

Дмитрів О. П., к.т.н., доцент, Прокопчук А. В., ст. викладач, Білецька М. І., магістр (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Півне, e-mail: o.p.dmytriv@nuwm.edu.ua, a.v.prokopchuk@nuwm.edu.ua, biletska_az13@nuwm.edu.ua)

КОНТРОЛЬ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

На сьогодні система контролю використання земель сільськогосподарського призначення в Україні потребує удосконалення шляхом залучення цифрових технологій. Застосування в якості вихідних даних супутникових знімків разом із спеціалізованим програмним забезпеченням ГІС для їх опрацювання, дозволить підвищити ефективність системи контролю. В статті запропоновано рішення, щодо автоматизації контролюючих функцій шляхом інтеграції у процес контролю даних супутникових знімків. На прикладі показано можливість залучення супутникових знімків для виявлення фактів порушень у процесі використання сільськогосподарських земель.

Ключові слова: контроль використання земель; дистанційне зондування землі; мультиспектральні знімки; система державного контролю; публічна кадастрова карта; ГІС-технології.

Постановка проблеми. Для забезпечення достатньої ефективності використання земель в сільському господарстві необхідно особливо увагу приділяти заходам контролю. За даними ґрунтових дослідження обсяги гумусу земель в Україні за останні 130 років суттєво знизилися [1]. Необхідно вжити негайних заходів для збереження та відновлення родючості земель. Виходячи із річного плану перевірок, площі земель, які підпадають під контроль є досить значними. Отже, вироблення пропозицій щодо реформування системи контролю, розробки нових методів контролю із застосуванням нових сучасних технологій є досить актуальним завданням сьогодення.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями

При здійсненні контролю земель на будь якому рівні виникає необхідність в актуальній інформації щодо них. Геоінформаційні технології дозволяють на основі даних супутникових знімків отримати якісні показники фактичного використання земельних ресурсів для

здійснення управлінських рішень.

На державному рівні виконується контроль відповідності землекористувань законодавчим нормам та збереження його у правовому полі. Головна роль в процесі контролю використання земель сільськогосподарського призначення належить Держгеокадастру [2]. Один з напрямів діяльності Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру є державний нагляд (контроль) в агропромисловому комплексі в частині дотримання земельного законодавства, використання та охорони земель усіх категорій і форм власності, родючості ґрунтів.

Контроль місцевих громад або контроль на рівні місцевого самоврядування забезпечує непорушність меж земельних ділянок, їх цільове використання, збереження та відновлення ґрунтів.

У 2018 році у рамках проєкту «Підтримка реформ в сільському господарстві та земельних відносинах» був розпочатий проєкт ДЗЗ всієї території України. Здійснюється він у рамках гранту Європейського Союзу, який реалізується спеціалістами Світового Банку і субпідрядними організаціями по побудові тематичних карт класифікацій культур, які вирощуються в Україні, а також виконує моніторинг лісових та водних ресурсів країни.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Проблеми та перспективи застосування супутникових даних для вирішення завдань сільськогосподарського виробництва України, питання моніторингу та оцінки стану земельних ресурсів з використання ГІС/ДЗЗ-технологій розглядають у своїх працях українські науковці: Довгий С.О., Жолобак Г. М., Кохан С. С., Москаленко А. А., Касьянов О.В., Слободян В.А., Мальчикова Д. С., Ваколюк М., Сахацький О., Тарнопольський А. та ін. [3–8].

Активне застосування даних дистанційного зондування Землі для розв'язання задач агропромислового виробництва спостерігається в країнах Європейського союзу, США, Росії, Білорусії, Казахстані, Азербайджані та ін.

Постановка завдання проблеми

Якісно виконувати контроль за використанням земель традиційними методами досить складно. Суттєво підвищити його ефективність можна шляхом інтеграції цифрових технологій в процес ідентифікації та аналізу порушень. Важливою складовою таких технологій є супутникові засоби дистанційного зондування Землі. Використання таких даних підвищить точність та оперативність виявлення порушень, дозволить проаналізувати та спрогнозувати динаміку явища.

Комбінування даних земельного кадастру та даних супутнико-

вого знімання дозволить здійснювати оперативний контроль за дотриманням правил сівозмін, динамікою втрати гумусу, дотриманням меж земельних ділянок. З'явиться можливість визначити конкретного власника чи орендаря ділянки, котрий спричинив порушення.

Виклад основного матеріалу

Нині на навколоземній орбіті функціонує досить значна кількість різноманітних засобів дистанційного зондування земної поверхні. Переважна більшість з них функціонує на комерційній основі. Досить часто це унеможлиблює використання таких даних в проєктах з обмеженим фінансуванням.

З початком функціонування супутникової місії Sentinel з'явилась можливість отримання безкоштовних, якісних мультиспектральних та радіолокаційних даних високої роздільності (просторової та радіометричної) та часової дискретності для більшої частини суші. Використовуючи дані, отримані супутниками Sentinel, можна досягнути досить хороших результатів в процесі ідентифікації водних об'єктів, мозаїки сільськогосподарських культур та меж полів.

До завдань, які можна вирішити супутниковими методами, в процесі управління сільськогосподарськими землями можна віднести:

- моніторинг сільськогосподарських посівів та угідь;
- інвентаризація сільськогосподарських угідь;
- оцінка стану посівів (оцінка схожості, розвитку й дозрівання культур);
- визначення контурів угідь;
- дослідження сівозмін;
- моніторинг стану поверхневого шару ґрунту;
- дослідження снігового покриву.

Найважливіше, що за допомогою методів ДЗ можна кількісно оцінювати зайняті різними сільгоспкультурами площі, визначати фазу розвитку рослин, деякі проблеми стану посівів, такі як нерівномірності визрівання, ураження шкідниками та хворобами, нестачу поживних речовин, загибель від несприятливих метеорологічних умов, а також оцінювати майбутню врожайність.

У статті представлено алгоритм процесу контролю за використанням земель, що базується на основі аналізу супутникових знімків (рис. 1).

Контроль розпочинається із підготовки вхідних даних. Завантажуються два набори супутникових знімків:

1. Знімок (знімки) зроблений на кінцевий момент дослідного періоду (восени, взимку (за умови відсутності снігового покриву) або ранньою весною). За цим зображенням буде встановлюватися обо-

блюваність земель та визначатимуться фактичні межі полів. Це зображення необхідне для контролю контурів та визначення параметрів ділянок.

2. Часовий ряд знімків для моніторингу с/г посівів. Формується із знімків, зроблених з інтервалом 1 рік, за період ≥ 3 роки. Знімки повинні бути зроблені в червні-липні, в період підвищеної вегетативної активності рослин. Використовуються для ідентифікації сільськогосподарських культур.



Рис. 1. Алгоритм контролю за використанням сільськогосподарських земель на основі супутникових знімків

Для візуальної ідентифікації типів покриттів, необхідно підготувати композитні зображення. Вони потрібні на етапі створення тренувальних вибірок у процесі класифікації (встановлення ступеня приналежності пікселів зображення до того чи іншого класу).

Для подальшого аналізу та контролю контурів необхідно підготувати кадастрові дані, єдиним доступним джерелом отримання яких є публічна кадастрова карта. На ній відображається інформація про

просторові характеристики об'єктів та семантична інформація (код цільового призначення, кадастровий номер тощо).

На етапі співставлення в процесі накладання шару ділянок на супутниковий знімок можна встановити розходження контурів ділянок з їх фактичним положенням. Процес встановлення розбіжностей можна автоматизувати шляхом конвертації векторного зображення в растр та виконання на ньому оверлейних операцій та операції перекласифікації. В результаті отримують зображення, на якому відображаються розбіжності. Звісно, точність ідентифікації залежить від роздільності супутникового знімка. Для знімка Sentinel-2 можна визначити розбіжності >10 м. Виявити менші відхилення можна з використанням знімків надвисокої роздільності.

Для забезпечення моніторингу сільськогосподарських культур необхідно підготувати серію класифікованих зображень, після чого визначити ті ділянки, де значення класів співпадають.

Тестування алгоритму було проведено за даними ДЗЗ на територію Грушвицької сільської ради Рівненського району Рівненської області. Площа сільськогосподарських земель на території сільської ради становить – 2804 га.

Опрацювання даних виконувалось в програмі QGIS з використанням безкоштовного модуля Semi-Automatic Classification Plugin (SCP).

На першому етапі виконувалось завантаження даних. Супутникові знімки завантажувались за допомогою сервісу Land Viewer. На сьогодні він є чи не найзручнішим засобом отримання супутникових зображень [9]. Загалом, за допомогою даного ресурсу отримано чотири зображення на період 2016–2019 рр. Дані з Публічної кадастрової карти завантажувались за допомогою програми Digitals.

На наступному етапі було суміщено межі конвертованих ділянок з їх положенням на кадастровій карті. Оскільки значна частина ділянок знаходиться у власності орендарів, то звірялись лише контури на краях полів. Створена карта використовувалась в процесі контролю на етапі аналізу порушень.

В процесі ідентифікації типів рослинності попередньо створено бібліотеку сигнатур. Допоміжним продуктом на цьому етапі слугувала інтерактивна карта сільськогосподарських культур [10]. За алгоритмом максимальної подібності виконувалась класифікація знімків. Класифікація за методом максимальної подібності вважається однією з оптимальних, оскільки базується на імовірнісних принципах. За цією класифікацією розрахунок імовірності ведеться на основі значень статистичних характеристик еталонних вибірок.

У результаті було отримано серію зображень з типами сільськогос-

подарських культур на території сільської ради за період 2016–2019 рр.

Для визначення недотримання сівозмін співставлено серію класифікаційних зображень, в результаті чого зафіксовано ділянки, де спостерігаються повторення с/г культур. Загалом, фіксувались ті поля, де протягом 3 років не дотримувались сівозмін.



Рис. 2. Ідентифіковані за супутниковими знімками порушення

В результаті побудовано карту розподілу порушень, фрагмент якої представлено в даній статті на рис. 2.

Встановлено недотримання сівозмін на ділянках загальною площею 502 га. На зазначених територіях протягом 3-річного періоду вирощувалась кукурудза.

Не співпадіння контурів земельних ділянок з їх фактичним положенням свідчить про те, що існує ряд порушень, котрі можна ідентифікувати, як самовільне заняття земельної ділянки. Площа таких порушень становить 3 га.

Сьогоднішній стан системи контролю потребує удосконалення шляхом залучення цифрових технологій. Використання в якості даних супутникових знімків разом із спеціалізованим програмним забезпеченням для їх опрацювання, дозволить підвищити ефективність системи контролю.

1. Бредіхін О. О. Актуальні організаційно-економічні проблеми здійснення державного нагляду (контролю) сільськогосподарських земель. *Інвестиції:*

практика та досвід. 2012. Вип. 14. С. 50–56. **2.** Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. URL: <https://land.gov.ua/> (дата звернення: 20.10.2020). **3.** Моніторинг навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутника NOAA / Пашченко Р. Е., Радчук В. В., Красовський Г. Я. та ін. ; за ред. С. О. Довгого. Київ, 2013. 316 с. **4.** Жолобак Г. М. Використання методів дистанційного зондування землі для моніторингу агроресурсів України. *Космічна наука і технологія*. 2010. № 6. Т. 16. С. 16–23. **5.** Кохан С. С., Москаленко А. А. Використання геоінформаційного аналізу і даних дистанційного зондування Землі для оцінювання стану земельних ресурсів : монографія. Корсунь-Шевченківський, 2012. 80 с. **6.** Касьянов О. В., Слободян В. А. Использование космических снимков для картирования сельхозугодий. URL: <http://www.panorama.kharkov.ua> (дата звернення: 20.10.2020). **7.** Мальчикова Д. С. Використання ГІС/ДЗЗ-технологій для вивчення територіальної структури землекористування регіону. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2010. Вип. 12. С. 123–128. **8.** Ваколюк М., Сахацький О., Тарнопольський А. Використання даних супутникової зйомки в управлінні земельними ресурсами сільськогосподарського призначення. *Землевпорядний вісник*. 2015. № 7. С. 28–33. **9.** LandViewer – електронний сервіс. URL: <https://lv.eosda.com/> (дата звернення: 20.10.2020). **10.** Onesoil – електронний сервіс. URL: <https://map.onesoil.ai/> (дата звернення: 20.10.2020).

REFERENCES:

1. Bredikhin O. O. Aktualni orhanizatsiino-ekonomichni problemy zdiisnennia derzhavnogo nahliadu (kontroliu) silskohospodarskykh zemel. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. 2012. Vyp. 14. S. 50–56. **2.** Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan heodezii, kartohrafii ta kadastru. URL: <https://land.gov.ua/> (data zvernennia: 20.10.2020). **3.** Monitorynh navkolyshnoho seredovyshcha z vykorystanniam kosmichnykh znimkiv suputnyka NOAA / Pashchenko R. E., Radchuk V. V., Krasovskyi H. Ya. ta in. ; za red. S. O. Dovhoho. Kyiv, 2013. 316 s. **4.** Zholobak H. M. Vykorystannia metodiv dystantsiinoho zonduvannia zemli dlia monitorynhu ahroresursiv Ukrainy. *Kosmichna nauka i tekhnolohiia*. 2010. № 6. T. 16. S. 16–23. **5.** Kokhan S. S., Moskalenko A. A. Vykorystannia heoinformatsiinoho analizu i danykh dystantsiinoho zonduvannia Zemli dlia otsiniuvannia stanu zemelnykh resursiv : monohrafiia. Korsun-Shevchenkivskyyi, 2012. 80 s. **6.** Kasianov O. V., Slobodian V. A. Yspolzovanye kosmycheskykh snymkov dlia karty-rovanyia selkhozuhodyi. URL: <http://www.panorama.kharkov.ua> (data zvernennia: 20.10.2020). **7.** Malchykova D. S. Vykorystannia HIS/DZZ-tekhnologii dlia vyvchennia terytorialnoi struktury zemlekorystuvannia rehionu. *Problemy bezperervnoi heohrafichnoi osvity i kartohrafii*. 2010. Vyp. 12. S. 123–128. **8.** Vakoliuk M., Sakhatskyi O., Tarnopolskyi A. Vykorystannia danykh suputnykovoii ziomky v upravlinni zemelnymy resursamy silskohospodarskoho pryznachennia. *Zemlevporiadnyi visnyk*. 2015. № 7. S. 28–33. **9.** LandViewer – elektronnyi servis.

servis. URL: <https://lv.eosda.com/>. (data zvernennia: 20.10.2020). 10. Onesoil – elektronnyi servis. URL: <https://map.onesoil.ai/> (data zvernennia: 20.10.2020).

Dmytriv O. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Prokopchuk A. V., Senior Lecturer, Biletska M. I., Master (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

CONTROL OF AGRICULTURAL LAND USE BY MEANS OF THE GIS TECHNOLOGIES ON THE BASIS OF REMOTE EARTH SENSING

The article considers topical issues related to the control of agricultural land use.

The current state of the control system needs improved by involving digital technologies. The use of satellite images as data, together with specialized software for their processing, will increase the efficiency of the control system.

The article proposes an algorithm for data processing in order to identify violations and establish the actual state of use of agricultural land. As part of the development of the algorithm, a review of missions, the data of which are suitable for monitoring natural resources. It was found that the data obtained by the satellites Sentinel-2 and Landsat 4, 5, 7, 8 have sufficient resolution to control land use. Assessing the capabilities of satellite missions, defined the main tasks that be solved in the process of control.

Information provided on modern ways of obtaining up-to-date cadastral data and satellite survey data. Various interactive services have been studied, among which the Land Viewer resource has been selected. The advantage of this resource is ease of use and the ability to interactively build composite and index images.

It is most convenient to download data from the public cadastral map using the Digitals software product. The territory of Hrushvitysia village council chosen as a research area.

Approbation of the algorithm of control of use of agricultural lands on satellite pictures is executed. Image processing performed using QGIS software. The studied of possibilities of determining the types of crops and describes the features of automatic construction of land boundaries based on satellite images.

The result of the work is a map of violations, which visualizes the divergence of the contours of land and violations of crop rotation rules. Even in a relatively small area, a significant number of

violations have identified, which would be difficult to identify by conventional ground methods, or would require significant human resources. Violations of crop rotations on the territory of about 500 hectares and unauthorized occupation of land plots with an area of 3 hectares were established.

Satellite imagery, even with little spatial separation, is an important source of data on the current state of land use. With their use, you can significantly increase the accuracy and efficiency of violation detection.

Keywords: control of use land; remote earth sensing; multispectral images; state control system; public cadastral map; GIS technologies.

Дмытрев О. П., к.т.н., доцент, Прокорчук А. В., ст. преподаватель, Билецька М. И., магистр (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

КОНТРОЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В настоящее время система контроля использования земель сельскохозяйственного назначения в Украине требует усовершенствования путем привлечения цифровых технологий. Применение в качестве исходных данных спутниковых снимков вместе со специализированным программным обеспечением ГИС для их обработки, позволит повысить эффективность системы контроля. В статье предложено решение, по автоматизации контролирующих функций путем интеграции в процесс данных спутниковых съемок. На примере показана возможность привлечения спутниковых снимков для выявления фактов нарушений в процессе использования сельскохозяйственных земель.

Ключевые слова: контроль использования земель; дистанционное зондирование земли; мультиспектральные снимки; система государственного контроля; публичная кадастровая карта; ГИС-технологии.
