

УДК 631.445:631.47:631.471

ЗЕМЕЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЯК ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ МОНІТОРИНГУ ҐРУНТІВ

С.Р. Трускавецький, К.В. Вяткін

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(space1975@mail.ru)

У статті висвітлено передумови створення, принцип дії та призначення земельної інформаційної системи. Охарактеризовано її структуру, показано принципи створення моніторингових майданчиків для збирання і накопичення даних натурних спостережень. Запропоновано один із шляхів функціонування подібного мережевого сервісу, описано підходи до його обслуговування. Зауважено, що земельна інформаційна система, як оперативний та дієвий інформаційний сервіс, може існувати лише спираючись на об'єктивні часто поновлювані дані дистанційного зондування.

Ключові слова: ґрунт; дистанційне зондування (ДЗ); земельна інформаційна система (ЗІС); космічна зйомка; моніторинг ґрунтів; супутник.

Вступ. Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, що розроблено з метою реалізації Земельного кодексу України, а також Закони України "Про охорону земель" і "Про державний контроль за використанням та охороною земель" є базовими документами для створення інформаційних систем супутникових спостережень за станом ґрунтового покриву. Згідно з цими документами, моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля і включає систему спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізування інформації про зміни стану ґрунтів та їхньої родючості, розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень, спрямованих на запобігання та ліквідацію наслідків негативних процесів.

Вагомою передумовою для створення відповідного інформаційного сервісу, так званої *Земельної інформаційної системи* (ЗІС), на основі даних дистанційного зондування (ДЗ), є накопичений за півстоліття фонд аерокосмічних знімків та принципова можливість проведення регулярних космічних зйомок території нашої країни. Багаторазовою зйомкою забезпечується об'єктивна та надійна інформація для спостережень за природними об'єктами, і деградаційними явищами, які визначають стан ґрунтового покриву. Ідея створення в Україні єдиного оперативного інформаційного сервісу, для використання даних супутникової зйомки та їх інтерпретації щодо ґрунтового покриву, належить А.В. Шатохіну [1], який ще на початку цього сторіччя запропонував проводити облік земельних ресурсів за допомогою методів дистанційного зондування на базі геоінформаційних систем.

Аналізом літературних джерел доведено, що дані ДЗ, гармонізовані з геоінформаційними системами (ГІС), є потужним і перспективним інструментом для удосконалення системи моніторингу ґрунтів, а саме, для прискорення і підвищення ефективності оцінювання стану ґрунтового покриву одночасно на значних територіях [2]. Використання матеріалів ДЗ та ГІС забезпечує ефективне вирішення завдань моніторингу не тільки на різних територіальних рівнях, але й на усіх його етапах: аналізу та узагальнення архівного фонду даних; ґрунтово-агрохімічного та еколого-меліоративного обстежень ґрунтів; функціонування мережі стаціонарних ділянок та польових дослідів, на яких ведуть спеціальний, кризовий та науковий моніторинг ґрунтів та комплексні дослідження: контролю властивостей ґрунтів; розроблення прогностичних моделей та ґрунтозахисних технологій [3].

Запропонована нами методологія використання даних ДЗ відкриває можливості сучасного інформаційного забезпечення моніторингу ґрунтів та раціонального землекористування [4]. Причому, одночасне використання дистанційних методів в оптичному та мікрохвильовому діапазонах підвищує точність визначень характеристик ґрунту [5].

Об'єкти і методи досліджень. На території Харківської області створено моніторингові майданчики з метою спостережень за станом ґрунтового покриву, в тому числі, за допомогою космічної зйомки. Майданчики закладено в Харківському, Великобурлуцькому, Ізюмському, Балаклійському, Зміївському та Куп'янському районах (рис. 1).



Рис. 1. Схема розташування моніторингових майданчиків у Харківській області

До дослідних об'єктів належать зазначені моніторингові майданчики, які представляють собою як дослідні поля, так і моніторингові ділянки. За своєю сутністю, цілими, завданнями і змістом досліджень об'єкти відрізняються один від одного. Якщо дослідні поля представляють собою єдиний, нерозривний у просторі континуальний об'єкт, то моніторингові ділянки здебільшого є окремою точкою або невеликою ділянкою у просторі. На дослідних полях закладено десятки точок спостережень і відбору проб з поверхні ґрунту на відміну від ділянок, де закладено одну або декілька (3-5) точок спостережень.

На противагу моніторинговим ділянкам на дослідних полях суцільно аналізується і стан сільськогосподарської рослинності, створюються векторні прошарки певних сільгоспкультур, будуються растрові карти окремих вегетаційних індексів, а також картограми певних показників ґрунтів та рослинності.

Мережа моніторингових майданчиків враховує основні типи ґрунтів області, основні види деградації ґрунтів, різні агробіогеоценози, види землекористування тощо. Моніторинговими майданчиками охоплено широкий спектр ґрунтів за генезисом (чорноземи типові, опідзолені, реградовані і звичайні), ступенем змитості та гранулометричним складом. Контрольними точками моніторингу у межах майданчику враховано види землекористування, що чітко фіксуються за допомогою космічних знімків, області техногенного забруднення та території підвищеної ерозійної небезпеки ґрунту. У процесі організації мережі контрольних точок ґрунтоохоронного моніторингу зібрано дані про еколого-генетичний статус ґрунтів. У ході польових досліджень на точках моніторингу закладено ґрунтові розрізи, описано морфологічні особливості профілю ґрунту, відібрано проби ґрунту у генетичних горизонтах по профілю. Підібрано космічні знімки території навколо майданчиків моніторингу, зроблені в різні періоди різними супутниками з різною просторовою роздільною здатністю, визначено параметри багатоспектрального космічного сканування у декількох діапазонах хвиль безпосередньо в точках відбирання проб, аналітичні дані з декількома характеристиками ґрунтів, тематичний картографічний матеріал, а також результати власних досліджень у вигляді схем та картограм. Весь зазначений набір даних внесено до бази даних ЗІС.

Обговорення результатів. Накопичені дані з усіх об'єктів спостережень взято за основу створення своєрідного мережевого сервісу, так званої Земельної інформаційної системи (ЗІС), яка має відображати результати моніторингових досліджень на встановлених майданчиках. Таку електронну систему розроблено для об'єктів моніторингу Харківської та Донецької областей, що є основою геоінформаційно-технологічних та організаційних засад ґрунтоохоронного моніторингу методами дистанційного зондування.

Земельна інформаційна система є апаратно-програмним комплексом, що забезпечує зберігання просторово-координованих даних досліджень, їх візуалізацію та розповсюдження через локальні комп'ютерні мережі або мережу Інтернет. Система складається із серверної та клієнтської частин (рис. 2).

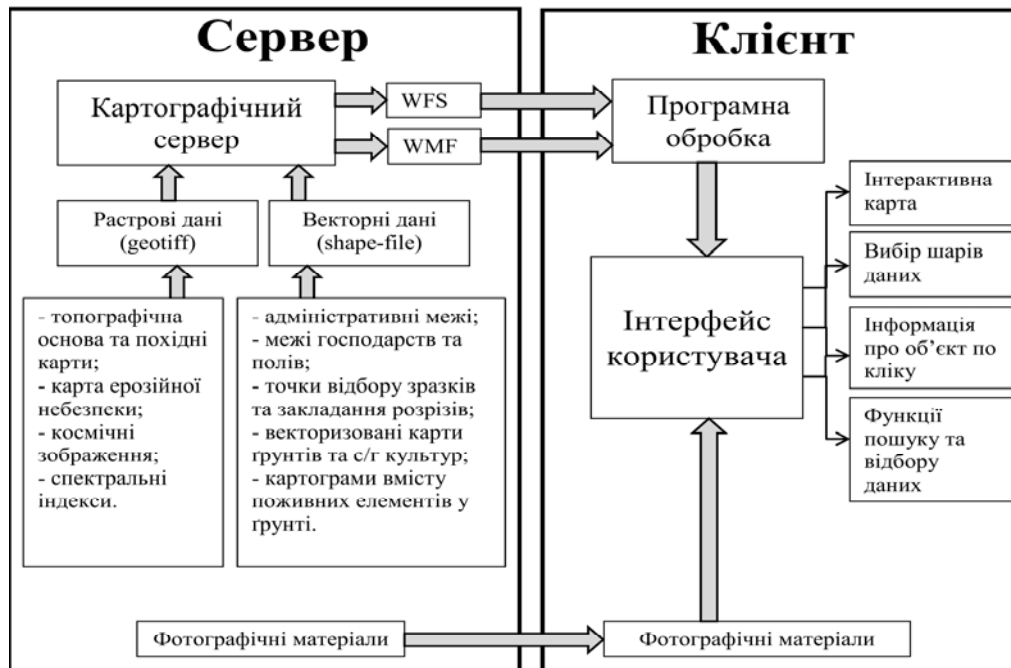


Рис. 2. Архітектура ЗІС

Серверна частина включає комп'ютерне обладнання (сервер), відкрите програмне забезпечення *Geoserver* та базу даних. Програма *Geoserver* є веб-сервером із відкритим вихідним кодом, що надає доступ до картографічної інформації стандартним клієнтам (таким як веб-браузери). Основною функцією *Geoserver* є передача інформації клієнту за допомогою протоколів *WMS* та *WFS*. *WMS (Web Map Service)* – протокол для передачі географічно прив'язаних даних через Інтернет у вигляді зображень. За допомогою цього протоколу з вихідних файлів *shape* та *geotiff* формується динамічне зображення карти, доступне для будь-якого браузера. *WFS (Web Feature Service)* – протокол для передачі векторних даних через Інтернет. Він дозволяє реалізувати функції пошуку та вибору об'єктів на карті й отримання їхніх атрибутів

Дані досліджень зберігають на сервері у форматах *shape-file* (векторні дані) та *geotiff* (растрові дані). У програмі *Geoserver* усі шари даних реєструють за допомогою вбудованого веб-інтерфейсу. При цьому вказуються необхідні параметри відображення шарів, зокрема, символіка, що задається за допомогою дескрипторів стандарту *SLD*. Процес внесення даних до ЗІС полягає у редагуванні існуючих таблиць *shape-файлів* (внесення або оновлення атрибутивної інформації), конвертації табличних даних *excel/dbf* у нові *shape-файли* та їх реєстрації у системі, збереженні растрових даних у форматі *geotiff* та їх реєстрації. Ці функції реалізуються за допомогою більшості геоінформаційних систем, як пропріетарних (*ArcGIS*), так і відкритих (*Quantum GIS*). Оформлення шарів можливе на основі *SLD-стилів* або зі

створенням нових стилів за допомогою відкритої програми uDig. Таким чином, сервер ЗІС може працювати повністю на відкритому програмному забезпеченні і не потребує вкладання коштів у придбання ліцензійних програмних продуктів.

Клієнтська частина складається з веб-сторінок, написаних мовою *html* та JavaScript з використанням OpenLayers. OpenLayers – це бібліотека з відкритим вихідним кодом, написана мовою JavaScript, призначена для складання карт на основі програмного інтерфейсу. OpenLayers надає інструменти управління картою, які дозволяють створити на веб-сторінці зручний для користувача інтерфейс. Таким чином, клієнтом ЗІС може виступати будь-який браузер (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera та ін.) і користувач отримує доступ до всіх функцій системи без необхідності встановлення будь-яких програм.

Структура даних ЗІС побудована за адміністративно-ієрархічним принципом: країна – область – район – господарство – дослідні об'єкти (майданчики, поля, полігони, ділянки). На кожному рівні система включає растрові та векторні картографічні дані, а також атрибутивну інформацію у вигляді таблиць та фотографій (Рис. 3).

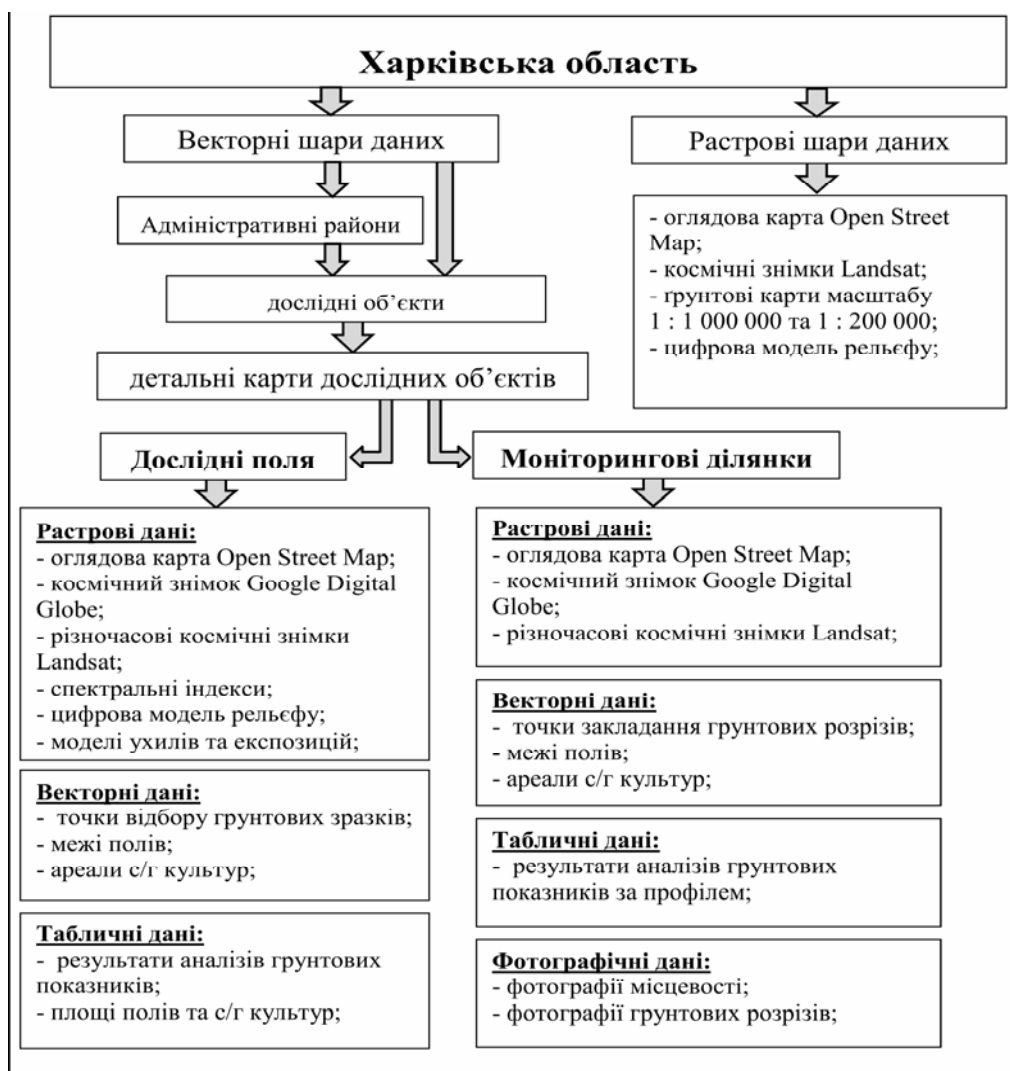


Рис. 3. Структура бази даних ЗІС

Основним елементом інтерфейсу ЗІС є вікно карти, на якій відображаються обрані користувачем шари даних. На адміністративній карті показані райони Харківської області, дослідні поля та ділянки, що підібрані для моніторингу ґрунтів.

Як базу можна обрати одну з таких карт: оглядова карта *Open Street Map*; мозаїка знімків *Landsat*; карта ґрунтів масштабу 1:1000000; карта ґрунтів масштабу 1 : 200000; цифрова модель рельєфу.

Натиснувши на точку користувач може перейти до детальної карти, на якій позначено місця закладання ґрунтових розрізів.

Базовими шарами інформаційної системи є космічний знімок надвисокої роздільної здатності *Google Digital Globe* та різночасові знімки Landsat.

Обираючи точку спостережень користувач отримує фотографію ґрунтового розрізу (яку можна збільшити) та аналітичні дані у табличній формі.

Зміст детальних карт дослідних полів залежить від специфіки дослідів. Базовими шарами можуть бути такі: знімки надвисокої роздільної здатності *Google Digital Globe*; різночасові знімки Landsat; картограми вегетаційних індексів; картограми вмісту гумусу та інших ґрунтових показників; цифрові моделі рельєфу; картограми ухилів; картограми експозиції схилів.

Як векторні шари можна використовувати такі: схема точок відбирання проб ґрунту; межі сільськогосподарських полів; схема розміщення сільськогосподарських культур.

У кожному одноканальному растровому шарі (цифрова модель рельєфу, ухили, спектральні індекси, картограми вмісту гумусу тощо) користувач може знайти значення необхідного показника у кожному пікселі зображення.

Обираючи точку відбирання проб ґрунту користувач у табличній формі отримує наявні результати досліджень/вимірів характеристик і властивостей ґрунту. При цьому, табличні дані ЗІС можуть бути легко переведені у формат Microsoft Excel для подальших аналізу та обробки.

На карті сільгоспкультур користувач може, за допомогою функції «Пошук», автоматично виділити всі поля, зайняті певною культурою та визначити їхню загальну площу.

Заключення. Земельна інформаційна система може слугувати інструментом накопичення, оперативної обробки, інтерпретації та зручного відображення результатів моніторингу ґрунтів засобами дистанційного дослідження. Таким чином, ЗІС може вважатися інструментом мережевого інформаційного сервісу з надання оперативної та об'єктивної інформації про стан ґрунтового покриву окремих земельних ділянок, якою можуть зацікавитись не лише органи місцевої та центральної влади, а й науковці, землевпорядники, землекористувачі та землевласники.

Так, наприклад, для моніторингового майданчику у Великобурлуцькому районі в господарстві «Підсереднє» методами космічної зйомки встановлено структуру земельних угідь та посівних площ, за даними періодичної супутникової зйомки визначено сівозміну для декількох полів та зміну видів землекористування, на основі багатоспектральної інформації встановлено видовий склад зернових культур на полях. Всю зазначену інформацію за різними роками дистанційних спостережень внесено до створеної ЗІС у вигляді векторних карт. На основі занесеної в ЗІС та отриманої в ході досліджень інформації для господарства «Підсереднє» є можливість ведення оперативних спостережень за зміною структури посівних площ, за дотриманням системи сівозмін, за зміною видів землекористування, за станом сільськогосподарської рослинності та ґрунтів тощо.

В основу організації моніторингу ґрунтів обов'язково має бути покладено застосування мережевого сервісу «Земельна інформаційна система» із залученням даних багатоспектральної космічної зйомки. Створення електронної інформаційної системи накопичення, зберігання, обробки та інтерпретації даних наземних і аерокосмічних спостережень, є основним інструментом геоінформаційно-технологічних та організаційних засад ґрунтоохоронного моніторингу методами дистанційного зондування.

Список використаної літератури

1. Булигін С.Ю. Сучасне інформаційне забезпечення охорони і раціонального використання земель / С.Ю. Булигін, А.В. Шатохін, О.А. Чіоткіна// Стан земельних ресурсів в Україні: проблеми, шляхи вирішення. – К., 2001. – С. 191-193.
2. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В.В. Медведев – Харьков: ПФ “Антиква”, 2002. – 428 с.
3. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. / В.В. Медведев – Харьков: КП «Городская типография», 2012. – 536 с.
4. Трускавецький С.Р. Сучасний погляд на інформаційне забезпечення ґрунтового моніторингу / С.Р. Трускавецький, М.М. Гічка, Т.Ю. Биндич// Вісник аграрної науки. – Київ. – 2006. – № 4. – С. 87-89.
5. Трускавецький С.Р. Напрями удосконалення дистанційних методів картографування та моніторингу ґрунтів / С.Р. Трускавецький, М.М. Гічка, Т.Ю. Биндич. – Науковий вісник НАУ. – 2005. – Вип. 81. – С. 176-180.

Стаття надійшла до редколегії 16.07.2014

LAND INFORMATION SYSTEM AS A GEO-INFORMATION TECHNOLOGICAL TOOL FOR SOIL MONITORING

S.R. Truskavetsky, K.V. Vyatkin

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»
(space1975@mail.ru)

The paper highlights the background, operating principle and purpose of the land information system (LIS). The structure of the system is described, alongside with establishing of monitoring sites for collecting and storing of in-situ observations. One of the ways of functioning of the corresponding web-service is proposed and approaches to its maintenance are described. It is noted that LIS as an operative and efficient informational service can exist only if based on objective frequently renewable remote sensing data.

Key words: soil; land information system (LIS); satellite; space imagery; remote sensing; soil monitoring.

УДК 631. 445. 51

ВІДТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ ЧОРНОЗЕМІВ В АГРОЦЕНОЗАХ

О.В. Демиденко¹, В.А. Величко²

¹Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства»

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського
(smilashiapv@ukr.net)

На основі довгострокових досліджень узагальнено концептуальні положення щодо ґрунтоутворення чорноземів в агроценозах Лісостепової зони України за тривалого (38-40 років) безвідвального обробітку ґрунту. За оранки ґрунтоутворення в агроценозах зміщується у бік посилення ксероморфності, а за безвідвального обробітку – у бік посилення гідроморфності чорноземів у зоні оптимального зволоження. Під впливом системи безвідвального обробітку ґрунту вектор ґрунтоутворення в агроценозах спрямовується у напрямку формування більш зволжених чорноземів, що відбивається на особливостях процесу гумусонакопичення. Виявлений ефект посилення гумусоутворювальної функції ґрунту запропоновано вважати оцінювальним критерієм адаптованості системи обробітку ґрунту і загалом, системи землеробства до умов зростання посушливості клімату.

Ключові слова: агроценоз; безвідвальний обробіток ґрунту; ґрунтоутворення; гумус; чорнозем.