

**А.Ю. Шелестов<sup>1</sup>, Н.М. Куссуль<sup>2</sup>, С.В. Волошин<sup>1</sup>,  
С.В. Скакун<sup>2</sup>, О.М. Кравченко<sup>2</sup>, А.В. Колотій<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Київ

<sup>2</sup> Інститут космічних досліджень НАН України та НКА України, Київ

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ФЕРМЕРА



*Представлена авторська розробка геоінформаційної системи, призначеної для використання сільськогосподарськими підприємствами. Дана система дозволяє спростити моніторинг поточного стану сільгоспкультур, планування агротехнічних заходів та надає можливості часткової автоматизації документообороту.*

*Ключові слова: геоінформаційна система, супутникові дані, ДЗЗ, сільське господарство.*

У Європейському Союзі розробляється та знаходиться в процесі впровадження ціла низка інформаційних продуктів, розроблених при виконанні програми Глобального моніторингу в інтересах моніторингу навколишнього середовища та безпеки (GMES). Програма має на меті створення інформаційних систем підтримки прийняття рішень для установ Європейського Союзу. Ці системи базуються на інформаційних сервісах моніторингу навколишнього середовища за декількома напрямками, зокрема моніторингу сільського господарства ([www.gmes.info](http://www.gmes.info)). На сьогодні в рамках GMES впроваджено сервіс глобального моніторингу посівів сільськогосподарських культур (Global Crop Monitoring), раціонального використання культурованих земель (Agri Environmental Monitoring), оновлення карт класифікації земних покривів (EUROLAND) та ін. В Об'єднаному дослідницькому центрі (JRC) Європейської Комісії, що надає наукову та технічну підтримку рішень Європейської Комісії у галузі сільськогосподарства та продовольчої безпеки, накопичено 20-річний успішний досвід викорис-

тання даних ДЗЗ у розв'язанні задач сільськогосподарської статистики та прогнозування врожайності. Від 1992 р. в JRC функціонує та постійно удосконалюється система прогнозування врожайності AGRI4CAST.

Інститут космічних досліджень НАНУ–НКАУ та Інститут кібернетики НАНУ виконали науково-технічний проект, присвячений розробці геоінформаційної системи (ГІС) для фермера, яка відповідає міжнародним стандартам та базується на програмному забезпеченні з відкритим кодом [1]. В даній статті розглядається одна з її підсистем, призначена для використання на сільськогосподарських підприємствах.

### АКТУАЛЬНІСТЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ФЕРМЕРА

Ефективність роботи сільськогосподарських підприємств залежить від інформованості про стан посівів та здатності системно аналізувати наслідки проведених робіт та заходів [2]. Використання супутникових даних дає можливість підвищити рівень контролю за роботою підприємства.

Ефективну допомогу надає вже сама наочність даних навіть без використання спеціаль-

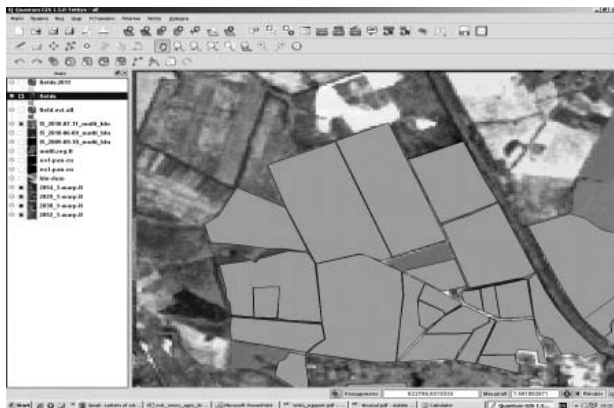


Рис. 2. Інтерфейс користувача та межі полів у векторному форматі



Рис. 3. Нерівномірна якість рослин в межах одного поля (A – гірше, B – краще)

них автоматизованих аналізаторів. Спеціаліст-агроном може зробити певні висновки з карти вмісту поживних речовин на полях (рис. 1, див. кольорову вклейку). Якщо ж сумістити цю карту з іншими наявними даними, наприклад з картою висот, то можна встановити чутливість посівів до вологості ґрунтів. Подібні спостереження у майбутньому можуть бути обґрунтованими при вживанні заходів для покращення врожайності, результативність яких придатна до перевірки з використанням супутникових даних за наступні періоди.

Окрім наочності наявна також можливість автоматизованого аналізу даних. Такий аналіз з використанням даних з архівів господарства потребує доступності векторних карт з визначеними межами полів (рис. 2). За результата-

ми такого аналізу можна досягти більш глибокого розуміння чинників того чи іншого стану врожаю та оцінити ефективність вжитих заходів. Так, рівень поточної врожайності може бути наслідком цілого комплексу факторів. Окрім режиму посіву значний вплив можуть мати заходи по обробці ґрунту, що проводилися у минулому. Показовим в даному аспекті є випадок неврожаю буряків на полі, на якому за рік до того при вирощуванні іншої культури був використаний новий препарат (рис. 3). На карті вмісту поживних речовин помітна нерівномірність забарвлення, що має відповідати різному стану рослин. Польові спостереження підтвердили відповідність карти фактичному стану врожаю.

Отже, використання супутникових знімків для аналізу агрономічних показників може бути надзвичайно ефективним. Таким чином, постає задача надання працівникам сільського господарства інструменту, який поєднував би в собі можливість роботи з результатами обробки супутникових даних та засоби їх інтеграції з даними, що отримуються в процесі традиційних вимірювань. Далі наведено опис розв'язання цієї задачі за допомогою відповідного адаптування геоінформаційної системи загального призначення та створення засобів для збереження усіх наявних даних у єдиній базі даних (БД).

Оскільки БД має стандартизований інтерфейс, то доступ до даних можна отримати з будь-якого програмного засобу з підтримкою цього інтерфейса. Це було використано при створенні окремого інструменту для управління даними, що не входить до складу ГІС.

### БАЗОВА АРХІТЕКТУРА ГІС ДЛЯ ФЕРМЕРА

До складу програмного забезпечення ГІС для фермера відносяться такі компоненти:

- + джерела даних:
  - дані з архівів користувача (отримані у вигляді витягів з відповідних документів, занесені до БД вручну),
- + супутникові знімки,

– вбудована система управління базами даних *SQLite* (<http://www.sqlite.org/>);  
 – геоінформаційна система *QGIS* (<http://www.qgis.org/>):

- ✦ додатковий програмний модуль до *QGIS* для роботи з даними з бази даних – *засоби обробки даних*;
- ✦ автоматизовані обробники супутникових зображень;
- ✦ адміністративний інтерфейс для роботи з базою даних.

ГІС *QGIS* є програмним забезпеченням з відкритим кодом, що поширюється відповідно до ліцензії *GPL* та призначене для роботи з геопросторовими даними. Система підтримує більшість з розповсюджених форматів даних та надає програмний інтерфейс для реалізації додаткових програмних модулів (плагінів), що розширюють його функціональність.

Система *SQLite* – це реалізація системи управління реляційними БД. Завдяки тому, що цю систему можна легко вбудовувати в інше програмне забезпечення, вона є зручним засо-

бом підтримки реалізації бізнес-логіки програмного додатку.

### ДЖЕРЕЛА ДАНИХ

Розроблена система дає можливість агрегувати дані з різномірних джерел (документація користувача, супутникові знімки), її обробку, збереження в уніфікованому структурованому форматі та подальше надання інформації або звітів, сгенерованих на її основі через користувачський інтерфейс. До первинних джерел інформації відносяться дані, надані користувачем (історичні та поточні), а також супутникові знімки (рис. 4).

На основі супутникових знімків за допомогою ГІС *QGIS* створюються векторні карти полів, які заносяться до загальної БД. Для забезпечення візуально прийняттого відображення супутникових знімків карти додатково обробляються, а потім використовуються для оцінки параметрів місцевості як окремий шар у подальшому наданні інформації у ГІС [3]. Крім того, на основі знімків підраховуються деякі

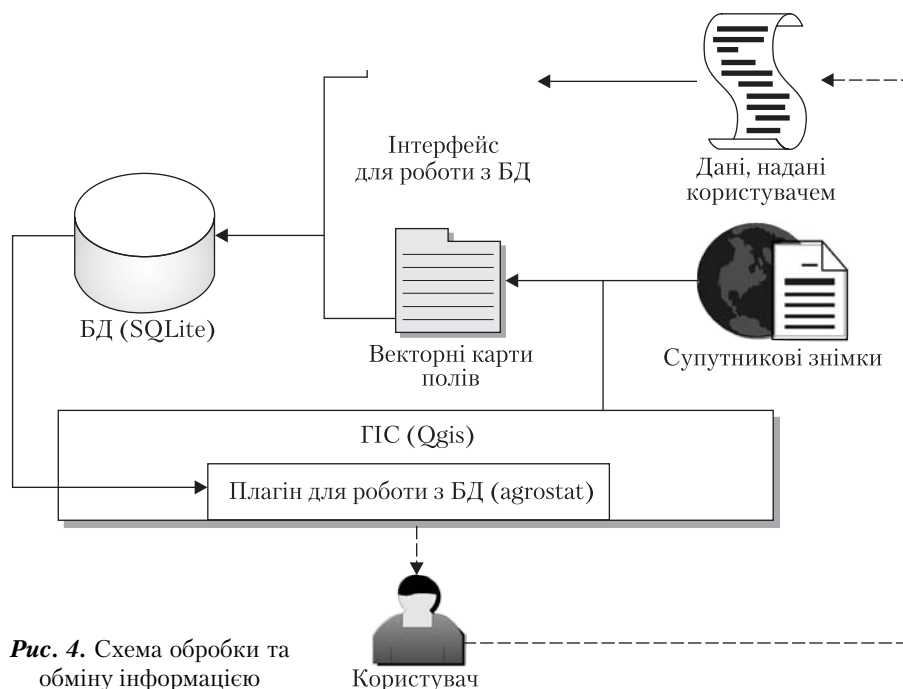


Рис. 4. Схема обробки та обміну інформацією

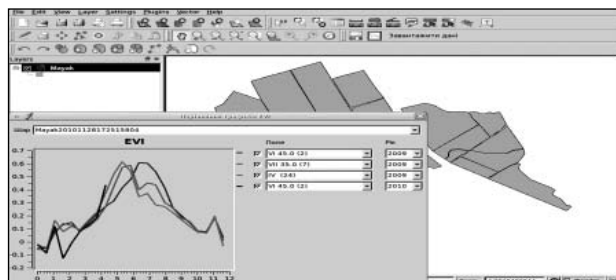


Рис. 5. Порівняння графіків індексу EVI

Вміст поживних речовин  
(дані з шару fields-2011)

	Name	Description	gumus	N	P	K	Ph	Hr	S	V
0	II	:35.3 :	0	0	0	0	5.8	1.3	26	95
1	VI	:45 :	4.94	105	109	6.9	0	0	0	0
2	VI	:154.8 :	4.94	105	109	6.9	0	0	0	0
3	VI	:27.2 :	3.76	90	97	66	0	0	0	0
4	VII	:42.3 :	3.7	85	93	77	0	0	0	0
5	VII	:20.0 :	3.6	60	81	72	0	0	0	0
6	VII	:35 :	3.6	60	81	72	0	0	0	0
7	VII	:63.0 :	2.59	68	63	113	0	0	0	0
8	III	:103.6 :	0	0	0	0	6.6	0.9	34	97
9	V	/	0	0	0	0	9.6	2	16	89
10	IV	:25.9 :	0	0	0	0	5.6	0	0	0
11	II	:18.0 :	0	0	0	0	5.6	0	0	0

Рис. 6. Приклад автоматично згенерованого плагіном звіту

кількісні характеристики (індекси), що відповідають окремим полям у певний період часу.

Дані, надані користувачем, впорядковуються та заносяться до загальної БД з використанням адміністративного інтерфейсу. Цей інтерфейс дозволяє забезпечити постійний контроль за цілісністю даних та регулярне створення їх резервних копій.

Дані зберігаються у такому форматі, щоб ГІС QGIS була здатна відображати частину з них (векторні та растрові карти) як окремі шари. Решта інформації може бути прочитана та відображена за допомогою спеціально розробленого плагіну до ГІС QGIS.

### РОЗРОБКА ДОДАТКОВИХ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ

Базова функціональність QGIS дає можливість переглядати атрибути, що належать об'єктам на карті, у вигляді таблиці. При наявності великої кількості числових характеристик (наприклад, вимірювань у певний період часу) такий спосіб подання інформації є неприйнят-

ним. Для надання інформації у зручній для користувача формі був розроблений плагін, що розширює базову функціональність ГІС QGIS.

Програмне забезпечення QGIS надає програмний інтерфейс, який дозволяє розробляти та інтегрувати додаткові програмні модулі з існуючим програмним забезпеченням. Для розробки додаткових програмних модулів можна використовувати мови програмування C++ та Python. Зокрема, для реалізації плагіна до ГІС для фермера було обрано мову Python з огляду на її зручність та існуючий набір функцій. Користувацький інтерфейс як самої системи QGIS, так і плагінів до неї реалізовано засобами графічної бібліотеки QT.

### ПОБУДОВА ГРАФІКІВ ІНДЕКСІВ

Одним з розширень функціональності ГІС є засіб побудови та порівняння графіків індексів для окремих полів за обраний період часу. Цей компонент дозволяє обрати будь-яке з наявних полів та період часу, дані за який присутні у базі даних, а також налаштувати одночасне відображення декількох графіків (рис. 5).

Для відображення графіків розробниками системи було використано розширення для графічної бібліотеки QT – бібліотека QWT. Дані для побудови графіків отримувались безпосередньо із загальної БД за допомогою SQL-запитів.

### АВТОМАТИЗОВАНЕ ГЕНЕРУВАННЯ ЗВІТІВ

Розроблений плагін дає можливість автоматично генерувати звіти відповідно до визначених у системі шаблонів. Ця можливість значно полегшує ведення документації в процесі сільськогосподарського виробництва (рис. 6). Звіти генеруються у форматі HTML. За допомогою ГІС для фермера можна генерувати звіти з вмістом поживних речовин на полях для певного періоду часу, вмістом внесених добрив тощо. Розроблений програмний модуль дозволяє у легкій та доступній формі на основі існуючої у базі даних інформації налаштувати систему на генерацію звітів іншого формату.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, в рамках науково-технічного проекту фахівцями Інституту космічних досліджень НАН–НКА України та Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України було розроблено геоінформаційну систему для сільськогосподарського підприємства. В основу розробки покладено систему Quantum QIS з відкритим кодом. Для забезпечення можливості використання даних з різних джерел та різного формату цю систему було розширено за рахунок реалізації додаткових програмних модулів, що надають зручний інтерфейс доступу до даних та керування ними, графічний інтерфейс користувача та можливості автоматичного генерування звітів. Розроблена система дозволяє автоматизувати роботу сільськогосподарського підприємства та підтримувати базу даних стану полів, виконуваних на угіддях робіт тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

- 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.
- Куссуль Н.Н., Зельк Я.И., Скакун С.В., Шелестов А.Ю. Геопространственный анализ рисков на основе слияния данных // Сб-к «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». — Москва, 2010. — Том 7, № 2. — С. 55–66.

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

А.Ю. Шелестов, Н.Н. Куссуль,  
С.В. Волошин, С.В. Скакун, А.Н. Кравченко,  
А.В. Колотий

## ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФЕРМЕРА

Представлена авторская разработка геоинформационной системы, предназначенной для использования сельскохозяйственными предприятиями. Данная система позволяет упростить мониторинг текущего состояния сельхозкультур, планирование агротехнических мероприятий и предоставляет возможности частичной автоматизации документооборота.

*Ключевые слова:* геоинформационная система, спутниковые данные, ДЗЗ, сельское хозяйство.

А. Yu. Shelestov, N.N. Kussul,  
S.V. Voloshin, S.V. Skakun O.M. Kravchenko,  
A.V. Kolotiy

## FARMER'S GEOINFORMATIONAL SYSTEM

The paper describes a geo-information system for agricultural enterprises. The system provides assistance to farmers to assess and monitor agricultural crops, to plan land treatments, and allows for partial automation of document circulation in enterprises.

*Key words:* geographic information system, satellite data, remote sensing, agriculture.

Надійшла до редакції 10.02.11