

## ГЕОПРОСТОРОВА ПІДТРИМКА

УДК. 528.8

В.Зацерковний, д-р техн. наук, проф.,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ  
В.Бабій, ст. викладач,  
Національний авіаційний університет, Київ,  
А.Скоробагатько, студентка  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2020.44.50-53>

**ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДЕШИФРУВАННЯ КОСМОЗНІМКІВ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ  
(НА ПРИКЛАДІ КІПТІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)**

Історично склалось, що роль сільського господарства у нашій державі доволі велика, і останнім часом, після деякого спаду, зростає інтерес до цього сегмента економіки. Зазвичай це пов'язано зі зміною земельної політики України, у землі з'являється власник, який зацікавлений в її оптимальному використанні. Величезні території, що займають сільськогосподарські угіддя, доволі складно контролювати через недостатню кількість точних карт, нерозвинену мережу пунктів оперативного моніторингу, наземних станцій, зокрема і метеорологічних, відсутність авіаційної підтримки, у зв'язку з дорогим утриманням тощо. Крім цього, через різні природні процеси постійно змінюються межі посівних площ, характеристик ґрунтів і умов вегетації на різних полях і від ділянки до ділянки. Всі ці фактори перешкоджають отриманню об'єктивної оперативної інформації, необхідної для констатації поточної ситуації, її оцінки і прогнозування. А без цього практично неможливо збільшити виробництво сільськогосподарської продукції, оптимізувати використання земель, прогнозувати урожайність, зменшити витрати і підвищити рентабельність. За кордоном аналогічні проблеми успішно вирішують з використанням даних аеро- і космічного знімання, а також широким застосуванням засобів супутникової навігації під час моніторингу посівів і збору урожаю, для вивчення стану рослинного покриву і прогнозу продуктивності вирощуваних культур.

Сільськогосподарська галузь одна з найбільш перспективніших галузей України, для якої доцільно використовувати дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), які дають можливість отримати детальну та необхідну інформацію, яка значно спрощує роботу при проведенні досліджень та аналізу продуктивності сільськогосподарських земель. На космічних знімках добре відображаються межі посівних площ, є можливість відслідковування динаміки посівів, аналіз сівозміни культур та багато іншого. За результатами роботи сформовано ряд особливостей автоматизованого дешифрування космознімок сільськогосподарських угідь.

**Ключові слова:** дистанційне зондування Землі, дешифрування, сільське господарство.

**Постановка проблеми.** Сільське господарство є важливою стратегічною галуззю національної економіки яка забезпечує продовольчу безпеку та продовольчу незалежність нашої держави. Нині воно формує близько 60% фонду споживання населення, займаючи друге місце серед секторів економіки в товарній структурі експорту. При цьому сільське господарство тривалий період формує позитивне зовнішньоторгівельне сальдо України, формуючи 16-17% ВВП [1].

Для підвищення ефективності сільського господарства можна застосовувати безліч різних методів, одним з найактуальніших та найефективніших є ДЗЗ. Використовуючи дані ДЗЗ можна значно спростити роботу фахівцям, але цей метод є досить затратним, оскільки якісні космічні знімки доволі коштовні, а це унеможливорює використання усіма підприємствами галузі. Альтернативою можуть слугувати знімки з відкритого доступу, які поступають комерційним з точки зору розрізненості, але при цьому бути достатніми для розв'язання низки задач.

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур, якості продукції, економії наявних ресурсів у 20-тому сторіччі, як відомо, забезпечувалося завдяки використанню більш досконалих і економних сільгоспмашин, продуктивним сортам рослин, ефективним добривам та раціональним агротехнологічним прийомам.

На сучасному етапі застосування вищезгаданих, певною мірою, традиційних інструментів, нині не викликає сумнівів. Проте, резерви підвищення потенціалу продуктивності земель та покращання якості

продукції більшості з них, за виключенням технологій ноу-тілл, міні-тілл, стріп-тілл, враховуючи сучасний рівень розвитку науки і техніки, поступово наближаються до межі можливостей щодо його збільшення. А вартість ресурсів на виробництво продукції рослинництва: техніку, насіння, добрива, засоби захисту рослин мають тенденцію до постійного зростання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням розробки новітніх технологій, в тому числі застосування ДЗЗ, просвічені чисельні роботи науковців, зокрема: А.Малієнка, М.Шикіли, Г.Підлісецького, Я.Білоуська, А.Бурилка, П.Денисенка, В.Пітулька, В.Мартинса, С.Митина, Н.Краснощєкова, В.Россохи, Б.Рунова, В.Меселя-Веселяка, П.Саблука, В.Товстопята, В.Сайка та інших.

Незважаючи на велику кількість публікацій, питання підвищення ефективності землекористування ще далекі від свого розв'язку, є актуальними і потребують подальших досліджень.

**Мета статті** – аналіз технологій геоінформаційних систем (ГІС) та ДЗЗ, аналіз особливостей виконання автоматизованого дешифрування в програмному забезпеченні ENVI з використанням трьох методів автоматизованого дешифрування.

**Виклад основного дослідження.** Сільське господарство – одна з найперспективніших галузей для використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з метою підвищення інтенсифікації тваринницького і особливо рослинницького виробництва. Сільськогосподарські культури відмінно

відображаються на космічних знімках, вони нічим не приховані, однарусні, добре дешифруються як по текстурі, так і по спектральних характеристиках [2].

Сучасні дані ДЗЗ, перед усім космічні, володіють технічними можливостями, які дозволяють розв'язувати комплекс задач управління і страхування посівів, включаючи картування меж полів, моніторинг посівної і збиральної кампаній, аналіз землекористування, оцінку фітосанітарного стану і продуктивності сільськогосподарських культур тощо.

Дані ДЗЗ дають можливість замовникам одержувати актуальну інформацію про структуру, стан і характеристики сільськогосподарських земель та інших активів сільськогосподарського виробництва, а також стан і розвиток сільськогосподарських культур. Вони дозволяють розв'язувати і більш складні аналітичні задачі, наприклад прогнозування врожайності та розрахунок оптимальних доз добрив [3].

Для моніторингу та аналізу сільськогосподарських земель зручно застосовувати дані, за допомогою яких на підставі космічних знімків можна виявити не тільки типи сільськогосподарських культур, а також і ступінь засміченості, стан врожайності, точні межі полів, площі посівів тощо.

Для виконання автоматизованого дешифрування земель сільськогосподарського призначення була обрана територія Кіптівської об'єднаної територіальної громади, Козелецького району, Чернігівської області.

Територія в основному рівнина з невеликими пагорбами і западинами. На території громади також є болота, озера та значні площі вкриті лісами. 86% площі займають чорноземні ґрунти і частково піски. Розповсюджені лугові і солончаковий ґрунти. Заболочені місця зайняті болотними і торф'яно-болотними ґрунтами.

Більшість території зайнята ріллею, проте частку земель займають луки, які складають основні пасовищі і сіножні угіддя. Крім природної рослинності, великі простори зайняті полями, на яких вирощують сільськогосподарські культури (зернові, кормові, буряки, соняшники, кукурудзу).

Процес розпізнавання об'єктів, їх властивостей, взаємозв'язків за їхніми зображеннями на знімку іменується дешифруванням, яке буває польовим і камеральним. Камеральне ділиться на візуальне і автоматизоване [4].

Візуальне дешифрування виконується на око, виконавець, що бачить на знімку, те і дешифрує. Автоматизоване дешифрування виконується виконавцем за допомогою програмних комплексів за спеціальними алгоритмами. Автоматизоване дешифрування засноване на декількох методах, які

дозволяють згрупувати об'єкти за дешифрувальними ознаками.

При використанні мультиспектральних зображень часто застосовується метод кольорних перетворень. При виведенні на екран дисплея зображення в панхроматичному режимі одного каналу багатоспектрального знімка, воно буде представлено сірими тонами. Для отримання кольорового зображення в мультиспектральному режимі використовуються три канали багатоспектрального знімка – R (червоний), G (зелений), B (синій) [3].

Для виконання автоматизованого дешифрування вищевказаної території з порталу Landsat були завантажені актуальні космічні знімки території Кіптівської об'єднаної територіальної громади (ОТГ). В програмному забезпеченні ENVI, використовуючи метод кольорних перетворень і задаючи різні комбінації спектральних каналів даних Landsat, були визначені ступені вегетації сільськогосподарських культур (рис. 1).

Посівні площі на космічному знімку позначаються в червоному і світло-червоному кольорах. Світло-червоним кольором на відміну від темно-червоного виділялися поля з окремим видом сільськогосподарських культур. Більш темно-червоним кольором на знімку виділялися дрібні об'єкти лісових ділянок. Сірим кольором на знімку за серпень відображалися скошені сіножаті, чорним кольором відображаються об'єкти гідрографії: озера, річки, ставки. Відтінки темно-червоного кольору на космічному знімку характеризують високий вміст хлорофілу рослин, що і означає високий рівень вегетації. На таких територіях спостерігалася інтенсивна вегетація. Чорним кольором на знімку відображається територія з відсутністю вегетації, це могло бути викликано в наслідок відсутності рослинності на даній ділянці або ж рослинність була занадто густа або рідка [4].

Іншим діючим методом автоматизованого дешифрування яке використано в даному дослідженні роботи є індексні зображення. Значення яскравості кожного пікселя такого зображення визначається шляхом застосування арифметичних операцій над значеннями яскравості цього пікселя з різних каналів знімка. Для цілей сільського господарства використовуються такі індекси, як NDVI, MCARI, MATVI2 та інші, що розраховуються в програмному забезпеченні ENVI для автоматизованого дешифрування. Використовуючи знімок без кольорової обробки (рис. 2) чітко виділяються межі сільськогосподарських культур, оскільки сильно різняться площі сільськогосподарських культур за значеннями яскравості пікселів [4].

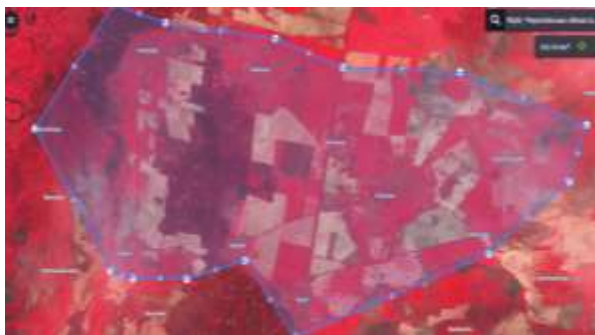


Рис. 1. Знімок території в штучних кольорах комбінації каналів 5-4-3 Landsat 8



Рис. 2. Виділення меж сільськогосподарських культур

На перетвореному зображенні (рис. 2) різними кольорами виділені території, отримані шляхом розрахунку вегетаційного індексу NDVI. Зеленим відображена густа та висока рослинність, жовтим поля з рослинністю і червоним кольором вказані відкриті ґрунти (голі орні землі).

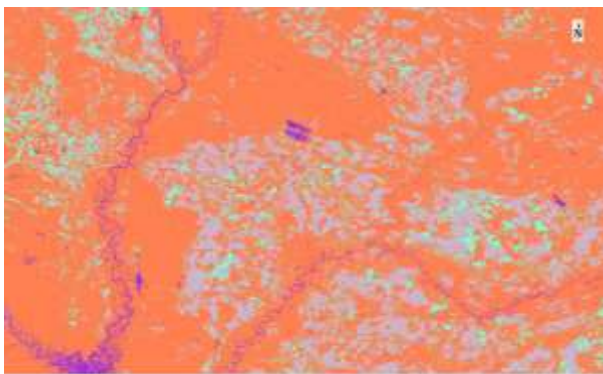
Метод класифікації ґрунтується це процесі автоматизованого підрозділу всіх пікселів знімка на групи (класи) з використанням кластерного аналізу. Існує класифікація без навчання та класифікація з навчанням [3].

Класифікації без навчання – процес, при якому розподіл пікселів зображення відбувається автоматично, на основі аналізу статистичного розподілу яскравості пікселів. Класифікація з навчанням являє собою процес, при якому відбувається порівняння значення яскравості кожного пікселя з еталонами, в результаті, кожен піксель відноситься до найбільш підходящого класу об'єктів. Класифікація без навчання виконується двома способами, при яких не потрібно будувати області інтересів. Вибравши будь-який із

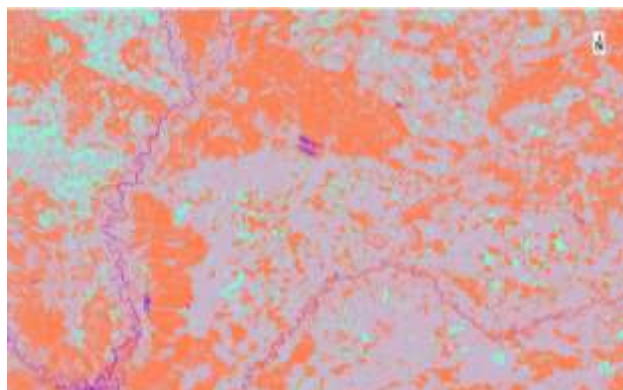
способів (ISODATA або K-means), зображення автоматично розділяються на класи, які можна забарвити в потрібні кольори.

Способи класифікації без навчання дозволяють розділити не тільки природні об'єкти, такі як ліси, озера, луки, а також сільськогосподарські угіддя на окремі види. Знаючи вегетаційні періоди сільськогосподарських культур, можна визначити види сільськогосподарських культур, які ростуть на ділянках посівних площ, також можна визначити площі посівів окремих видів сільськогосподарських культур і виявити їх межі. Класифікація з навчанням виконується різними способами: способом спектрального кута, мінімальної відстані, паралелепіпедів, максимальної правдоподібності, дистанції Махаланобіса і бінарного кодування [4].

Першим способом було обрано спосіб мінімальної відстані (рис. 3). Наступним використовувався спосіб максимальної правдоподібності (рис. 4). Результат був схожий на попередній, але більшість ділянок забарвилася в фіолетовий колір.



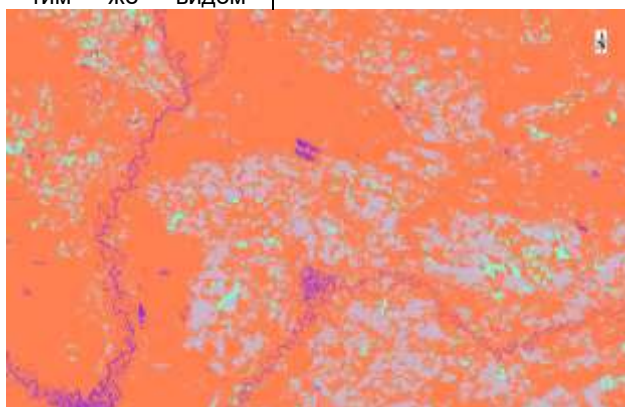
**Рис. 3. Використання класифікації методом мінімальної відстані**



**Рис. 4. Використання класифікації методом максимальної правдоподібності**

Далі використовуємо спосіб дистанції Махаланобіса (рис. 5). Цей спосіб, на відміну від попередніх, виділив ділянки блакитного кольору в один клас, який позначив посівні площі з одним і тим же видом

сільськогосподарських культур. Спосіб дистанції Махаланобіса дозволяє визначити точні межі земельних ділянок.



**Рис. 5. Використання класифікації методом дистанції Махаланобіса**

Наступним кроком було використання найбільш поширених класифікацій без навчання K-Means та ISODATA. Головна відмінність алгоритмів K-Means від ISODATA полягає в тому, що на стадії ініціалізації алгоритму ISODATA відбувається розподіл пікселів, а в

алгоритмі K-Means відбувається розподіл значень математичних очікувань. Саме цими двома алгоритмами й виконувалась класифікація (рис. 6, 7) [3].

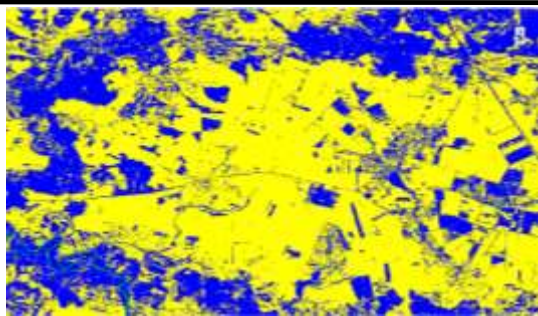


Рис. 6. Використання класифікації без навчання K-Means

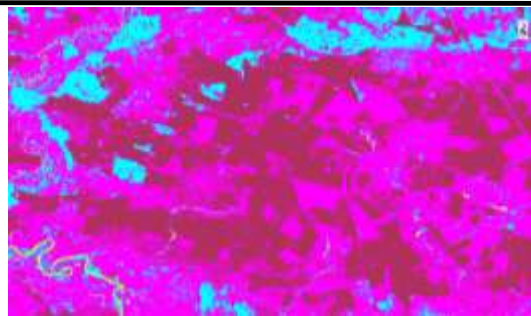


Рис. 7. Використання класифікації без навчання ISODATA

Аналізуючи два зображення, виконані різними способами класифікації без навчання, можна побачити, що в даному випадку при класифікації способом ISODATA межі видно набагато чіткіше. Після виконання автоматизованого дешифрування способами ISODATA і K-means методом класифікації без навчання необхідно перейти до виконання дешифрування методом класифікації з навчанням. Створені області інтересів були виділені в чотири класи, які відповідали за певний колір на космічному знімку [3].

**Висновки.** Проведене дослідження дає можливість зробити наступні висновки:

методика спільної обробки космічних зображень трьома і більше способами дозволяє підвищити достовірність автоматизованої обробки;

використання методики класифікації динаміки зображень у часі дає змогу виявити сільськогосподарські угіддя, схильні до процесів заростання деревами та чагарниками;

використання космознімків дозволяє сформувати навчальну вибірку об'єктів сільськогосподарських угідь;

доцільно використовувати дану методику для оцінки стану сільськогосподарських угідь на рівні об'єднаних територіальних громад;

використання методик порівняльної класифікації дає змогу з високою достовірністю розпізнати типи сільськогосподарських угідь: ріллі, багаторічних насаджень, перелогів, сіножатей і пасовищ.

#### Список використаних джерел.

1. Валова продукція усіх категорій господарства України [Електронний ресурс]: статистичний збірник. – URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) (дата звернення 10.04.2020).

2. Estel S., Kuemmerle T., Alcantara C., Levers C., Prishchepov A., Hostert P. Mapping Farmland Abandonment and Recultivation across Europe Using MODIS NDVI Time Series // Remote Sensing of Environment 2015. No. 163. P. 312–325.

3. Попов М.А. Методологія оцінки точності класифікації об'єктів на космічних знімках. *Проблеми управління і інформатики*. 2007. № 1. С. 97–103

4. Самсонова В.П., Кондрашкіна М.І., Кротов Д.В., Чічієва О.А. Розпізнавання заростаючих земель на знімках Landsat 8. *Проблем и агроекології та екології*. 2015. № 1. С. 53–57.

Надійшла до редколегії 29.09.2020

V.Zatserkovnyi, Ph.D. in Technical Science, Associate Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

V. Babi, Senior Lecturer, National Aviation University, Kyiv

A. Skorobagatko, student, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

## THE PECULIARITIES OF AUTOMATED DECODING OF SPACE IMAGES OF AGRICULTURAL LAND (ON THE EXAMPLE OF THE KIPTIV TERRITORIAL COMMUNITY)

*Historically, the role of agriculture in our country is quite large, and recently, after some decline, there's a growing interest to this segment of the economy. This is usually due to a change in Ukraine's land policy, with an owner appearing in the land who is interested in its optimal use. Huge areas of agricultural land are difficult to control due to a lack of accurate maps, an underdeveloped network of operational monitoring points, ground stations, including meteorological ones, a lack of aviation support due to expensive maintenance, and so on. In addition, due to various natural processes, the boundaries of sown areas, soil characteristics and growing conditions in different fields and from plot to plot are constantly changing. All these factors prevent the receipt of objective operational information necessary to ascertain the current situation, its assessment and forecasting. And without this it is almost impossible to increase agricultural production, optimize land use, forecast the harvest, reduce costs and increase profitability. Abroad, similar problems are successfully solved with the use of data from aerial and space imagery, as well as the widespread use of satellite navigation during crop and harvest monitoring, to study the state of vegetation and forecast the productivity of crops.*

*The agricultural sector is one of the most promising industries in Ukraine, for which it is advisable to use remote sensing data, which provide detailed and necessary information that greatly simplifies the work of research and analysis of agricultural land productivity. Space images well reflect the boundaries of sown areas, it is possible to track the dynamics of crops, analysis of crop rotation and much more. According to the results of the work, a number of features of automated decoding of agricultural lands were formed.*

**Key words:** remote sensing of the Earth, decryption, agriculture.