

## АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Національний авіаційний університет

[glukozavr.91@gmail.com](mailto:glukozavr.91@gmail.com)

*Проведено аналіз існуючих геоінформаційних систем, їх можливості та сфери застосування, виявлено тенденції до розробки глобальних геоінформаційних систем, з потужними апаратом аналізу на основі зібраних даних та візуалізації результатів. Проте не реалізовано потенціал обробки цифрових зображень у поєднанні з геоданими і загальний рівень складності використання систем є досить високим. Розглянуто перспективи розвитку спеціалізованих геоінформаційних систем*

**Ключові слова:** геоінформаційна система, обробка даних, цифрове зображення, геодані, сільське господарство, ГІС, аерофотозйомка

### **Вступ**

З розвитком можливостей та зручності використання геоінформаційних систем (ГІС) та в умовах глобальних проблем перенаселення та прогнозів скорочення продовольчих ресурсів [1], актуальним є питання можливостей оптимізації ведення сільського господарства, для збільшення і покращення врожаю. Особливої цінності набувають ГІС для розвитку точного фермерства [2], які з новими можливостями надають більшої гнучкості для спеціалістів в розробці ефективних систем ведення сільського господарства та можливостей оптимізації та автоматизації процесів посіву, удобрення, моніторингу, збору врожаю, необхідних даних для аналізу і побудови прогнозів та виявлення недоліків ітерації для запобігання подальшого повторення допущених помилок.

Новий поштовх у розвитку геоінформаційних систем зумовлений розповсюдженням та покращенням технологій створення і обробки цифрового зображення, доступністю карт високої якості, наприклад *Google Maps*, швидкістю передачі даних через мережу інтернет, розвитку самих інтернет технологій та мобільності персональних комп'ютерів. Основні напрямки розробки в сучасних ГІС є начебто візуалізація геоданих, створення

мап, на основі існуючих, зберігання результатів на хмарних сховищах та доступ через мережу інтернет з планшетів, комп'ютерів та смартфонів. Кросплатформність є одним з важливих ознак сучасних ГІС. Всі ці властивості створюють сприятливі умови для оптимізації ведення сільського господарства, в тому числі розвитку точного фермерства. Проте відчувається нестача спеціалізованих продуктів, для вирішення конкретних проблем галузі, що, не потребують вивчення складного апарату ГІС та недооцінення можливостей оперативного аналізу цифрових фотознімків, особливо враховуючи розвиток безпілотної авіатехніки.

### **Постановка задачі**

Для визначення перспективних напрямків розробки, оцінки ефективності використання сучасних ГІС для цілей сільського господарства, в тому числі точного фермерства, доцільним є зробити огляд сучасних систем, вивчення їх можливостей, сильних та слабких сторін. Порівняти існуючі рішення в області та зробити висновки про відповідність потребам сільського господарства.

### **Виклад основного матеріалу**

Призначення ГІС є введення, збереження, обробка та вивід геопросторової інформації за запитом користувача. Таким

чином, ГІС інтегрується з: системами збору інформації (дистанційне зондування, геодезична зйомка, моніторинг оточуючого середовища); з системами збереження інформації (інформаційно-пошукові системи, бази даних); з системами обробки інформації (обробка образень, моделювання, генералізація); з системами відображення інформації (комп'ютерна графіка, електронні карти).

Існують різні методи класифікації ГІС (Рис. 1): Згідно проблемної орієнтації

можна виділити наступні [3]:

1. Універсальні географічні (комплексні, або багатоцільові) для розв'язання загальних проблем. Це інтегровані ГІС, що поєднують системи цифрової обробки зображень з функціональними можливостями ГІС по моделюванню та багатофакторному аналізу даних в єдиному інтегрованому середовищі. Такі системи використовуються в сферах регіонального управління і планування.

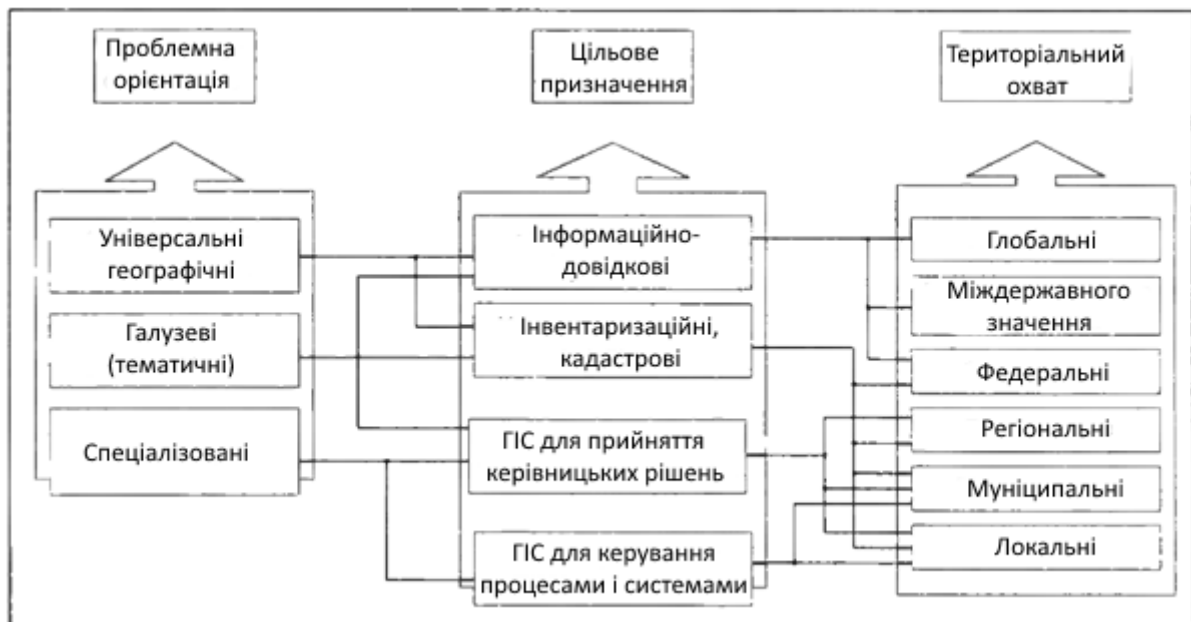


Рис. 1 Методи класифікації ГІС

2. Галузеві (тематичні), що розв'язують проблеми оптимального взаємного розташування і визначення розташування, розподілення об'єктів і ресурсів, класифікацію і поділу на райони територій, вибору оптимального маршруту. Може вирішувати наступні задачі: інвентаризація ресурсів (в тому числі кадастр), аналіз, оцінка, моніторинг, управління і планування, підтримка прийняття рішень.

3. Спеціалізовані, предметом розгляду яких можуть бути надра, природо-використання, екологія, транспорт, зв'язок, соціально-економічні показники, політологія, міське господарство.

4. Інформаційно-довідникові, для довідкових, туристичних, освітніх цілей.

5. Інвентаризаційні, кадастрові – для обліку та ведення земельного, лісно-

го, водного, екологічного та інших видів кадастру, а також систем муніципального управління.

6. ГІС для прийняття управлінських рішень – для отримання оперативних даних в процесі прийняття рішень.

7. ГІС для управління процесами та системами – допомагають оперативно керувати ресурсами, планувати роботу транспорту, зв'язку і т.д.

Як правило, математичну основу ГІС складають топодані (топокарти). За територіальним охопленням ГІС розділяють на декілька рівнів:

1. Глобальні. Масштаб базових карт за якими створюється ГІС 1 : 4 000 000 та дрібніші, система координат – географічна.

2. Міждержавні (субконтинентальні). Об'єднання декількох держав за територіальним принципом. Масштаб від 1 : 4 000 000 до 1 : 200 000. Загалом мають інформаційно-довідкових характер.

3. Федеральні (загальнонаціональні, державні). Масштаб від 1 : 4 000 000 до 1 : 1 000 000.

4. Регіональні і субрегіональні. ГІС на основі топографічних і картографічних даних. Масштаб 1 : 100 000 і 1 : 200 000.

8. Муніципальні. Масштаб 1 : 10 000 та 1 : 25 000.

9. Локальні. Масштаби 1 : 10 000 та крупніші.

Функції ГІС визначаються в процесі створення. Акцент на функції визначає конфігурацію ГІС. Різні аспекти використання ГІС можуть бути зведені до наступних груп функцій ГІС: збір, кодування та введення інформації – забезпечення формування цифрового представлення просторових об'єктів та явищ; редагування, оновлення, ефективно збереження даних, реорганізація в різні форми, контроль правильності і якості даних, підтримка системи на актуальному рівні; отримання інформації – в первинному і узагальненому вигляді (в тому числі генералізованому, сумарному та усередненому) та у вигляді результатів аналізу, моделювання і інтегрування різного роду інформації; запити різного роду під час аналізу (додаткової інформації та даних з рідних додаткових джерел інформації); виведення результатів у вигляді документів – таблиць, карт, діаграм.

Сьогодні існує безліч програмних реалізацій ГІС, згідно [4], провідними в галузі є наступні: *CMaps Analytics by Centigon Solutions*, *Maptitude by Caliper*, *Map Business Online by MapBusinessOnline.com*, *Rosmiman IWMS by Rosmiman Software Corporation*, та окремої уваги вартий *ArcGIS by ESRI*, що була створена в 1999 році від *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*, що були серед чи не найперших розробників поді-

бних систем та займає лідируючі місця по сей день.

Широко використовується термін *Location Intelligence* що означає процес отримання від геопросторових даних та їх взаємозв'язків значущих даних для розв'язання певних задач. Саме це є основною метою сучасних ГІС.

*CMaps Analytics* (від американської компанії *Centigon Solutions*) [5] – система, що позиціонує себе, як зручний засіб візуалізації, на основі популярних та доступних електронних мап *Google Maps*. Основною метою продукту є створення доступного і простого *Location Intelligence*. Тобто використання багатосарових візуалізацій, на основі хронологічних, або різного типу даних для кращого сприйняття і подальшого аналізу.

Система являє собою веб сервіс (Рис. 2), з можливістю працювати з побудованими мапами в інших системах, наприклад *ArcGIS*. Основною характеристикою програмного комплексу є велика кількість додатків та розширень для різних продуктів, залежно від потреб та зручний доступ через інтерфейс браузеру будь де, де є інтернет з будь якого пристрою.

Проект є комерційним, тож доступ до ресурсу є платним, проте є можливість спробувати обмежену версію продукту на деякий час. Цінова політика закрита, визначається під час переговорів з клієнтом. Також для більш типових задач ГІС пропонується використовувати *Quantum GIS* - систему з відкритим вихідним кодом, для якого компанією розроблено спеціальний плагін (розширення).

*Quantum GIS* [6] – графічна інформаційна система з відкритим кодом, що розповсюджується під *GNU General Public License*. Це проект *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)* який працює на *Linux, Unix, Mac OSX, Windows, Android*, підтримує велику кількість векторних та растрових форматів, баз даних, та має широкі можливості аналізу та представлення геопросторових даних.

*QGIS* є досить важким і багатофункціональним рішенням для розв'язання широкого спектру задач, наслідком чого перевантажений великою кількістю інструментів і налаштувань (Рис. 3). Присутній деякий набір аналізу растрового зображення, проте загалом основний наголос на роботі з растровими та векторними шарами, базами даних, та різними типами даних, такими як *Oracle GeoRaster*, *Oracle Spatial*, *WMS/WMTS (Web Map Service)*, *WCS (Web Coverage Service)*, *WFS (Web Feature Service)*, *CSV (Comma-Separated Values)* і т. д.

управління базами даних і не тільки. Розмір пакету складає 1,3 Гб цифрового простору.

*ArcGIS* (від американської компанії *ESRI*) [6] – одне з найпопулярніших сучасних геоінформаційних рішень, що наочно відображає загальну тенденцію щодо розробки ГІС-подібних систем. *ArcGIS* являє собою цілий комплекс програмних додатків. Надає змогу перетворювати необроблені дані за допомогою розширеного аналізу та вузькоспеціалізованих додатків. Допомогає інтегрувати всі типи даних про навколишнє середовище та засто-

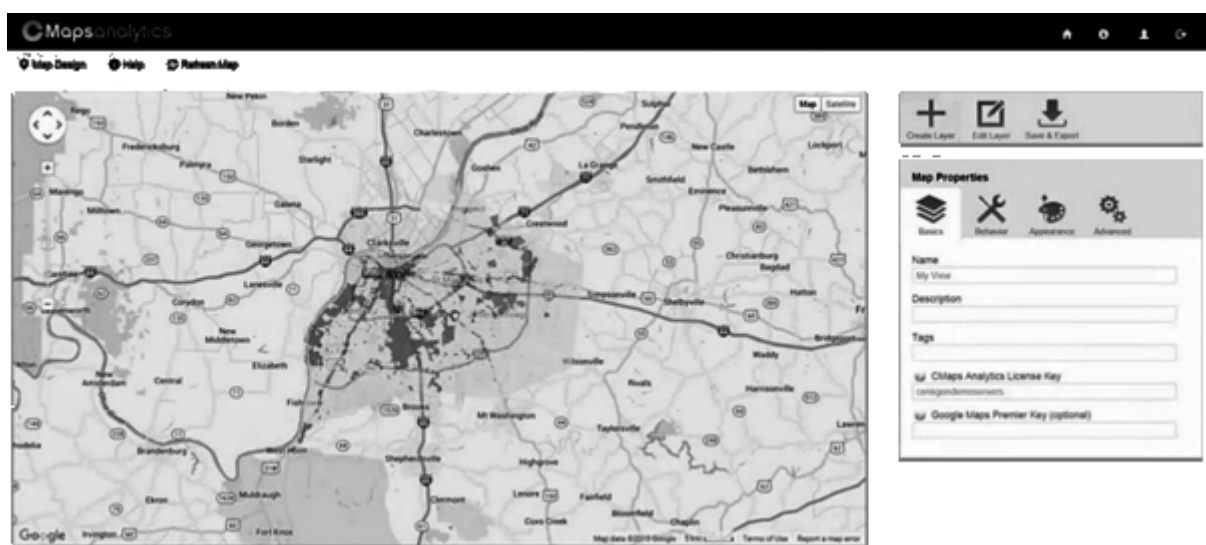


Рис. 2 Інтерфейс веб-додатку *CMaps Analytics*

Система підтримує можливість додавання модулів (плагінів) для розширення функціональності, таким чином можна використовувати програму як графічну оболонку з широкими можливостями інтеграції для реалізації необхідних перетворень.

Основні можливості: перегляд даних, накладання один на одного векторних і растрових даних в різних форматах і проекціях без перетворення у внутрішній, або загальний формат; дослідження даних і створення карт; керування даними: створення, редагування і експорт; аналіз просторових даних на просторових базах даних та інших форматах, що підтримуються системою. Це включає в себе: векторний аналіз, відбір, геообробка, геометрія і

судати складні аналітичні методи. Представляє результати у вигляді карт і графіків.

Геообробка включає в себе велику кількість інструментів для розв'язання ГІС-задач, починаючи з простої побудови буферу і накладання полігонів до комплексного регресійного аналізу і класифікації зображень. Приклади задач, які розв'язуються за допомогою системи – моделювання і аналіз комплексних просторових відносин для розрахунку оптимального маршруту через транспортну сітку, прогнозування розповсюдження природних пожеж, аналіз і пошук закономірностей і розташуванні місць скоєння злочинів, прогнозування повені в наслідок зливи, тощо.

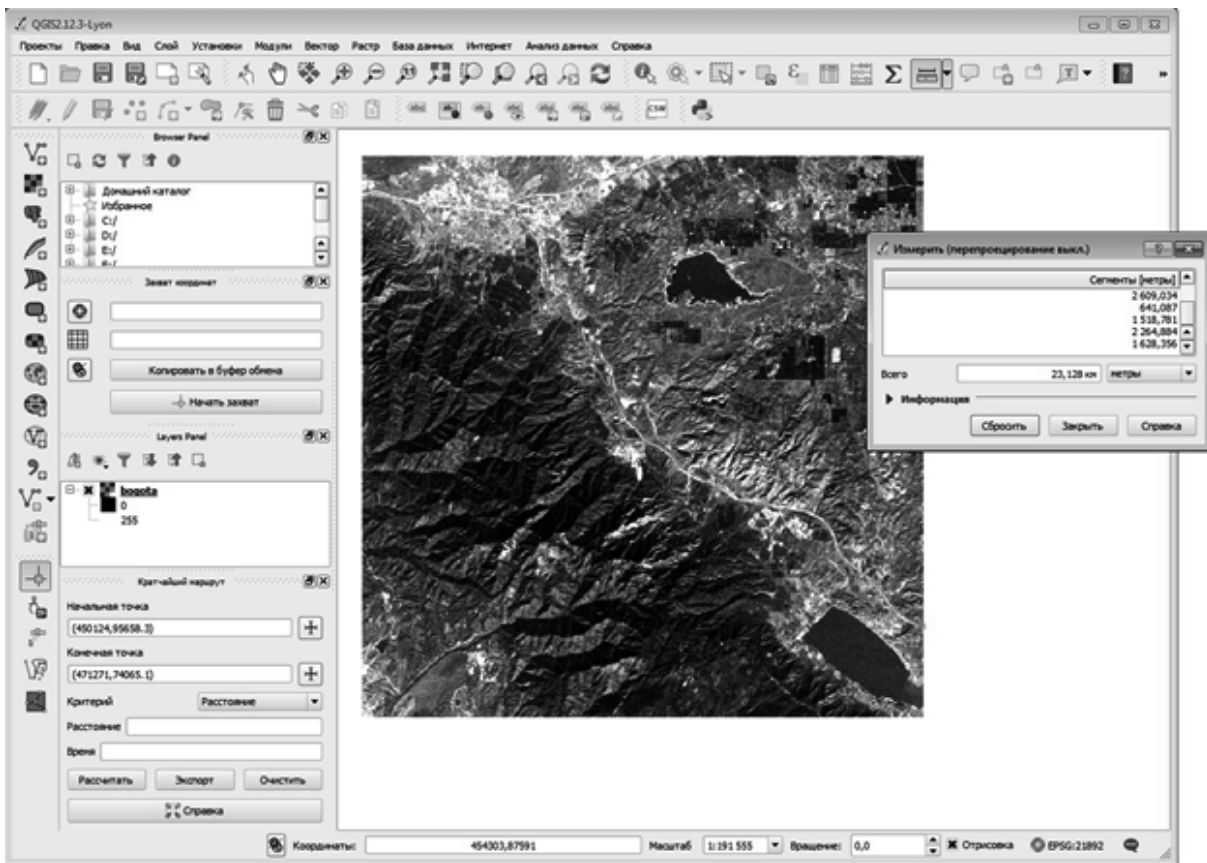


Рис. 3 Інтерфейс ГІС *Quantum GIS* під час роботи з *GeoTiff* зображенням

Обробка геопросторових даних базується на загальних принципах перетворення даних. Стандартний інструмент обробки реалізує операції з набором даних (просторові дані, растр, таблиця) і створює новий набір даних як результат.

Особливої уваги заслуговують присутні спеціалізовані методи для аналізу посівних площ що є актуальними для використання у точному фермерстві (рис. 4). Наприклад такі, що представлені нижче.

Аналіз ґрунту. Визначення кількості поживних речовин у ґрунті, для визначення необхідності у добривах.

Врожайність. Детальна інформація збирається протягом збору врожаю. Важливі дані, для визначення норм висівання та добрив для ґрунту, так і допомагає слідкувати за результатами та визначити історично більш врожайні зони.

Історично врожайні зони. Зображення зон, що зберігають тенденції до

більшої врожайності порівнюючи з сусідніми.

Рекомендації. На основі багатьох факторів визначаються рекомендації щодо поправки ґрунту. Такі як нутрієнти, цілі, тип попереднього врожаю, попередній збір.

Слідкування за тестуванням на окремих ділянках.

Система створена для величезної кількості застосувань, з величезним арсеналом візуалізації даних та аналізу вхідних даних. Набір методів роботи з растровим зображенням досить невеликий і представлений модулем *Spatial Analyst* (Рис. 5), в основному операції з двома растрами.

Згідно сучасних тенденцій, система забезпечує хмарне сховище та додатки для ПК, мобільних пристроїв та веб-клієнт.

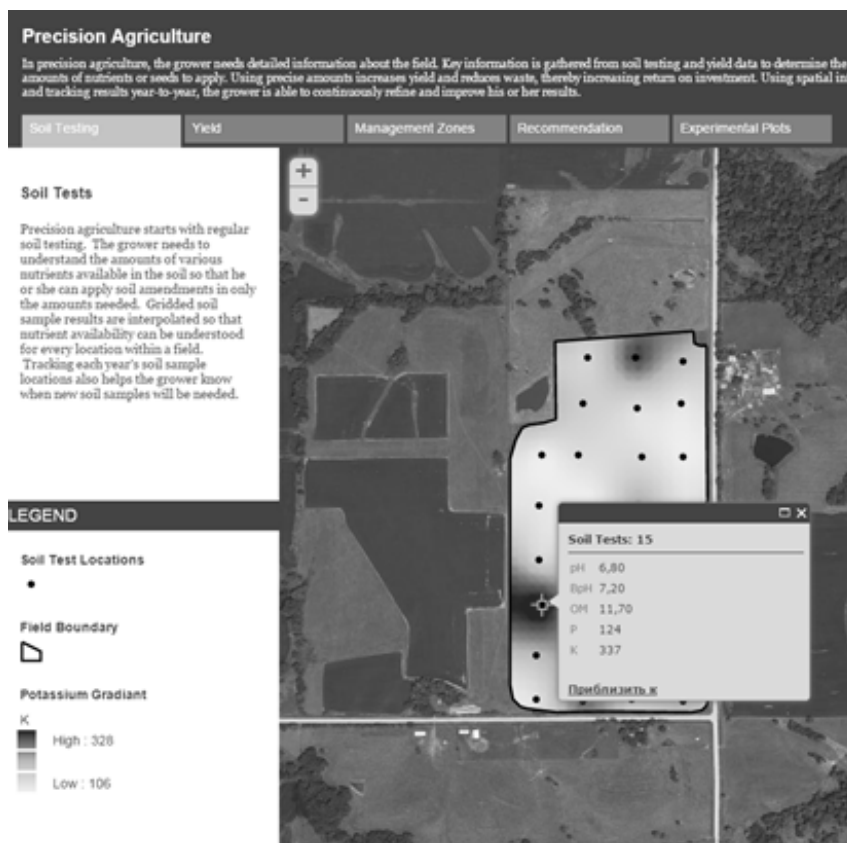


Рис. 3 Інтерфейс веб сервісу ArcGIS з спеціалізованими методами для точного фермерства

ArcGIS є цілою платформою для візуалізації, аналізу і зручного зберігання та розповсюдження даних, на основі зібраних. Досить складний засіб, через величезне навантаження різних можливостей, в тому числі використання безлічі додаткових модулів.

Цінова політика закрита, проте присутні декілька комплектацій: продвинута, стандартна і базова.

DIVA-GIS – ще одна система з відкритим кодом, над останніми версіями якої працював Роберт Хіджманс [8]. Основною цілю розробки є створення вільно розповсюдженої системи для вивчення розподілу біорізноманіття. Початок роботи надцією ГІС був підтриманий декількома інститутами CGIAR, такими як *Bioversity International, the International Potato Center, the International Rice Research Institute, та University of California, Berkeley, Museum of Vertebrate Zoology* та іншими.

Загальне враження від програми співпадає з враженням від роботи з QGIS,

програма зосереджена на роботі з зібраними даними, проте методи обробки зображення відсутні. Присутні можливості роботи з шарами, популярними форматами геоданих, побудови гістограм, регресії, моделювання та інше [9].

Розробники надають документацію, навчальні матеріали та тренувальні дані. Для нового користувача система складає враження не дуже зрозумілої та потребує час на навчання, для досвідченого користувача ГІС потрібно значно менше часу для вивчення, проте ознайомитися з базовою інформацією необхідно.

### Висновки

На сьогодні ГІС системи набули широкого розповсюдження, присутні тенденції до розвитку універсальних систем, що покривають максимальний спектр задач, що призводить до переважання та необхідності вивчення окремих програмних рішень для ефективного використання. Основними особливостями систем є кросплатформність, наявність веб сервісу, додатків для різних операційних систем,

інтеграція з базами даних, широкий спектр типів даних, що підтримується системою та потужний апарат візуалізації. Разом з тим простий доступ до мап через використання можливостей мережі інтернет та хмарних сховищ.

В той же час відчутна недостатня увага до можливостей обробки цифрових растрових зображень, особливо враховуючи розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА), для формування попередньої оцінки, виявлення зон найбільшого

будує актуальну мапу з результатами аналізу свіжих даних. Таким чином визначаючи зони необхідного втручання, наприклад, нестача добрива, поливу, або ідентифікація пожежі, в порядку пріоритетів формується список проблем з можливими способами їх вирішення. Така система може бути автоматизована, за використанням техніки обладнаною засобами *Global Positioning System (GPS)*, що можна відправити на місце необхідного втручання маючи дані ГІС про координати ці-

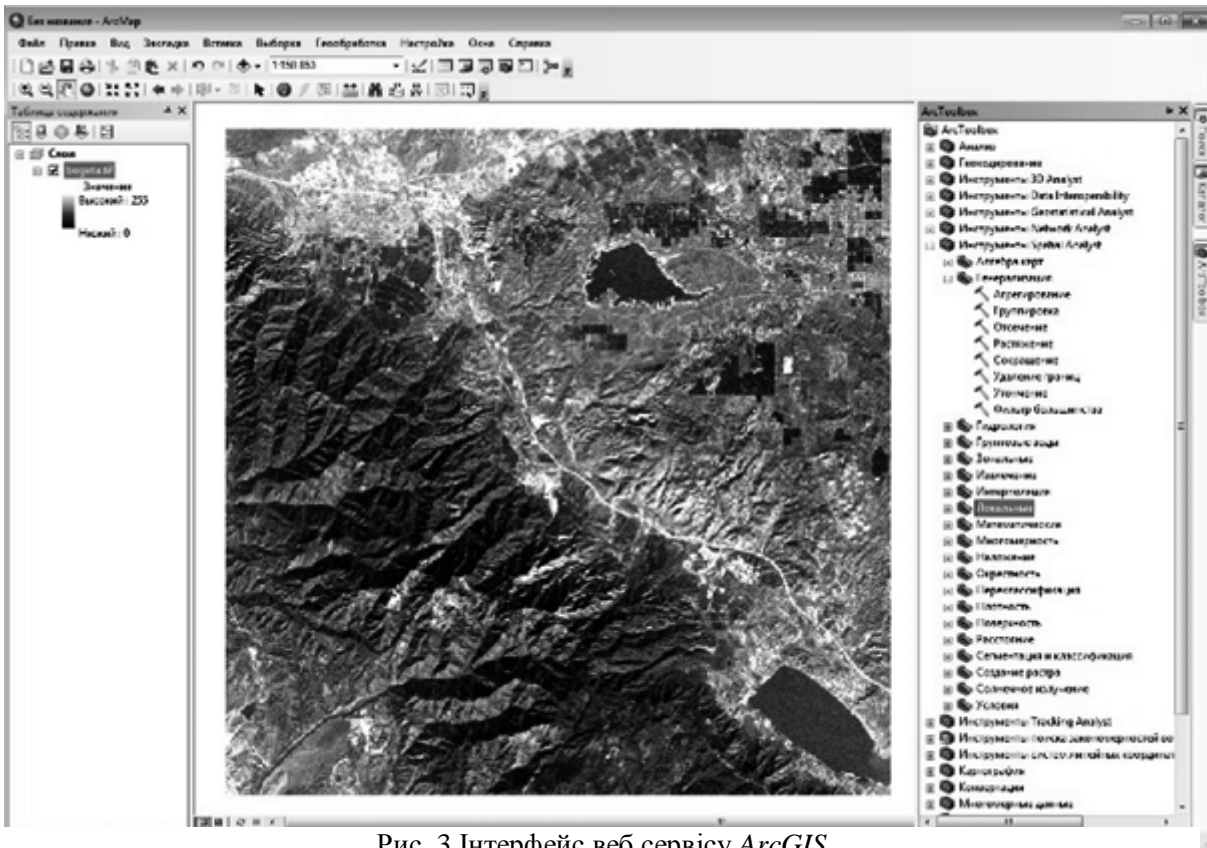


Рис. 3 Інтерфейс веб сервісу ArcGIS з спеціалізованими методами для точного фермерства

ризику, що потребують уваги з боку спеціалістів. Попередня оцінка посівної площі на основі аналізу цифрових зображень, може полегшити прийняття рішень, та покращити швидкість реагування на будь які зміни в процесах вирощування культур. Особливо при недостатній кількості готових до аналізу даних після збору аналізів ґрунту, відсутності хронологічних даних, або зміні посівної культури.

Доцільним може бути розробка геоінформаційної системи, що на основі неперервного моніторингу територій БПЛА,

лі.

Таким чином, оперативне втручання, або запобігання проблем на основі аналізу цифрових даних аерофотозйомки може забезпечити суттєвий приріст ефективності ведення сільського господарства, що актуально у світі і особливо в Україні, де перспективність розвитку сільського господарства зумовлене високою якістю ґрунту та його родючістю.

### Список літератури

1. Griffiths S. The world faces widespread food shortages due to global

warming. [Електронний ресурс] – 2015 - Режим доступу:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3373018/The-world-faces-widespread-food-shortages-global-warming-Crops-scarce-droughts-ravage-Africa-Asia.html>

2. Goddard T. What Is Precision Farming? [Електронний ресурс] – Precision Farming Conference, 1997, Canada - Режим доступу:

[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sag1951](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sag1951)

3. Журкин И. Г. Геоинформационные системы // И. Г. Журкин, С. В. Шайтура – Москва: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – С. 272

4. Електронний каталог Top GIS Software Products [Електронний ресурс] – 2015 - Режим доступу:

<http://www.capterra.com/gis-software/>

5. Centigon Solutions CMaps Analytics [Електронний ресурс] – 2016 - Режим доступу: <http://cmapsanalytics.com/>

6. QGIS The Leading Open Source Desktop GIS [Електронний ресурс] – 2016 - Режим доступу: <http://www.qgis.org/>

7. ESRI ArcMap [Електронний ресурс] – 2016 - Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/>

8. *Hijmans R.* DIVA-GIS [Електронний ресурс] – 2016 - Режим доступу: <http://www.diva-gis.org/about>

9. *Hijmans R.* Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS // R.J. Hijmans, L. Guarino, M. Cruz, E. Rojas [Електронний ресурс] - International Potato Center, Lima, Peru – 2001 - Режим доступу: [http://www.diva-gis.org/docs/pgr127\\_15-19.pdf](http://www.diva-gis.org/docs/pgr127_15-19.pdf)

Статтю подано до редакції 03.12.2015