

УДК 502.51:504.5

Taras Trysnyuk, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3672-8242> **e-mail:** taras24t@gmail.com

Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU, Kyiv, Ukraine

REMOTE METHODS OF RESEARCH ASSESSMENT OF THE IMPACT OF AGRICULTURAL ECONOMIC PROCESSES ON THE ENVIRONMENTAL DESTRUCTION OF THE TERRITORY

Abstract. *The research is about solving the problem of assessing the impact of agricultural processes on the environmental safety of territories. The research was carried out on the selection, uploading and processing of data from the aerial survey of the area. High-quality multispectral images of the study areas were selected in accordance with the time-related thematic tasks of aerospace research of agricultural plots. With the help of Google Earth Engine platform, JavaScript programming language, ENVI and ArcMap software complexes, segmentation of the image of space images was carried out on these images. Each of them has its own normalized color scale, and highlights certain objects with different colors. To improve the visualization of differences in images, the classification of index images using the Isodata method was studied.*

An Agrocontrol module for automated deciphering of agricultural was developed. The module allows to select agricultural land with further vectorization and the possibility of creating a geodatabase automatically. Based on results, preliminary cartographic models of the studied territories were created with the indication of land plots that are dangerous for the ecological state of the region and require more careful consideration.

At the stage of practical research, an analysis of the received data, based on the agricultural holding "Mriya", was carried out on the scheme of crop rotation, hybrids of grain crops grown on the territory of the plots, the types and amount of fertilizers used, as well as the volume of the harvest for the last 5 years. This made it possible to prove the correlation between the chemical composition of the used fertilizers and the corresponding exceedances of the MPC norms of the soil samples chemical composition.

Key words: *information technologies; ecosystem; soils; topography; spectral channels; remote methods; contact methods.*

Т.В. Триснюк

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
м. Київ, Україна

ДИСТАНЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ТЕРИТОРІЇ

Анотація. *Роботу присвячено розв'язанню науково-практичного завдання дослідження оцінки впливу сільськогосподарських процесів на екологічну безпеку території. В процесі дослідження проведена робота по відбору, завантаженню та обробці даних аерокосмічної зйомки місцевості. Відібрано якісні мультиспектральні знімки території дослідження відповідно до*

часових тематичних задач аерокосмічних досліджень сільськогосподарських ділянок. За допомогою платформи Google Earth Engine та мови програмування JavaScript, програмних комплексів ENVI та ArcMap по цих знімках проведено сегментацію зображення космічних знімків. Кожен із них має власну нормовану кольорову шкалу та виділяє різними кольорами певні об'єкти. Для покращення візуалізації відмінностей в зображеннях досліджено класифікацію індексних зображень за методом Isodata.

В результаті дослідження розроблено модуль автоматизованого дешифрування сільськогосподарських угідь "Agrocontrol". Даний модуль дозволяє в автоматизованому режимі виділяти сільськогосподарські угіддя з подальшою векторизацією та можливістю створення бази геоданих. На основі отриманих результатів створено попередні картографічні моделі досліджуваних територій із зазначенням земельних ділянок, що є небезпечними для екологічного стану регіону та потребують більш ретельного розгляду.

На етапі практичних досліджень проведено аналіз отриманих даних (на основі агрохолдингу "Мрія") про схему проведення сівозміни, гібриди зернових культур, що вирощуються на території ділянок, види та кількість вживаних добрив, а також об'єм врожаю за останні 5 років. Це дозволило довести кореляцію між хімічним складом вживаних добрив та відповідними перевищеннями норм ГДК хімічного складу ґрунтових проб.

Ключові слова: інформаційні технології; екосистема; ґрунти; рельєф місцевості; спектральні канали; дистанційні методи; контактні методи.

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.4.145-151>

Вступ

Дистанційні дослідження земель с/г призначення ведуться вже протягом багатьох років, однак на сьогоднішній день в Україні необхідно вдосконалити технологію проведення моніторингу сільськогосподарських угідь, яка б забезпечила: контроль за використанням земель та станом ґрунтів; цілеспрямоване управління технологічним процесом вирощування екологічно чистої сільськогосподарської продукції; збереження родючості ґрунтів; раціональне використання земель с/г призначення. Відомі на цей час методи моніторингу земель потребують постійного удосконалення, оскільки стрімко розвиваються технічні засоби ДЗЗ у напрямках показників розрізнення, оперативності, набору спектральних інтервалів зйомок. Особливо це ілюструється можливостями використання мікросупутників, які вже на сьогодні реально забезпечують широке коло користувачів космічними знімками нового покоління [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментальні дослідження техногенних чинників, пов'язані із моделюванням території досліджень та проведенням розрахунків індексних зображень для вегетаційних індексів NDVI, NDWI та GVI за матеріалами мультиспектральних космоснімків, ґрунтуються на використанні методики експертної оцінки та інформаційних технологій. В Україні основними науковцями в області космічних досліджень ґрунтів є: Лялько В.І. – спектральні характеристики рослинного покриву; Попов М.О. – прогнозування врожайності зернових культур за багатоспектральними даними ДЗЗ [2], Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Греков Л.Д. – космічний моніторинг забруднення земель [3, 4], Панас Р.М. – космічний моніторинг деградації ґрунтів [5].

Мета роботи. Метою роботи є розробка та удосконалення інформаційно-технічного моделювання сільськогосподарських процесів за матеріалами мультиспектральних космознімків.

Виклад основного матеріалу дослідження

Основні вимоги користування землями сільськогосподарського призначення викладені у низці документів, таких як Земельний кодекс України, Закон України «Про землеустрій», Закон України «Про охорону земель», Кодекс України «Про адміністративні правопорушення», Закон України «Про меліорацію земель», Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо дерегуляції господарської діяльності з проведення робіт із землеустрою та землеоціночних робіт». В контексті наведеного вище видаються актуальними шляхи розробки сучасних інформаційних ДЗЗ/ГІС технологій, спроможних забезпечити ефективну підтримку рішень у наступних напрямках:

- здійснення постійного контролю екологічного стану сільськогосподарських угідь визначеного суб'єкта господарської діяльності або адміністративного устрою держави;
- виявлення с/г угідь, які використовуються не згідно з цільовим призначенням;
- виявлення ділянок, на які були невірно/неправомірно видані документи права власності або користування землею;
- сприяння у створенні загальнодержавної системи охорони ґрунтів.

В даний час необхідно використовувати останні досягнення інформаційних технологій у програмній реалізації (використання сучасного програмного забезпечення (ПЗ) обробки даних та побудови геоінформаційної системи (ГІС) земельної ділянки), апаратних засобах (новітня сільськогосподарська техніка, прилади контролю її роботи тощо) та агрохімічному аналізі (вивчення хімічного складу ґрунту кожної окремо взятої ділянки, підбір відповідної генетично виведеної зернової культури, а також підбір відповідних добрив). Сучасними рішеннями цього питання є можливість точкового внесення добрив за допомогою GPS (global positional system) датчиків, що встановлені у системах автоматизованого управління сільськогосподарською технікою (технологія Machine Control), здійснювання планових польотів безпілотних літальних апаратів (БПЛА) із відповідною фотоапаратурою, або використання серій різночасових космічних знімків території земельної ділянки (технології дистанційного зондування землі (ДЗЗ)). В Інституті накопичений значний практичний досвід розробки методик, алгоритмів і спеціалізованих програмних комплексів тематичної обробки космічних знімків просторового планування розвитку ґрунтового покриву, сміттєзвалищ, водних систем. В процесі дослідження використані матеріали станції прийому супутникової інформації NOAA в режимі реального часу та програмне забезпечення ArcGIS 9.2.2. Ми використовуємо один із найпоширеніших методів виділення об'єктів на аерокосмічних зображеннях Землі – сегментацію. Під сегментацією, в широкому сенсі, розуміємо перетворення напівтонових або кольорових зображень у зображення, що мають менше число тонів або кольорів, ніж вихідні. У вузькому сенсі сегментація – перетворення зображення в дворівневе

(бінарне), що містить всього два рівні яскравості – мінімальний (зазвичай це 0) і максимальний (зазвичай 255) (наприклад: виділення полів з озимими культурами чи полів, де проводилася осіння оранка (рис. 1)).

а)



б)

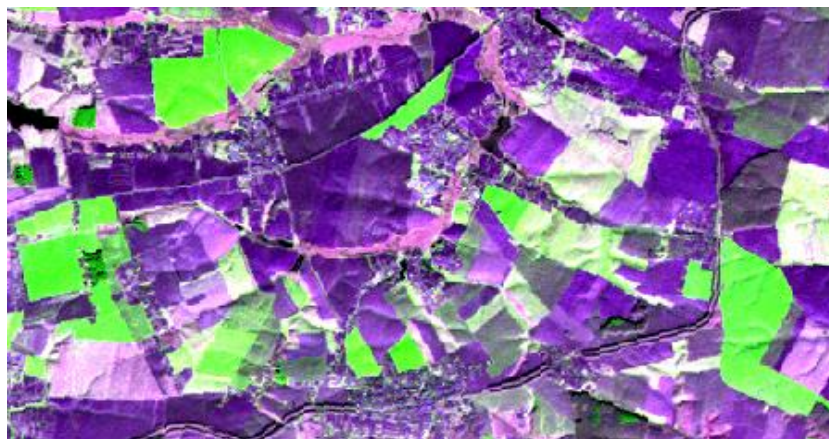


Рис. 1. Космічний знімок сегментації зображень агрохолдингу "Мрія": а – сегментація зображення Landsat-5 (2022 р.); б – виділення озимих культур Landsat-5 (2022 р.)

Метою сегментації є виділення областей, однорідних в певному заданому сенсі (сегментів). Однорідність є ознакою належності області до певного класу. Для сільськогосподарських угідь – виділення земель одного типу або з однаковим типом рослинності [6].

Сільськогосподарські угіддя та рослинність, яка проростає на них, характеризуються наявністю "малюнка" (текстури), що повторюється та складається з певних однорідних ділянок приблизно однакових розмірів.

При обробці даних ДЗЗ застосовуються три основні способи сегментації зображень: порогова, шляхом нарощування областей, шляхом виділення границь.

Для дешифрування сільськогосподарських угідь на аерокосмічних знімках найбільш підходить сегментація шляхом виділення границь, яка заснована на сегментації шляхом нарощування областей.

У способі сегментації шляхом нарощування областей, виділяються однорідні області із значенням яскравості (вектора яскравості). Схема алгоритму цього методу передбачає вибір стартового пікселя і розгляд суміжних з ним пікселів для перевірки близькості їх значень, наприклад, по евклідовій відстані. Якщо значення яскравості поточного і якогось суміжного пікселів виявляються близькими, то ці пікселі зараховуються в одну область. Таким чином, область формується в результаті зрощування окремих пікселів. На певному етапі (залежно від модифікації алгоритму) область перевіряється на однорідність і, якщо результат перевірки виявляється негативним, то область розбивається на більш дрібні ділянки. Процес продовжується до тих пір, поки всі виділені області не витримають перевірки на однорідність [7].

Алгоритм автоматизованого дешифрування сільськогосподарських угідь складається з наступних етапів:

- проведення сегментації вхідного зображення для максимального розділення класів (вибір необхідної комбінації каналів);
- автоматизоване оконтурювання сільськогосподарських угідь методом сегментації шляхом нарощування областей. Однорідність області перевіряється на рівні порогів трьох компонент RGB-композиту (для підвищення якості дешифрування можливе ручне встановлення даних порогів);
- збереження контурів в бінарному вигляді (0 – фон, 1 – поле);
- векторизація растрових полігонів, отримання векторного типу даних в форматі *.shp.;
- розрахунок площі і периметра сільськогосподарської ділянки та присвоєння ідентифікаційного номеру та внесення додаткової інформації;
- експорт отриманих векторів в базу геоданих, яку можливо використовувати для подальшої роботи в світових ГІС-стандартах.

На основі розробленого алгоритму за допомогою програмного забезпечення ArcGIS 10.2 було розроблено модуль автоматизованого дешифрування с/г "Agrocontrol" (рис. 2). Даний модуль дозволяє в автоматизованому режимі виділяти сільськогосподарські угіддя з подальшою векторизацією та можливістю створення бази геоданих.

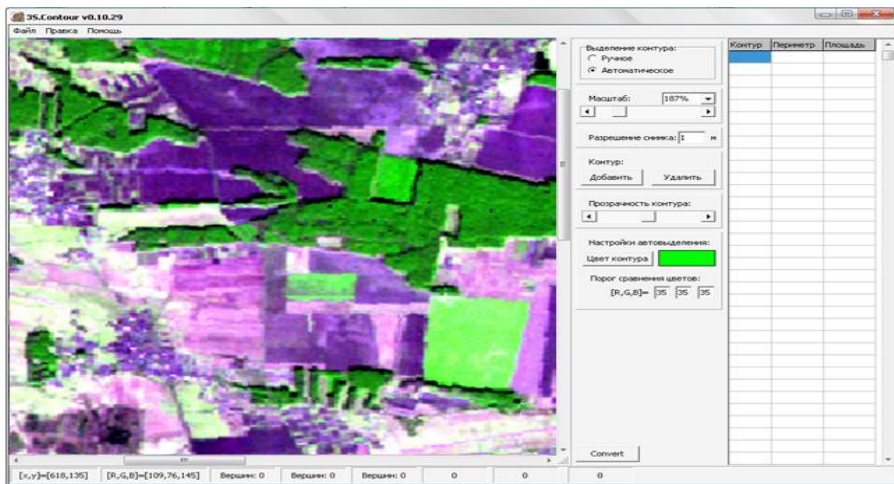


Рис. 2. Вигляд робочого вікна та результати дешифрування сільськогосподарських угідь з використанням модуля "Agrocontrol"

Висновки

Результати досліджень показали, що автоматизація процесу виділення сільськогосподарських структур на мультиспектральних зображеннях дає очікувані результати. Застосування розробленої технології оцінки антропогенного забруднення сільськогосподарських угідь, з використанням геоінформаційних технологій та даних ДЗЗ дозволяє:

- зменшити часові, фізичні і фінансові витрати на проведення еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів та оцінки їх екологічного стану;
- скоротити витрати праці, прискорити роботи з обстеження ґрунтів.

В дослідженнях визначено основні дешифрувальні ознаки різних типів сільськогосподарських угідь на аерокосмічних знімках, які дозволяють проводити контроль за веденням сільськогосподарської діяльності. Розроблений алгоритм дешифрування даних ДЗЗ та створений автоматизований модуль "Agrocontrol" в програмному забезпеченні ArcGIS 10.2 дозволяє зменшити час на створення цифрової карти поля та для проведення еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Красовський Г.Я., Трофимчук О.М., Крета Д.Л., Клименко В.І., Пономаренко І.Г., Суходубов О.О. Синтез картографічних моделей забруднення земель техногенним пилком з використанням космічних знімків // Екологія і ресурси. – К.: ПНБ, 2005. – №12. – С. 37–55.
2. Trofymchuk, O., Kalyukh, Y., Hlebchuk, H. [2013] Mathematical and GIS-modeling of landslides in Kharkiv region of Ukraine. Landslide Science and Practice: Spatial Analysis and Modelling. – Springer, Berlin, Heidelberg. 347–352.
3. Трофимчук О.М., Адаменко О.М., Триснюк В.М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду / Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; Івано-Франківський нац. тех. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2021. – 343 с. // ISBN 978-617-7468-53-9.
4. Машков О.А.; Триснюк В.М.; Мамчур Ю.В.; Жукаускас С.В.; Нігородова С.А.; Курило А.В. Новий підхід до синтезу відновлюючого керування для дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журн. – Івано-Франківськ : Симфонія форте. – 2019. № 1. (19) 2019. С. 69–77. <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/162108/03-Mashkov.pdf?sequence=1>
5. Триснюк В.М. Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно-модифікованих геосистем. Системи обробки інформації. – 2016. – №12. – С. 185–188. Index Copernicus.
6. Trysnyuk, V.M., Okhariev, V.O., Trysnyuk, T.V., Zorina, O.V., Kurylo, A.V., Golovan, Y.V., Smetanin, K.V., Radlowska, K.O. [2019] Improving the algorithm of satellite images landscape interpretation. 18th International Conference Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, Extended Abstracts.
7. V. Trysnyuk, T. Trysnyuk, V. Okhariev, V. Shumeiko, A. Nikitin. Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding. Centul Universitar Nord Din Bala Mare – UTPRESS ISSN 1582-0548, №1, 2018. С. 61–67.

Стаття надійшла до редакції 09.08.2023 і прийнята до друку після рецензування 30.10.2023

REFERENCES

1. Krasovsky, G.Ya., Trofymchuk, O.M., Kreta, D.L., Klymenko, V.I., Ponomarenko, I.G., & Sukhodubov, O.O. (2005). Synthesis of cartographic models of land pollution by man-made dust using space images. *Ecology and resources*, 12, 37-55 [in Ukrainian].
2. Trofymchuk, O., Kalyukh, Y., Hlebchuk, H. (2013). Mathematical and GIS-modeling of landslides in Kharkiv region of Ukraine. In *Landslide Science and Practice: Spatial Analysis and Modelling* (pp. 347-352). Springer, Berlin, Heidelberg.
3. Trofymchuk, O.M., Adamenko, O.M., & Trysnyuk, V.M. (2021). Geoinformation technologies for environmental protection of the nature reserve fund. Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine; Ivano-Frankivsk national technical University of Oil and Gas. Ivano-Frankivsk: Suprun V.P. [in Ukrainian].
4. Mashkov, O.A., Trysnyuk, V.M., Mamchur, Y.V., Zhukauskas, S.V., Nigorodova, S.A., & Kurylo, A.V. (2019). A new approach to the synthesis of restorative control for remotely piloted aerial vehicles for environmental monitoring. *Environmental safety and balanced resource use: science and technology journal*, 1(19), 69-77 [in Ukrainian].
5. Trysnyuk, V.M. (2016). Environmental safety management system of natural and anthropogenically modified geosystems. *Information processing systems*, 12, 185-188 [in Ukrainian].
6. Trysnyuk, V.M., Okhariev, V.O., Trysnyuk, T.V., Zorina, O.V., Kurylo, A.V., Golovan, Y.V., Smetanin, K.V., & Radlowska, K.O. (2019). Improving the algorithm of satellite images landscape interpretation. In *18th International Conference Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects*, Extended Abstracts.
7. Trysnyuk, V., Trysnyuk, T., Okhariev, V., Shumeiko, V., & Nikitin, A. (2018). Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding. *Centrul Universitar Nord Din Bala Mare*, 1, 61-67.

The article was received 09.08.2023 and was accepted after revision 30.10.2023

Триснюк Тарас Васильович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу прикладної інформатики Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України

Адреса робоча: 03186 Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3672-8242> **e-mail:** taras24t@gmail.com