

**Всеукраїнський конкурс наукових студентських робіт
зі спеціальності «Науки про Землю (гідрометеорологія)»**

**Шифр
«Туман»**

**АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ НА
ЖИТОМИРЩИНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ КОСМІЧНОГО
ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ**

2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ЯК ОДИН ІЗ СУЧАСНИХ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАУКОВИХ НАПРЯМІВ	6
1.1. Особливості дистанційного зондування Землі.....	6
1.2. Методи дистанційного зондування Землі.....	6
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ З МЕТОЮ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ.....	10
2.1. Використання дистанційного зондування Землі при аналізі екологічного стану сільського господарства.....	10
2.2. Моніторинг екологічного стану водних об'єктів та виявлення джерел їх забруднення.....	13
2.3. Практичне використання програмного забезпечення для дослідження екологічного стану рослинності на Житомирщині.....	14
ВИСНОВКИ.....	17
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	19
ДОДАТКИ.....	20

ВСТУП

Стрімкий активний розвиток техніки з її різноманітним програмним забезпеченням – одна з характерних прикмет сучасного періоду розвитку суспільства. Однак те, що ще не так давно вважалось фантастикою, сьогодні, завдяки науково-технічному прогресу, все менше дивує людину. Більшість ще до недавня не зрозумілих пристроїв, зокрема, радари та лазери, давно перестали бути просто захоплюючими атрибутами фантастичних кінофільмів, як це було десятки років тому. Від коли наука зробила гігантський крок уперед, ці інновації широко використовуються для дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Дистанційне зондування (ДЗ) – процес, завдяки якому можна отримати інформацію про об'єкт (територію або явище) за даними вимірювань, зроблених на відстані від об'єкта без безпосереднього контакту з ним [1].

Методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) мають широку сферу застосування. Наприклад, за допомогою ДЗЗ здійснюється моніторинг і оцінка стану довкілля, відбувається спостереження за глобальними змінами, за відновлюваними природними ресурсами, сільським господарством та іншими галузями промисловості тощо. Крім того, ДЗЗ застосовують для розвідки у військовій галузі, ЗМІ, картографії та ін.

Завдяки останнім досягненням у галузі створення та застосування штучних супутників Землі (ШСЗ), що несуть системи датчиків стеження за нашою планетою, стало можливим використання величезної кількості фотографій та інших видів інформації про поверхню Землі, які допоможуть у вирішенні таких завдань, як зниження гострої нестачі продуктів, управління й контроль за забрудненням навколишнього середовища, збільшення запасів природних ресурсів і планування зростання міст. З огляду на це, супутникові дані мають велике значення за умови, що їх великий обсяг швидко й економічно буде зведений до корисної інформації. Сучасні швидкодіючі цифрові ЕОМ добре пристосовані для вирішення завдань скорочення даних, а злиття таких обчислювальних методів із новими системами спостереження вже дозволило отримувати точну поточну інформацію про навколишній світ. Результат синтезу – кількісний метод дистанційного зондування.

Основою сучасних дистанційних досліджень є цифрова обробка, де шифрування та геологічна інтерпретація матеріалів космічних зйомок (МКЗ) залежно від особливостей знімальної апаратури, а також від ландшафтних і геологічних умов територій, що вивчаються.

Крім того, досить актуальною у наш час є географічна інформаційна система (ГІС), що забезпечує збирання, зберігання, опрацювання, доступ, відображення і поширення просторово координованих даних. Інформацію у середовищі ГІС подають у вигляді електронних карт, які налічують графічну складову (меж і територій або місце розташування об'єктів) і пов'язану з ними атрибутивну інформацію (текстову, числову та аудіо візуальну). ГІС-технології останніми роками активно впроваджують у різні галузі господарства, у системи державного і корпоративного управління, в науку та освіту, адже близько 80% інформації сучасного суспільства має географічну складову (координатне прив'язування до конкретної території або до її моделі – карти). Обсяг такої інформації з кожним роком збільшується, а вимоги до її опрацювання для обґрунтування ухвалення управлінських рішень стають що раз жорсткішими. Сьогодні ефективний і оперативний аналіз такої інформації вже неможливий без використання сучасних досягнень геоінформаційних технологій, що є підґрунтям для проведення досліджень з використанням можливостей дистанційного зондування Землі.

Об'єкт дослідження: дистанційне зондування Землі з космосу.

Предмет дослідження: методи та технології дистанційного зондування Землі.

Мета дослідження: дослідити екологічну ситуацію на Житомирщині за допомогою сучасних технологій дистанційного зондування Землі.

Завдання дослідження: розглянути сучасні технології дистанційного зондування Землі та можливості їх використання з метою дослідження та аналізу екологічної ситуації в певному регіоні.

У процесі дослідження було розглянуто такі аспекти:

- Дистанційне зондування Землі;
- Дистанційне зондування під час проведення моніторингу;

- Методи та способи виявлення не використовуваних та нераціонально використовуваних земель;
- застосування космічних знімків для виявлення нераціонально використовуваних земель.

Методи дослідження: аналітичний, пошуковий, спостереження.

РОЗДІЛ 1

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ЯК ОДИН ІЗ СУЧАСНИХ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАУКОВИХ НАПРЯМІВ

1.1. Особливості дистанційного зондування землі

Дистанційне зондування дає змогу збирати дані з небезпечних або важко доступних місць, що стає все більш актуальним у сучасному суспільстві, оскільки ДЗЗ забезпечує швидке та повторюване покриття надзвичайно великих територій для повсякденних застосувань: від прогнозів погоди – до звітів про стихійні лиха чи зміну клімату.

Прикладами застосування дистанційного зондування можуть бути моніторингові дані щодо вирубки лісів (наприклад, у Житомирській області); стану льодовиків у Арктиці й Антарктиці, тощо.

ДЗЗ також приходить на заміну дорогим та порівняно повільним методам збирання інформації з поверхні Землі, одночасно гарантуючи невтручання людини в природні процеси на територіях або об'єктах.

За допомогою орбітальних космічних апаратів вчені мають можливість збирати та передавати дані в різних діапазонах електромагнітного спектру, що, у поєднанні з більш масштабними повітряними та наземними вимірами й аналізом, забезпечує необхідний спектр даних для моніторингу актуальних явищ і тенденцій, та отримувати інформацію про інші природні феномени, як у короткотривалій, так і у довгостроковій перспективі.

Дистанційне зондування також має прикладне значення у сферах геологічних наук (наприклад, природокористування), сільського господарства (використання та збереження природних ресурсів), національної безпеки (моніторинг прикордонних областей) і в багатьох інших галузях.

1.2. Методи дистанційного зондування Землі

Методи дистанційного зондування засновані на тому, що будь-який об'єкт

випромінює та відбиває електромагнітну енергію, відповідно до особливостей його природи.

Відмінності в довжинах хвиль та інтенсивності випромінювання можуть бути використані для вивчення властивостей віддаленого об'єкта без безпосереднього з ним контакту.

Серед найбільш актуальних і результативних методів ДЗЗ можна виділити наступні:

1) Фото знімки.

Фотографічні знімки поверхні Землі отримують з пілотованих кораблів і орбітальних станцій або з автоматичних супутників. Відмінною рисою ДЗЗ є високий ступінь оглядовості, охоплення одним знімком великих площ поверхні.

Залежно від типу застосовуваної апаратури, фотографування може проводитися в усьому видимому діапазоні електромагнітного спектру, в окремих його зонах, а також у ближньому інфрачервоному (ІЧ) діапазоні.

Масштаби зйомки залежать від двох найважливіших параметрів: висоти зйомки та фокусної відстані об'єктива. Космічні фото апарати, в залежності від нахилу оптичної осі, дозволяють отримувати планові та перспективні знімки земної поверхні [2].

У сучасній науці використовується фото апарату раз високою роздільною здатністю, що дозволяє отримувати якісні знімки з перекриттям 60% і більше. Спектральний діапазон фотографування охоплює видиму частину близької інфрачервоної зони (до 0,86 мкм).

Відомі недоліки фотографічного методу пов'язані з необхідністю повернення плівки на Землю та обмеженим її запасом на борту, однак, не зважаючи на це, фотографічна зйомка – на разі найінформативніший вид зйомки з космічного простору. Оптимальний розмір відбитка – 18 x 18 см, оскільки, як показує досвід, він узгоджується з фізіологією людського зору, дозволяючи бачити все зображення одночасно.

Для зручності користування з окремих комп'ютерних знімків, що мають перекриття, монтуються фотосхеми (фото мозаїки) або фотокартки з топографічною

прив'язкою опорних точок точністю 0,1 мм та точніше. Для монтажу фото схем використовуються лише планові знімки.

Для приведення різномаштабного, зазвичай перспективного комп'ютерного знімку до планового використовується спеціальний процес, що називається трансформуванням.

Трансформовані комп'ютерні знімки з успіхом використовуються для складання космічних фотосхем та космічних карток і зазвичай легко прив'язуються до географічної сітки координат [3].

2) Сканери.

У наш час для зйомок з космосу найчастіше використовуються багато спектральні оптико-механічні системи-сканери, встановлені на штучних супутниках Землі різного призначення. За допомогою сканерів формуються зображення, що складаються з множини окремих, послідовно одержуваних елементів. Термін «сканування» позначає розгорнення зображення за допомогою скануючого елемента, який розгойдується, або дзеркала, що обертається, по елементно переглядаючи місцевість ширини руху носія та посилаючи потік променів у об'єктив і далі – на точковий датчик, що перетворює світловий сигнал на електричний.

Цей електричний сигнал надходить на приймальні станції каналами зв'язку. Зображення місцевості одержують безперервно на стрічці, що складається зі смуг – сканів, складених окремими елементами – пікселями. Скановані зображення можна отримати в усіх спектральних діапазонах, але особливо ефективними є видимий та ІЧ-діапазони. Під час зйомки земної поверхні за допомогою скануючих систем формується зображення, кожному елементу якого відповідає яскравість випромінювання ділянки, що знаходиться в межах миттєвого поля зору.

Скановане зображення – впорядкований набір даних, переданих по радіо каналах на Землю, що фіксуються на магнітну стрічку (в цифровому вигляді) й потім можуть бути перетворені на кадрову форму.

Найважливішою характеристикою сканера є кут сканування (огляду) та миттєвий кут зору, від величини якого залежать ширина смуги, що знімається, і розширення.

Залежно від величини цих кутів сканери ділять на точні та оглядові.

У точних сканерів кут сканування зменшують до $\pm 5^\circ$, а у оглядових – збільшують до $\pm 50^\circ$. Величина дозволу при цьому обернено пропорційна ширині знімку смуги.

Добре зарекомендував себе сканер нового покоління, названий «тематичним картографом», яким були оснащені американські супутники Landsat 5 та Landsat 7. Сканер типу «тематичний картограф» працює в семи діапазонах із роздільною здатністю 30 м у видимому діапазоні спектру та 120 м – у ІЧ-діапазоні. Цей сканер дає великий потік інформації, обробка якої потребує більшого часу, у зв'язку з чим уповільнюється швидкість передачі зображення (кількість пік селів на знімках досягає понад 36 млн. на кожному із каналів).

Скануючі пристрої можуть бути використані не тільки для отримання зображень Землі, але й для вимірювання радіації (скануючі радіометри) та випромінювання (спектрометри, що сканують).

3) Радарні зйомки.

Радіолокаційна (РЛ) або радарна зйомка – найважливіший вид дистанційних досліджень. Вона використовується в тих умовах, коли безпосереднє спостереження поверхні планет ускладнено різними природними умовами: щільною хмарністю, туманом тощо. Ця зйомка може проводитись у темний час доби, оскільки є активною.

Методи дистанційного зондування є одним із пріоритетних напрямків розвитку технічної науки, оскільки дані дистанційного зондування дозволяють прогнозувати появу тих чи інших подій і подальший їх розвиток, а також більш оперативно приймати рішення щодо ліквідації цих подій та їх наслідків.

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ З МЕТОЮ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ

2.1. Використання дистанційного зондування Землі при аналізі екологічного стану сільськогосподарства

Актуальним питанням у галузі сільськогосподарства станом на сьогодні є збереження та підвищення родючості ґрунтів. Вирішення цієї проблеми, безумовно, сприятиме збільшенню врожайності та зростанню виробництва сільськогосподарських культур. Проте прояви ерозії, дефляції, засолення, заболочування, не цільового використання сільськогосподарських угідь та їх антропогенне забруднення негативно впливають на якісні характеристики ґрунту. Щоб здійснювати якісний аналіз екологічного стану сільськогосподарських угідь, застосовують методи дистанційного зондування Землі.

Аналіз екологічного стану сільськогосподарських угідь – важлива процедура в аграрній галузі, необхідна для миттєвого виявлення та запобігання наявних порушень сільськогосподарських земель. Вона здійснюється у два етапи:

- 1) Оцінка існуючого природного екологічного фону;
- 2) Оцінка антропогенного впливу.

Саме на другому етапі визначається характер негативних змін та інтенсивність антропогенного впливу на сільськогосподарські угіддя.

Для ефективного проведення зазначеної процедури необхідна актуальна й достовірна інформація про досліджувані об'єкти, джерело якої є дані дистанційного зондування Землі [4], що вважається одним з найдієвіших та най достовірніших способів спостереження за поверхнею Землі за допомогою авіаційних і космічних засобів, оснащених різною знімальною апаратурою.

У наші дні ДЗЗ – це різноманіття передових методів отримання зображень, починаючи зі знімків із геостаціонарних супутників, що охоплюють практично цілу півкулю, і закінчуючи аерозйомками ділянки в кілька сотень квадратних метрів.

Зазначені методи носять оперативний характер збору й обробки інформації; вони дозволяють визначати позитивні та негативні сторони впливу на сільськогосподарські угіддя, а також вивчати структуру й динаміку зміни їх стану [5].

За допомогою методів ДЗЗ можна отримувати актуальну інформацію про великі площі віддалених і важко доступних ділянок, при цьому повністю виключаючи будь-які наземні обстеження, що ґрунтуються на взятті проб ґрунтів і встановленні їх забруднення (рис.2.1) (Додаток А).

Для аналізу екологічного стану сільськогосподарських угідь використовують дані ДЗЗ, отримані в результаті зйомки літальних повітряних та космічних апаратів, а також наземних станцій [6]. Види таких зйомок представлені на (рис. 2.2) (Додаток Б).

Фотографічна зйомка ґрунтується на застосуванні фотоапаратів для отримання відбитків на фотоплівці, яку згодом відправляють на Землю з метою обробки та отримання планових і перспективних знімків.

При здійсненні *телевізійної зйомки* застосовуються телевізійні камери або скануючі пристрої.

При *багатозональній зйомці* використовують фотографічні, електронно-оптичні системи, що сканують. При цьому знімки отримують у різних зонах спектру. *Спектрометрична зйомка* виконується за допомогою приладів-спектрографів,

Які вимірюють коефіцієнти спектральної яскравості природних об'єктів щодо зразка.

Ультрафіолетова зйомка заснована на використанні спеціальних джерел випромінювання та фото помножувачів як приймачів.

Сутність *радіолокаційної зйомки* полягає у вивченні розташування та властивостей об'єктів Землі, незалежно від погодних умов та часу доби. Ця зйомка заснована на передачі та прийомі сигналів випромінюючою антеною з подальшим перетворенням їх у зображення.

Теплова (інфрачервона) зйомка є методом дистанційного зондування Землі, заснованим на детекції теплових аномалій та фіксації теплового випромінювання

поверхні Землі, що визначаються як власною температурою об'єктів, так і відбитим сонячним випромінюванням.

Радіотеплова зйомка реєструє випромінювання природних об'єктів у мікрохвильовому діапазоні електромагнітного спектра.

Воснові *лазерної зйомки* закладено принцип роботи світловиміру без відбивача. Це лазерна локація, де відбивачем є поверхня об'єкта, що знімається [7].

Для оцінки стану сільськогосподарських угідь використовується телевізійна, радіотеплова, радіолокаційна зйомка.

Матеріали зйомки дистанційного зондування Землі є космічними знімками середнього, високого та надвисокого просторового дозволу. На рис. 2.3-2.5 (Додаток В) представлені результати космічної зйомки, на основі якої здійснюється виявлення сільськогосподарських угідь, що не використовуються (закинутих). На цьому етапі невід'ємною частиною дослідження є процес дешифрування – розпізнавання об'єктів на місцевості шляхом виявлення їх змісту з позначенням в умовних знаках якісних і кількісних характеристик. Приклад виявлення невикористаних (закинутих) сільськогосподарських угідь за допомогою ДЗЗ дозволяє побачити результат дешифрування у вигляді умовних знаків – присвоєння кольорів покладам і полям, що не обробляються, а також сільськогосподарським культурам, що виростають на ділянці, яка вивчається (рис. 2.3-2.5) (Додаток В). Отримані матеріали дозволяють своєчасно виявляти нераціональне використання сільськогосподарських земель та усувати порушення.

На рис. 2.6-2.8 (Додаток Г) представлені приклади космічних знімків, на підставі яких виявляють екологічні проблеми сільськогосподарського землекористування. На рис.2.6 (Додаток Г) чітко простежується вид ерозії та напрямок її поширення, а на рис.2.7-2.8 (Додаток Г) за різночасовими ультиспектральними космічними знімками надвисокої роздільної здатності можна визначити ступінь ерозії ґрунтів. Вочевидь, що на цьому прикладі чітко простежується негативна тенденція прояви ерозії.

На рис. 2.9 (Додаток Д) помітним є негативний вплив стоків тваринницьких комплексів на сільськогосподарські угіддя, спричинений неефективними

землепорядними рішеннями (розміщенням уловлювальних водойм та очисних споруд без урахування впливу рельєфу). Дані дистанційного зондування, що отримуються за допомогою знімального обладнання, дозволяють вирішити комплекс завдань у галузі сільського господарства: від встановлення меж земель сільськогосподарського призначення – до аналізу ступеня використання площ і оцінки стану культур та прогнозу їх врожайності [8].

Визначення областей, зайнятих під різні сільськогосподарські культури, ґрунтується на кількісному аналізі найдрібніших відмінностей у їх спектральних характеристиках. Найчастіше для такого аналізу використовують чисельні методи, а оцінка площі посівів чи насаджень проводиться в кілька етапів: спочатку, використовуючи дані польових спостережень, на знімку виділяються області, зайняті відомими сільськогосподарськими культурами, потім для кожної області визначають її спектральний еталон і проводять класифікацію знімках на основі навчальних вибірок.

2.2. Моніторинг екологічного стану водних об'єктів і виявлення джерел їх забруднення

Важливим напрямом застосування даних ДЗЗ із космосу є моніторинг екологічного стану водних об'єктів і виявлення джерел їх забруднень. Технологія такого моніторингу включає попередню обробку космічних знімків (радіометричне калібрування, атмосферну корекцію) та їх автоматизоване дешифрування (спектральні класифікації, обчислення індексів, автоматичну векторизацію).

Екологічний стан водного об'єкта характеризується низкою ознак, які краще чи гірше проявляють себе на космічних знімках. Найбільш перспективним вважається аналіз гіперспектральних і меншою мірою – мультиспектральних знімків, за якими добре виявляються та кількісно вимірюються обсяги механічних суспензій і біогенних елементів. Для більшості водойм, наприклад, актуальна проблема погіршення властивостей води внаслідок евтрофування – різкого підвищення біологічної продуктивності зелених водоростей, що призводить до негативних наслідків для всієї екосистеми водойми. Виявити наявність цього

процесу та стадії його розвитку можливо, вивчаючи зміни спектральних характеристик на серії гіперспектральних чи мультиспектральних знімків.

Хімічний склад водойм можна визначити за непрямими ознаками. Наприклад, описане вище їх біологічне забруднення обумовлене накопиченням у водній масі так званих біогенних речовин – сполук фосфору й азоту, і саме це стає фактором різкого зниження кисню у воді, підвищення рН, випадання в осад карбонату кальцію та гідроксиду магнію. Вміст цих речовин має пряму або зворотну просторову кореляцію з об'ємом біологічної суспензії та на основі вибіркового відбору проб на хімічний аналіз, що може бути оцінено та зафіксовано картографічними методами по всій акваторії водойми. Це відноситься й до співвідношень концентрацій механічних суспензій, що потрапляють у водойму з промислового стоку з вмістом техногенних хімічних речовин, наприклад, мікроелементів. Знаючи концентрацію суспензії та типовий вміст у ній того чи іншого елемента (визначені шляхом відбору проб), можна побудувати карту розподілу елемента у приповерхневому шарі води.

У роботі представлені результати моніторингу екологічного стану водних об'єктів за допомогою даних супутників ДЗЗ (рис.2.10) (Додаток Е).

2.3. Практичне використання програмного забезпечення для дослідження екологічного стану рослинності на Житомирщині

Станом на сьогодні в галузі обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) спостерігається сплеск активності: створюються нові програмні комплекси, модернізуються методи обробки зображень високої роздільної здатності.

Одним із прикладів використання ПЗ для проведення ДЗЗ є програмний засіб QGIS (рис. 2.11) (Додаток Ж), який був використаний для обробки даних дослідження при визначенні динаміки стану рослинного покриву території Житомирської області на основі супутникових знімків із застосуванням нормалізованого вегетаційного індексу.

Метою роботи стало дослідження динаміки зміни зелених насаджень у частині Житомирської області за період 2017-2019 рр.

Завдання дослідження – розрахунок нормалізованих диференційних

вегетаційних індексів (NDVI), необхідних для аналізу рослинності, – простих показників біомаси, активної для фотосинтезу. Використання NDVI допомагає відрізнити рослинність та інші типи земних покривів і визначити їх загальний стан. Крім того, це дозволяє виділити і візуалізувати на карті ділянки, покриті рослинністю, а також виявити аномальні зміни в процесі росту.

Основним джерелом матеріалів ДЗЗ в межах дослідження є архів Геологічної служби EO Browser (рис. 2.12) (Додаток К) супутникові знімки знімальних систем Sentinel-2.

У процесі виконання дослідження були використані такі методи: картографічний, метод порівняльного аналізу, описовий. Крім того, для уточнення просторової інформації використовувалися загальнодоступні композитні зображення Google.

Об'єктом дослідження стали зелені насадження в межах частини Романівського району Житомирської області. Отримані результати дослідження можна побачити на карті, що демонструє динаміку зміни зелених насаджень у частині Житомирської області за період 2017-2019 рр. (рис.2.13-2.14) (Додаток Л).

Загалом для частини території Житомирської області було зроблено прогнозій визначено зниження площі рослинності у зв'язку з вирубуванням старих зелених насаджень без висадки нових порід.

Слід зазначити, що будь-які вегетаційні індекси не дають абсолютних показників досліджуваної властивості, а їх значення залежать від характеристик сенсора (ширини спектральних каналів, роздільної здатності тощо), умов зйомки, освітленості, стану атмосфери. Вони дають лише відносні оцінки властивостей рослинного покриву, які можуть бути інтерпретовані та із залученням польових даних перераховані як абсолютні.

Таким чином, створення різних карт з використанням геоінформаційних технологій та даних дистанційного зондування Землі в сучасному світі є необхідним для вирішення та спрощення способів картографування, а також геоінформаційних технологій у природничих галузях знань.

ВИСНОВКИ

Дистанційне зондування має значний потенціал щодо надання інформації про стан біологічного різноманіття та екосистемних послуг і вплив на них у різних просторових і часових масштабах.

ДЗ вже давно перетворилося із спостережної дисципліни на повноцінного постачальника інформації практично для всіх сфер людської діяльності, а якщо сприймати його як підсистему більш глобальних інформаційних ресурсів, – то і на основний механізм прийняття управлінських рішень.

У вирішенні прикладних завдань майже завжди існує соціальний запит надані, що легко аналізуються. Отримання такої інформації, навпаки, є не завжди очевидним, що викликає питання про формування шляхів її створення, наприклад, за допомогою комбінування даних з існуючих систем та класифікованих знімків за допомогою операцій математичної обробки. Алгоритми й методи класифікації, що застосовуються в ДЗЗ, часом вимагають великих, складних і тривалих процесів, проте ці проблеми поступово долаються новими досягненнями науки.

Розширення спектра прикладних завдань, що вирішуються з використанням засобів ДЗЗ, та значне зростання обсягів оброблюваної інформації, яка отримується з їх застосуванням, вимагають розробки та впровадження сучасних методів і технологій для ефективної обробки даних, що надходять. Великі програмні комплекси, наявні на ринку геоінформаційних систем, активно розвиваються та розширюють свій функціонал: інформаційні дані про можливості систем зондування в повному обсязі наявні у вільному доступі, при цьому дослідники та розробники програмного забезпечення шукають шляхи підвищення ефективності обробки даних ДЗЗ, застосовуючи технології високопродуктивних обчислень.

Методи та алгоритми, що розробляються, спираються на найбільш сучасні та актуальні рішення: застосовуються як технології паралельного програмування для багато ядерних та /або багато процесорних систем, такі розподілені обчислення, хмарні та GPGPU-технології. Застосування таких технологій та сучасних методів інтелектуальної обробки даних дозволяє суттєво знизити тим часові витрати на вирішення прикладних завдань, пов'язаних з обробкою великих обсягів даних ДЗЗ,

а також відкриваємо живості для використання більшої кількості алгоритмів, дозволяючи отримати більш точні результати.

Значний інтерес у дослідників викликає розробка та застосування методів обробки, побудованих з використанням інформаційних нейронних систем. Це обумовлюється тим, що використання штучних нейронних мереж дозволяє отримати досить високу якість обробки інформації, що надходить. Крім того, архітектура ІНС має високий рівень паралелізму, а отримані рішення найчастіше є більш гнучкими і можуть застосовуватися при вирішенні цілого ряду завдань, пов'язаних з обробкою графічної та відео інформації. Знаходить своє застосування і FPGA-технологія, здатна забезпечити побудову високопродуктивних рішень безвикористання ресурсів наземних комплексів обробки даних, що дозволяє значно підвищити автономність БПЛА.

Аналіз сучасного стану досліджень у предметній області показує, що розвиток технологій обробки даних ДЗЗ йде шляхом розробки більш високорівневих, інтелектуальних методів, пропонуючи кінцевому користувачеві рішення, що дозволяють значною мірою автоматизувати процес обробки даних під час вирішення прикладних завдань.

Таким чином, використання технологій дистанційного зондування Землі в сучасному світі є необхідним для вирішення та спрощення способів картографування, а також геоінформаційних технологій у природничих галузях знань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Химич Г. Дистанційне зондування Землі. Лекційний матеріал для дисциплін «Системи супутникового зв'язку», «Системи зв'язку з рухомими об'єктами». Тернопіль: ТНТУ, 2012. 58с.
2. Jain K. Data clustering: 50 years beyond K-means. // Pattern Recognition Letters. 2010. № 31. P. 651–666.
3. Карашаєва А. Використання аеро- та космічних знімків при агроландшафтних дослідженнях: Збірник матеріалів. 2016. С. 182-184.
4. Лаверов Н. Методи аналізу дистанційного зондування Землі // Сучасні проблеми дистанційного зондування Землі із космосу. 2015. Т. 12. № 6. С. 145-153.
5. Космічний моніторинг у сільському господарстві. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sovzond.ru/files/bro%D1%81hure-sx.pdf> (дата звернення: 26.09.2022).
6. Супутниковий моніторинг в сільському господарстві. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://agroelita.info/suputnykovyj-monitoryng-u-silskomu-gospodarstvi/> (дата звернення: 26.09.2022).
7. Дворкін Б.А. Європейська програма GMES і групування супутників ДЗЗ Sentinel // Геоматика. 2011. № 3. С. 14-26.

ДОДАТКИ

Додаток А

Переваги ДЗЗ



Рис.2.1

**Зйомки, що застосовуються до аналізу екологічного стану
сільськогосподарських угідь**



Рис.2.2

Приклади виявлення та картографування не використовуваних сільськогосподарських земель

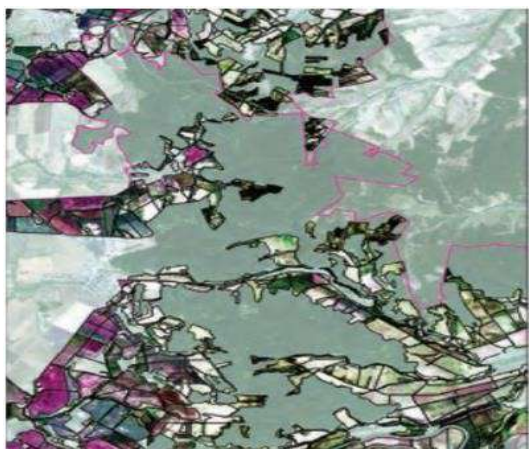


Рис.2.3

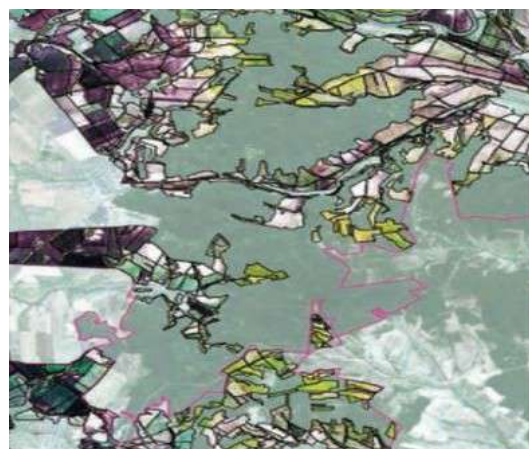


Рис. 2.4

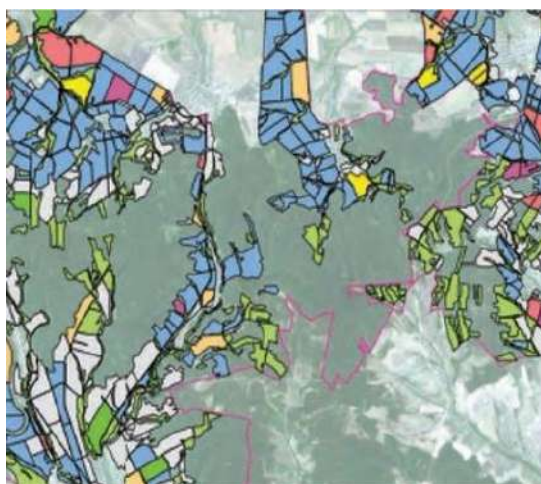










Рис.2.5

-  Поклади і необроблені поля
-  Луги, пасовища та сінокоси
-  Багатолітні рослини
-  Озимі (пшениця, ріжки)
-  Просапні (кукурудза, картопля, буряк)
-  Чистий пар
-  Ярові (пшениця)
-  Ярові (ячмінь)

Приклад встановлення негативного впливу на сільськогосподарські угіддя
(прояв яружно-балкової ерозії) за допомогою ДЗЗ

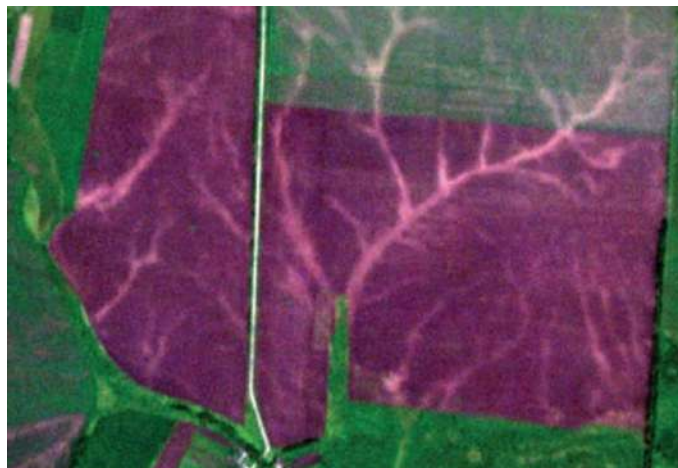


Рис.2.6



Рис.2.7



Рис.2.8

- | | | | |
|---|--------------------|---|-----------------------|
|  | Нееродовані |  | Сильно еродовані |
|  | Середньо еродовані |  | Дуже сильно еродовані |
|  | Слабко еродовані | | |

**Негативний вплив стоків тваринницьких комплексів
на сільськогосподарські угіддя**



Рис.2.9

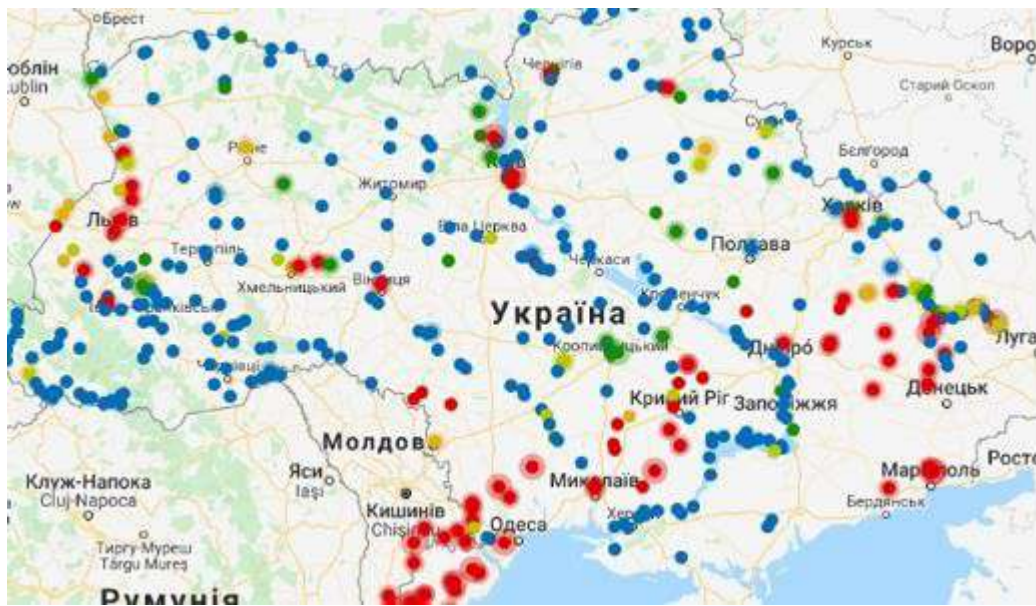


Рис.2.10



Норма



У межах норми



Відхилення



Значні відхилення

ПЗ QGIS

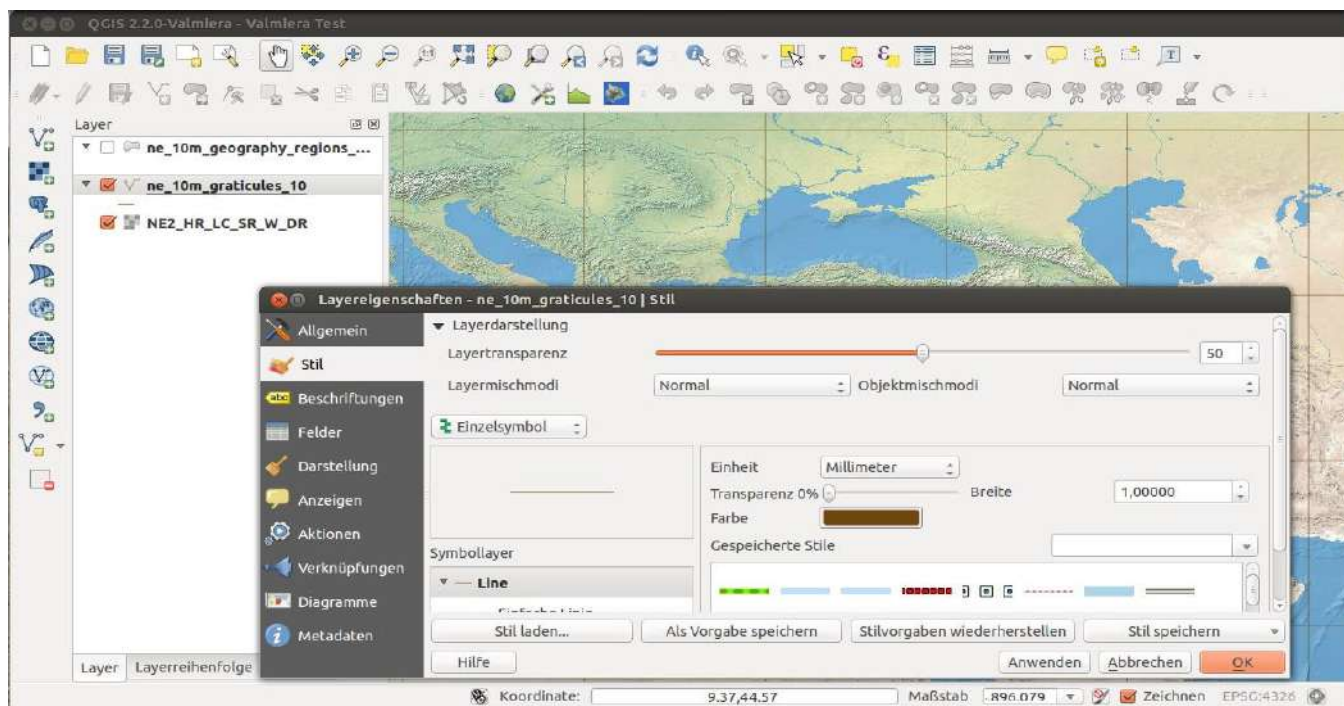


Рис.2.11

EO BROWSER

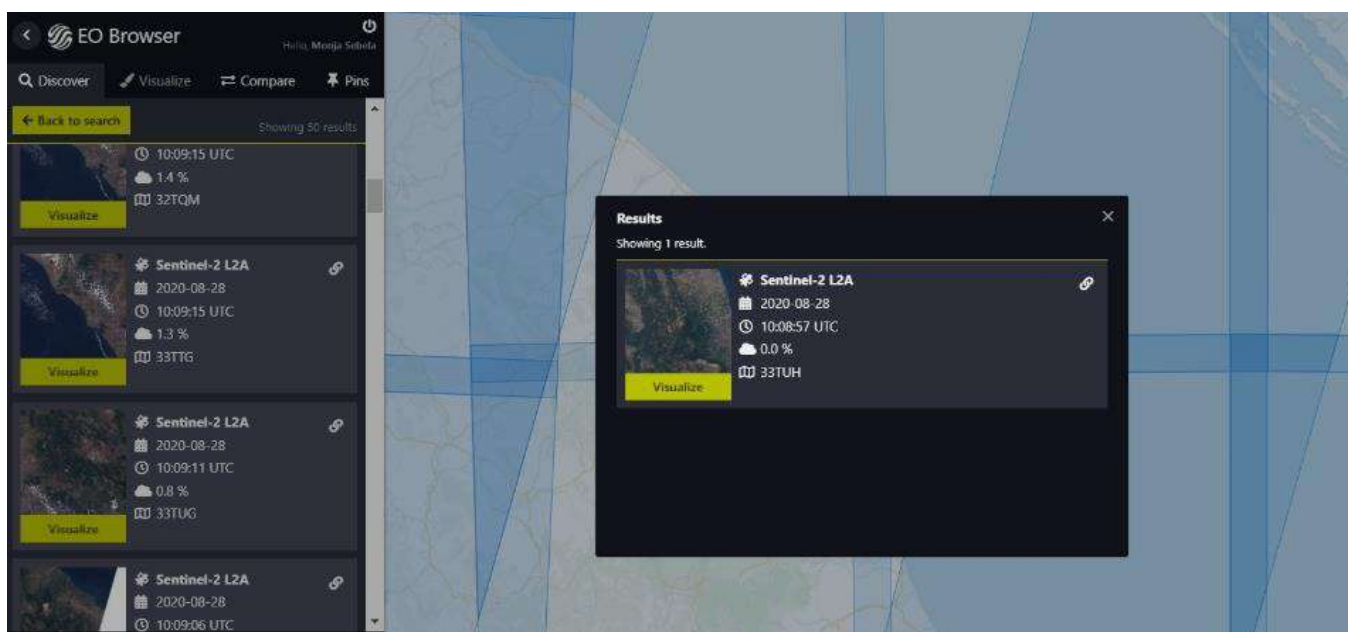


Рис.2.12

Динаміка зміни зелених насаджень у частині Житомирської області
за період 2017-2019 рр.



Рис. 2.13



Рис. 2.14

АНОТАЦІЯ

Актуальність дослідження. Дистанційне зондування (ДЗ) – процес, завдяки якому можна отримати інформацію про об'єкт (територію або явище) за даними вимірювань, зроблених на відстані від об'єкта без безпосереднього контакту з ним.

Методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) мають широку сферу застосування. Наприклад, за допомогою ДЗЗ здійснюється моніторинг і оцінка стану довкілля, відбувається спостереження за глобальними змінами, за відновлюваними природними ресурсами, сільським господарством та іншими галузями промисловості тощо. Крім того, ДЗЗ застосовують для розвідки у військовій галузі, ЗМІ, картографії та ін.

Архітектура ІНС має високий рівень паралелізму, а отримані рішення найчастіше є більш гнучкими і можуть застосовуватися при вирішенні цілого ряду завдань, пов'язаних з обробкою графічної та відео інформації. Знаходить своє застосування іFPGA-технологія, здатна забезпечити побудову високопродуктивних рішень без використання ресурсів наземних комплексів обробки даних, що дозволяє значно підвищити автономність БПЛА.

Аналіз сучасного стану досліджень у предметній області показує, що розвиток технологій обробки даних ДЗЗ йде шляхом розробки більш високорівневих, інтелектуальних методів, пропонуючи кінцевому користувачеві рішення, що дозволяють значною мірою автоматизувати процес обробки даних під час вирішення прикладних завдань.

Завдяки останнім досягненням у галузі створення та застосування штучних супутників Землі (ШСЗ), що несуть системи датчиків стеження за нашою планетою, стало можливим використання величезної кількості фотографій та інших видів інформації про поверхню Землі, які допоможуть у вирішенні таких завдань, як зниження гострої нестачі продуктів, управління й контроль за забрудненням навколишнього середовища, збільшення запасів природних ресурсів і планування зростання міст.

Мета дослідження: дослідити екологічну ситуацію на Житомирщині за допомогою сучасних технологій дистанційного зондування Землі.

Завдання дослідження: розглянути сучасні технології дистанційного зондування Землі та можливості їх використання з метою дослідження та аналізу екологічної ситуації в певному регіоні.

У процесі дослідження було розглянуто такі аспекти:

- Дистанційне зондування Землі;
- Дистанційне зондування під час проведення моніторингу;
- Методи та способи виявлення не використовуваних та нерационально використовуваних земель;
- застосування космічних знімків для виявлення нерационально використовуваних земель.

Методи дослідження: аналітичний, пошуковий, спостереження.

Дистанційне зондування має значний потенціал щодо надання інформації про стан біологічного різноманіття та екосистемних послуг і вплив на них у різних просторових і часових масштабах. Розширення спектра прикладних завдань, що вирішуються з використанням засобів ДЗЗ, та значне зростання обсягів оброблюваної інформації, яка отримується з їх застосуванням, вимагають розробки та впровадження сучасних методів і технологій для ефективної обробки даних, що надходять.

Великі програмні комплекси, наявні на ринку геоінформаційних систем, активно розвиваються та розширюють свій функціонал: інформаційні дані про можливості систем зондування в повному обсязі наявні у вільному доступі, при цьому дослідники та розробники програмного забезпечення шукають шляхи підвищення ефективності обробки даних ДЗЗ, застосовуючи технології високопродуктивних обчислень.

Використання технологій дистанційного зондування Землі в сучасному світі є необхідним для вирішення та спрощення способів картографування, а також геоінформаційних технологій у природничих галузях знань.