is observed. To assess the state of crops in-situ and satellite data are used in this system.

Key words: information technology, satellite data, Earth observation data, distributed system, agricultural monitoring, vegetation state, GIS.

Надійшла до редакції 10.02.11