

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА
Географічний факультет
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями**

**МОНІТОРИНГ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ
ТЕРИТОРІЇ ЧАГОРСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ
ГРОМАДИ ЗАСОБАМИ ДЗЗ**

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)**

Виконав :
студент II курсу, групи 618
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
ОПП «Геодезія»
Філіпчук Олександр Михайлович
(прізвище, ім'я та по-батькові)
Керівник: к.геогр.н., доцент кафедри геодезії,
картографії та управління
територіями
Дарчук К. В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

До захисту допущено:

протокол засідання кафедри № ____

від « ____ » « _____ » 2024 р.

Зав. кафедрою _____ доц. Дарчук К.В.

Чернівці – 2024

АНОТАЦІЯ

Філіпчук Олександр Михайлович

*Здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
галузі знань 19 – Архітектура та будівництво 193 –Геодезія та землеустрій,
ОПП «Геодезія» кафедри геодезії, картографії та управління територіями
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича,
м. Чернівці, Україна*

МОНІТОРИНГ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ЧАГОРСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЗАСОБАМИ ДЗЗ

Анотація. У кваліфікаційній роботі здійснено моніторинг землекористування Чагорської територіальної громади за допомогою дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Проаналізовано використання супутникових знімків і геоінформаційних технологій для вивчення змін земельного фонду. Описано застосування ArcGIS для обробки даних ДЗЗ і геопросторового аналізу. Досліджено можливості виявлення змін у землекористуванні за допомогою космічних знімків, оцінено їх точність і доступність для цієї території. Результати дозволяють оптимізувати управління земельними ресурсами громади та покращити процеси землевпорядкування і сталого розвитку.

Ключові слова: моніторинг, ГІС, Чагор, землекористування, дистанційне зондування, аналіз, дешифрування.

ABSTRACT

Filipchuk Oleksandr Mykhailovych

Applicant for the second (master's) level of higher education

*field of knowledge 19 - Architecture and Construction, specialty 193 - Geodesy and
Land Management, OPP "Geodesy" of the Department of Geodesy, Cartography, and
Territorial Management*

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
Chernivtsi, Ukraine*

MONITORING OF LAND USE IN THE CHAGORSKA TERRITORIAL COMMUNITY USING REMOTE SENSING METHODS

Abstract. This thesis conducts a land use monitoring of the Chahorska Territorial Community using Earth Remote Sensing (ERS) technologies. The study analyzes the use of satellite imagery and geospatial technologies to examine changes in land resources. The application of ArcGIS software for processing ERS data and conducting geospatial analysis is described. The study investigates the potential of satellite imagery for detecting land use changes, evaluating their accuracy and availability for the specified territory. The results enable the optimization of land resource management within the community and the improvement of land planning and sustainable development processes.

Keywords: monitoring, GIS, Chahor, land use, remote sensing, analysis, decoding.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис) О.М. Філіпчук

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ	
1.1. Поняття про ГІС та геоінформаційне картографування.....	5
1.2. Технічні аспекти геоінформаційного веб-картографування.....	9
1.3. Сутність веб-картографування: структура, вимоги й характерні особливості.....	12
1.4. Методи збору, обробки та інтеграції просторових даних для геоінформаційного картографування.....	16
Висновки до 1-го розділу.....	18
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	
2.1. Фізичні основи дистанційного знімання.....	19
2.2. Технічне забезпечення дистанційного знімання.....	22
2.3. Ознаки дешифрування.....	26
2.4. Методи обробки та аналізу даних дистанційного зондування.....	30
Висновки до 2-го розділу.....	33
РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ARCGIS ПРИ ОБРОБЦІ КОСМОЗНІМКІВ	
3.1. Функціональні можливості програмного продукту ARCGIS.....	34
3.2. Загальна характеристика Чагорської територіальної громади.....	37
3.3. Особливості отримання та підготовки до дешифрування даних ДЗЗ для території Чагорської територіальної громади.....	40
3.4. Дешифрування земельного фонду Чагорської територіальної громади засобами ArcGIS.....	43
Висновки до 3-го розділу.....	55
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

ВСТУП

Дистанційне зондування є одним із найдієвіших способів отримання даних про стан довкілля. Використовуючи космічні знімки, можна з високою точністю відстежувати зміни клімату, стан земельних ресурсів, поверхневих вод та інші аспекти. Однак для обробки та аналізу таких даних потрібні спеціалізовані програми. Одним із популярних інструментів для роботи з космічними знімками є ArcGIS.

Актуальність дослідження обумовлена тим, що дистанційне зондування все більше впроваджується в різні сфери, зокрема картографію, екологію, геодезію та сільське господарство. Отримання точних і актуальних даних із космосу сприяє кращому плануванню та управлінню територіями, допомагаючи знижувати витрати й ризики. Застосування ArcGIS значно спрощує та пришвидшує аналіз даних, що підкреслює важливість цього дослідження.

Крім того, зростання попиту на точну інформацію про земельні ресурси вимагає впровадження сучасних технологій, таких як геоінформаційні системи для аналізу космічних знімків. Вивчення можливостей використання ArcGIS сприятиме розробці більш ефективних методів аналізу земельного фонду та покращенню управління його використанням.

Об'єктом дослідження є територія Чагорської територіальної громади.

Предметом дослідження є вивчення можливостей застосування програмного забезпечення ArcGIS для ідентифікації змін у земельному фонді шляхом аналізу даних космічного зондування.

Для збору аерокосмічної інформації використовувалися сервіси Google Earth Pro та USGS Earth Explorer.

Метою дослідження є дослідження особливостей використання ArcGIS для обробки супутникових знімків, що дозволяє отримувати точні та актуальні дані про стан земельних ресурсів, які можуть бути застосовані в управлінні землекористуванням і геопросторовому аналізі.

Для написання роботи були поставлені наступні **завдання**:

1. Дослідити функціональні можливості програмного забезпечення ArcGIS у застосуванні методів дистанційного зондування для обробки супутникових знімків.
2. Оцінити доступність та якість супутникових знімків для визначеної території з метою їх використання в програмному забезпеченні ArcGIS.
3. Провести дешифрування та аналіз заданої території, використовуючи раніше завантажені супутникові знімки в середовищі ArcGIS.

Основними методами дослідження є: відбір та збір інформації; впорядкування та аналіз джерел інформації; порівняльний, літературний та картографічний методи дослідження.

Структура і обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, та списку використаних джерел. Обсяг роботи складає 58 сторінок формату А4. У роботі присутня таблиця та 31 рисунок. Перелік використаних джерел складається із 22 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

1.1. Поняття про ГІС та геоінформаційне картографування

Геоінформаційна система – це комп'ютерна програма, яка дозволяє збирати, зберігати, аналізувати та відображати географічну інформацію про об'єкти на Землі.

Геоінформаційні системи (ГІС) дають змогу збирати дані з різних джерел, таких як супутникові знімки, аерофотозйомки, топографічні карти та інші джерела, а потім інтегрувати їх в єдину базу даних. Це дозволяє здійснювати їх подальший аналіз, створювати картографічні візуалізації та використовувати ці дані для ухвалення обґрунтованих рішень.

ГІС має безліч застосувань в різних сферах, таких як геологія, геодезія, екологія, лісівництво, містобудування, аграрний сектор, транспорт та інші. Вона допомагає планувати території, контролювати природні ресурси, аналізувати ризики природних катастроф, планувати маршрути для транспорту та багато іншого. Застосування ГІС дозволяє забезпечувати більш ефективне та точне прийняття рішень в різних галузях.

Додатково до цього, ГІС дозволяє зберігати та аналізувати історичні дані, що дозволяє робити прогнози та планувати майбутні дії. Вона може використовуватися для моніторингу довкілля та дотримання екологічних норм, а також для виявлення та розв'язання соціальних проблем.

ГІС дозволяє відображати географічну інформацію у вигляді карти або графіка, що дозволяє спрощувати сприйняття та аналіз інформації. Крім того,

ГІС може допомогти вирішувати проблеми з розподілом ресурсів, розробляти бізнес-стратегії та планувати розвиток міст та інших населених пунктів.

У загальному розумінні, ГІС є інструментом для збору, організації та аналізу географічної інформації, що допомагає зробити більш точні та ефективні рішення. Це має значення у багатьох сферах життя, включаючи науку, господарство, соціальні та екологічні проблеми та багато інших.

Історія розвитку ГІС починається в середині 20 століття, коли компанія Esri розробила першу комерційну ГІС під назвою ARC/INFO. У той час, ГІС була дуже дорогим та складним інструментом, що використовувався головним чином в науці та військових дослідженнях.

У 1970-х роках, з'явилися перші відкриті ГІС-системи, такі як GRASS та MOSS, які дозволяли створювати та обробляти картографічні дані на персональних комп'ютерах.

У 1980-х роках, з'явилися нові технології, такі як GPS та супутникові знімки, які значно покращили збір географічної інформації та її точність. У цей період, ГІС почала використовуватися в галузі лісового господарства, геології та наукових досліджень.

У 1990-х роках, ГІС стала більш доступною та простішою в використанні завдяки новим технологіям та програмним засобам. З'явилися нові можливості аналізу даних та відображення інформації на карті.

У 2000-х роках, з'явилися інтерактивні ГІС-системи, що дозволяють користувачам взаємодіяти з картографічними даними та виконувати аналіз даних у режимі реального часу. Також в цей час стало популярним використання ГІС в сфері міського планування та географічної інформації в інтернеті.

Сьогодні, ГІС продовжує розвиватися та використовуватися у багатьох сферах життя, включаючи галузі науки, бізнесу, екології, геодезії та міського планування. Завдяки ГІС, можна збирати, аналізувати та візуалізувати великі масиви географічних даних, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення та планувати дії в різних галузях [2].

Наприклад, у сільському господарстві, ГІС використовується для аналізу ґрунтів та кліматичних умов, що допомагає вибрати найбільш ефективні методи вирощування рослин та оптимізувати використання земельних ресурсів. В міському плануванні, ГІС дозволяє аналізувати рух транспорту, забезпечувати відведення ділянок під будівництво та створювати ефективні маршрути громадського транспорту.

Завдяки широкому застосуванню ГІС, стали можливими інноваційні проекти, такі як створення інтерактивних мап для туристів, збирання географічних даних для створення точних карт морських донних формацій або аналіз впливу змін клімату на здоров'я населення.

Отже, історія розвитку ГІС свідчить про постійний прогрес технологій та застосування цього інструменту в різних галузях. Сьогодні, ГІС є невід'ємною частиною сучасного світу та продовжує допомагати людству розуміти та управляти географічним простором.

У ГІС використовуються різні типи даних, що описують географічний простір та його елементи. Основними типами даних у ГІС є:

1. Векторні дані – це дані, що описують географічні об'єкти, які складаються з точок, ліній та полігонів. Такі дані використовуються для опису об'єктів з чіткою географічною формою, таких як дороги, річки, будівлі та інші.
2. Растрові дані – це дані, що описують географічний простір за допомогою сітки клітинок, які називаються пікселями. Растрові дані використовуються для опису географічних феноменів, які не мають чіткої форми, таких як ліси, озера, кліматичні умови та інші.
3. Табличні дані – це дані, що містять числову та текстову інформацію про географічні об'єкти. Табличні дані використовуються для зберігання додаткової інформації про векторні та растрові дані.
4. Дані знімків – це дані, отримані з супутників або літальних апаратів, які містять зображення географічного простору. Дані знімків використовуються для оцінки змін в географічному просторі, моніторингу екологічних умов та іншого.
5. Дані GPS – це дані, які отримуються за допомогою систем глобального позиціонування, таких як GPS, GLONASS або Galileo. Дані GPS використовуються для визначення місцезнаходження об'єктів на географічній мапі.

Усі ці типи даних використовуються в ГІС для збору, аналізу та візуалізації географічної інформації. Векторні дані використовуються для

створення векторних шарів, які містять точки, лінії та полігони, що описують географічні об'єкти. Растрові дані використовуються для створення растрових шарів, що відображають географічні феномени у вигляді сітки пікселів.

Табличні дані зберігають додаткову інформацію про географічні об'єкти, таку як адреса, площа, висота та інше. Дані знімків використовуються для моніторингу змін в географічному просторі та виявлення тенденцій у розвитку певних територій. Дані GPS використовуються для визначення місцезнаходження об'єктів та створення точних маршрутів.

Комбінування цих типів даних дозволяє створювати багатошарові карти, що містять детальну інформацію про різні географічні об'єкти та їх взаємодію. Такі карти допомагають вирішувати різноманітні задачі в галузі географії, екології, транспорту, містобудування та інших.

Геоінформаційне картографування – це процес створення карт на основі геоінформаційних даних, що містять інформацію про географічні об'єкти та їх взаємодію. Одна з основних особливостей геоінформаційного картографування полягає в тому, що карти створюються з використанням спеціальних програмних засобів, які дозволяють відображати географічну інформацію у вигляді шарів та різноманітних символів.

Ще одна особливість геоінформаційного картографування полягає в тому, що картографи використовують різноманітні методи та технології для відображення географічної інформації. Наприклад, вони можуть використовувати технології 3D-моделювання для створення більш детальних та реалістичних карт. Крім того, картографи можуть використовувати різні кольори, символи та штрихування для позначення різних географічних об'єктів та їх характеристик.

Іншою особливістю геоінформаційного картографування є можливість інтерактивної взаємодії з картою. Карти можуть бути інтерактивними, тобто користувачі можуть змінювати масштаб, вибирати певні шари та отримувати інформацію про конкретні географічні об'єкти.

Геоінформаційне картографування також має певні виклики та обмеження, такі як складність збору та обробки даних, а також необхідність у додатковій підготовці картографів та інших фахівців, що займаються геоінформаційним картографуванням. Крім того, важливо враховувати певні правові та етичні аспекти, пов'язані з використанням геоданих та створенням карт.

Однією з основних переваг геоінформаційного картографування є можливість використання карт для аналізу географічної інформації та прийняття рішень. Карти можуть бути використані для виявлення тенденцій та залежностей, оцінки ризиків та прогнозування майбутніх подій. Також геоінформаційні карти можуть бути корисні для планування міського розвитку, охорони навколишнього середовища, а також для наукових досліджень та геологічних досліджень.

Узагальнюючи, геоінформаційне картографування – це важливий інструмент для збору, обробки та відображення географічної інформації. Використання геоданих та створення карт можуть бути корисними для різних галузей, від наукових досліджень до планування міського розвитку [3].

1.2. Технічні аспекти геоінформаційного веб-картографування

Геоінформаційне веб-картографування – це процес створення та публікації карт на Інтернеті. Технічні аспекти геоінформаційного веб-картографування включають в себе використання спеціальних програмних засобів та технологій для збору, обробки, відображення та аналізу геоданих.

Однією з ключових технологій веб-картографування є географічна інформаційна система (ГІС), яка дозволяє збирати, зберігати та обробляти геодані, що використовуються для створення карт. Крім того, веб-карти можуть бути створені з використанням спеціальних програмних засобів, таких як JavaScript-бібліотеки (наприклад, Leaflet та OpenLayers), які дозволяють додавати функціональність до карт та інтерактивно взаємодіяти з ними.

Ще однією важливою технологією веб-картографування є геокодування, що дозволяє перетворювати адреси та місця на картах у географічні координати, що використовуються для відображення точок на карті.

Крім того, для підвищення продуктивності та швидкості завантаження веб-карт, використовуються різні техніки кешування, які дозволяють зберігати та швидко передавати готові до відображення картографічні дані.

Нарешті, важливо враховувати питання безпеки та конфіденційності, пов'язані з публікацією геоданих та карт в Інтернеті. Для цього можуть використовуватися різні методи захисту, такі як зашифрування даних, обмеження доступу та інші техніки.

Для реалізації геоінформаційного веб-картографування також потрібні відповідні серверні рішення, які дозволяють зберігати та обробляти геодані та надавати доступ до них через мережу Інтернет. Для цього використовуються серверні програми та бази даних, такі як ArcGIS Server, GeoServer та PostGIS.

Для створення веб-карт потрібно мати доступ до різноманітних джерел геоданих, таких як картографічні сервіси, бази даних з геоданими, супутникові знімки та інші джерела. Використання відкритих джерел даних, таких як OpenStreetMap, може значно знизити вартість створення веб-карт та розширити їх функціональні можливості.

Однією з важливих технічних напрямів геоінформаційного веб-картографування є оптимізація відображення карт на різних пристроях та у різних браузерах. Для цього використовуються різні методи адаптивного дизайну та респонсивного веб-дизайну, які дозволяють коректно відображати картографічні дані на різних пристроях з різною роздільною здатністю екрану.

Варто зазначити, що є можливість взаємодії користувачів з веб-картами, наприклад, шляхом додавання маркерів, шарів даних, пошуку та фільтрації геоданих, збереження власних налаштувань та інших опцій. Для цього використовуються різноманітні JavaScript-бібліотеки та фреймворки, такі як jQuery, React та Vue.js, які дозволяють додавати взаємодію з користувачами до веб-карт.

Взагалі, технічні аспекти геоінформаційного веб-картографування також пов'язані з питаннями безпеки та захисту даних. Оскільки геодані можуть містити конфіденційну інформацію про географічне розташування об'єктів, важливо забезпечити високий рівень захисту даних від несанкціонованого доступу[4].

Для цього використовуються різноманітні технічні засоби, такі як шифрування даних, аутентифікація та авторизація користувачів, віртуальні приватні мережі та інші методи. Також можуть використовуватися стандарти безпеки, такі як HTTPS та SSL, для забезпечення безпеки передачі даних між сервером та клієнтом.

Варто перерахувати головні аспекти веб-картографування:

- підтримка різних форматів даних та інтеграція з іншими системами. Наприклад, можливість імпорту та експорту даних у різних форматах, таких як Shapefile, GeoJSON та KML, дозволяє легко інтегрувати геодані з іншими системами.
- геоінформаційне веб-картографування вимагає використання різноманітних технологій та програмних рішень, які дозволяють зберігати, обробляти та відображати геодані на веб-сторінках. Це дозволяє користувачам швидко та зручно отримувати необхідну геоінформацію та взаємодіяти з нею, що є важливим інструментом у різних галузях, включаючи геологію, геодезію, транспорт, містобудування та інші.
- оптимізація продуктивності та швидкості роботи веб-карти. Оскільки обробка та відображення великої кількості геодані може бути дуже витратною у термінах обчислювальної потужності, необхідно забезпечити ефективну роботу веб-карт. Для цього можуть використовуватися різноманітні техніки, такі як кешування даних на клієнтській стороні, використання зрізів даних та стиснення зображень. Також можна використовувати асинхронні запити та техніки підгруповки даних, щоб зменшити кількість запитів до сервера та покращити час відгуку веб-карти. Підтримка різних пристроїв та платформ. Оскільки користувачі

можуть використовувати різні пристрої та браузері, важливо забезпечити сумісність веб-карти з різними пристроями та платформами. Для цього можуть використовуватися різні техніки та технології, такі як адаптивний дизайн та респонсивність веб-карти, щоб забезпечити оптимальний досвід користувача на різних пристроях. Також можуть використовуватися різні технології, такі як WebGL та HTML5, щоб забезпечити підтримку різних пристроїв та браузерів.

- різні технології, техніки та стандарти, які використовуються для забезпечення ефективної та швидкої роботи веб-карт, а також забезпечення сумісності з різними пристроями та браузерами. Важливо забезпечити оптимальний досвід користувача та ефективне використання ресурсів сервера та клієнта.
- Використання стандартів та протоколів, таких як WMS, WFS та GeoJSON, для обміну геоданими між сервером та клієнтом. Це забезпечує стандартизацію та сумісність між різними системами та додатками ГІС.
- Взаємодія користувача з веб-картою, наприклад, шляхом додавання інтерактивних елементів, таких як підказки, кнопки, зум-бари тощо. Це дозволяє користувачам взаємодіяти з веб-картою та забезпечує зручність та ефективність її використання.

Отже, технічні аспекти геоінформаційного веб-картографування є важливими для забезпечення ефективності та ефективності веб-карт та забезпечення їх сумісності з різними пристроями та платформами.

1.3. Сутність веб-картографування: структура, вимоги й характерні особливості

Веб-картографування – це процес створення та публікації географічних даних у вигляді інтерактивних веб-карт, доступних для перегляду та взаємодії з ними через Інтернет. Структура веб-картографування складається з трьох основних компонентів: даних, програмного забезпечення та веб-сервера.

1. Дані – це географічні дані, які використовуються для створення веб-карт.

Дані можуть бути отримані з різних джерел, таких як картографічні

організації, датчики, супутникові знімки та додатки ГІС. Ці дані можуть бути збережені в різних форматах, таких як Shapefile, GeoJSON, KML тощо.

2. Програмне забезпечення – це набір програм та інструментів, які використовуються для створення веб-карт та публікації їх у мережі Інтернет. Це можуть бути різні програми ГІС, такі як ArcGIS, QGIS, Mapbox, OpenLayers та Leaflet, або програмні бібліотеки та фреймворки, які дозволяють взаємодіяти з геоданими та створювати веб-карти.
3. Веб-сервер – це сервер, на якому розміщені веб-карти та який забезпечує доступ до них через мережу Інтернет. Веб-сервер може бути розміщений на локальному комп'ютері або на хостинг-платформі, такій як Amazon Web Services, Google Cloud або Microsoft Azure. Веб-сервер може бути налаштований для підтримки різних протоколів, таких як HTTP та HTTPS, та для забезпечення безпеки даних.

Загалом, структура веб-картографування складається з компонентів, які дозволяють створювати, зберігати та публікувати географічні дані в Інтернеті в формі інтерактивних веб-карт. Це дозволяє користувачам взаємодіяти з геоданими в режимі реального часу та швидко знаходити необхідну інформацію. Структура веб-картографування може бути дещо складною, але вона надає значні переваги для створення, редагування та демонстрації географічних даних.

Для створення веб-карт потрібно спочатку обробити геодані та підготувати їх до публікації. Це може включати обрізання, налаштування стилю, конвертацію формату, редагування та створення векторних або растрових шарів. Далі необхідно вибрати програмне забезпечення для створення веб-карти та налаштувати його відповідно до вимог.

Після створення веб-карти потрібно її опублікувати на веб-сервері, щоб користувачі могли отримувати доступ до неї через мережу Інтернет. Веб-сервер може бути налаштований з використанням різних протоколів, таких як HTTP

або HTTPS, щоб забезпечити безпеку даних та підтримати відповідність з різними стандартами та правилами.

Однією з особливостей веб-картографування є те, що користувачі можуть взаємодіяти з веб-картою, використовуючи різні інструменти та функції. Наприклад, користувачі можуть масштабувати карту, пересуватись по ній, додавати та видаляти шари, відображати різні дані на карті, отримувати додаткову інформацію про об'єкти на карті та багато іншого. Крім цього, структура веб-картографування також включає інтерфейс користувача, який дозволяє користувачам взаємодіяти з картографічними даними та іншими функціями. Інтерфейс може бути виготовлений у вигляді веб-сайту, додатка або програмного забезпечення.

Основною метою веб-картографування є представлення географічної інформації у зручному та доступному для користувача форматі, що дозволяє візуалізувати та аналізувати географічні дані в онлайн-режимі.

Веб-карти повинні відповідати ряду вимог, щоб бути зручними та ефективними для користувача. Перш за все, вони повинні бути інтерактивними, тобто користувачі можуть взаємодіяти з картами та геоданими, змінювати масштаб, перетягувати карти, вибирати різні шари даних та виконувати пошук. Крім того, веб-карти повинні бути мобільними, адже користувачі можуть переглядати їх на різних пристроях та розмірах екранів. Вони також повинні бути швидкими та надійними, щоб користувачі могли отримати доступ до карт та геоданих у режимі реального часу.

Також веб-карти повинні бути зрозумілими та доступними для широкого кола користувачів. Це означає, що вони повинні мати чітку структуру та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє легко знаходити потрібну інформацію та взаємодіяти з нею.

Веб-карти повинні бути адаптивними до потреб користувачів, тобто вони повинні давати можливість відображати та аналізувати геодані в залежності від потреб користувача та його задач.

Для успішного веб-картографування необхідно виконувати наступні вимоги:

1. Інтерактивність: Користувач повинен мати можливість інтерактивно взаємодіяти з картою, змінювати її масштаб та переміщувати.
2. Відображення різноманітних типів даних: Картографічна інформація може бути представлена у різних форматах, включаючи географічні об'єкти, зображення, тексти, відео та інше.
3. Масштабованість: Веб-карти повинні бути масштабовані для підтримки різної кількості даних і користувачів.
4. Швидкість та продуктивність: Користувач повинен мати можливість швидко отримувати доступ до інформації та інтерактивних елементів карти.
5. Надійність та безпека: Веб-карти повинні бути захищені від несанкціонованого доступу та збоїв, що можуть призвести до втрати даних.

Особливість веб-картографування:

- картографічні дані стають доступними онлайн, це дозволяє користувачам з усього світу переглядати, взаємодіяти та аналізувати дані, пов'язані з певною локацією.
- можливість взаємодії з картами та геоданими. Користувачі можуть збільшувати та зменшувати масштаб карти, переміщати її в будь-якому напрямку, вибирати та аналізувати певні дані. Веб-карти можуть бути взаємодією з користувачем, наприклад, відображенням додаткових даних при наведенні курсора миші на елемент карти або дозволом на зміну виду та кольору карти.
- картографічні дані можуть бути оновлювані в режимі реального часу. Наприклад, дані про трафік можуть бути оновлені щосекунди, що дозволяє користувачам отримувати актуальну інформацію та приймати рішення в режимі реального часу.

- веб-картографування дозволяє створювати картографічні додатки та інтерактивні інтерфейси для відображення та аналізу геоданих. Веб-карти можуть бути вбудовані у веб-сторінки, що дозволяє створювати ефективні способи відображення геоданих та спілкування з користувачами через Інтернет.
- можливість інтеграції з іншими технологіями та сервісами, такими як соціальні мережі, мобільні додатки та хмарні сервіси. Це дозволяє створювати нові можливості для спілкування з користувачами та розширення функціональності веб-картографічних додатків.
- інтерактивність дозволяє користувачам взаємодіяти з картою, змінюючи її вигляд та функціональні можливості. Адаптивність забезпечує автоматичну підлаштування карт під різні пристрої та розміри екранів, що дає змогу зручно переглядати карту на будь-якому пристрої.

Загалом, веб-картографування дозволяє створювати інтерактивні та доступні картографічні рішення, які дозволяють отримувати та аналізувати дані про конкретні локації та створювати нові можливості для спілкування з користувачами та розширення функціональності веб-додатків.

1.4. Методи збору, обробки та інтеграції просторових даних для геоінформаційного картографування

Геоінформаційне картографування базується на використанні просторових даних, які відображають природні, техногенні, соціальні чи економічні явища у просторі. Методи збору, обробки та інтеграції таких даних є важливими аспектами, які визначають ефективність функціонування геоінформаційних систем (ГІС). У сучасному світі ці методи поєднують класичні геодезичні підходи з інноваційними технологіями, що забезпечує високу точність і надійність отримуваної інформації.

Збір просторових даних є першим етапом, від якого залежить якість кінцевого результату. Основними джерелами даних є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), геодезичні вимірювання, краудсорсинг і офіційні кадастрові реєстри. ДЗЗ передбачає отримання супутникових або аерофотознімків, які дозволяють створювати карти великих територій із детальним відображенням рельєфу,

водних об'єктів, зелених насаджень та міської забудови. Технології ДЗЗ, такі як мультиспектральна чи гіперспектральна зйомка, також допомагають аналізувати зміну покриття земної поверхні у часі. Геодезичні методи включають використання GPS/GNSS приймачів для точного визначення координат об'єктів. Завдяки цим пристроям можна фіксувати положення окремих елементів інфраструктури, природних ресурсів чи меж земельних ділянок із сантиметровою точністю.

Краудсорсинг є сучасним методом збору даних, у якому активно залучаються користувачі. Такі ініціативи, як OpenStreetMap, створюють інтерактивні карти завдяки спільним зусиллям тисяч людей у всьому світі. Це дозволяє отримувати актуальну інформацію про дороги, будівлі чи об'єкти інфраструктури навіть у віддалених регіонах. Офіційні реєстри, як-от державні кадастри чи статистичні бази, надають юридично коректну інформацію, що є важливим для прийняття рішень у сфері планування чи управління територіями. Обробка просторових даних є наступним етапом, який включає очищення, форматування та аналіз інформації. Просторові дані нерідко містять помилки, наприклад, через технічні обмеження обладнання або людський фактор. Тому очищення даних стає критичним завданням для уникнення неточностей. Форматування забезпечує приведення даних до стандартів, які підтримують сучасні програмні платформи. Це включає конвертацію у потрібні формати файлів, узгодження систем координат і приведення до відповідного масштабу. Аналіз даних дозволяє виділяти ключові характеристики просторових явищ. Наприклад, за допомогою геостатистичних методів можна визначити концентрацію певних об'єктів, побудувати моделі руху чи дослідити зміни ландшафтів у часі.

Інтеграція просторових даних є завершальним етапом, що забезпечує об'єднання даних із різних джерел в єдину систему. Цей процес передбачає злиття інформації з різними форматами, точністю та масштабами. Важливим завданням є узгодження систем координат, щоб уникнути спотворень під час об'єднання. Для цього використовуються математичні трансформації та

спеціалізовані програмні інструменти. Наприклад, інтеграція даних супутникових знімків із геодезичними вимірюваннями дозволяє отримати більш деталізовані та точні карти. Також інтеграція може включати додавання атрибутивних даних, наприклад, соціальних чи економічних показників, до просторових об'єктів, що забезпечує багатовимірний аналіз.

Таким чином, сучасні методи збору, обробки та інтеграції просторових даних відкривають широкі можливості для розвитку геоінформаційного картографування. Висока якість та надійність просторових даних забезпечують не лише точне відображення реальності, а й підтримку процесів прийняття рішень у різних сферах — від урбаністики до природоохоронної діяльності. Ці методи є основою для створення функціональних та інноваційних геоінформаційних систем.

Висновок до 1 розділу

Розділ "Теоретичні та технічні основи геоінформаційного картографування" дозволяє глибше зрозуміти базові поняття та сучасні підходи до створення геоінформаційних систем (ГІС). Теоретичний огляд визначає значення ГІС як інструмента для моделювання просторових процесів, а технічний аналіз підкреслює роль сучасних технологій, таких як веб-картографування, програмні платформи та інтеграція даних.

Процес збору, обробки та інтеграції просторових даних є ключовим для створення точних та надійних геоінформаційних продуктів, оскільки він забезпечує основу для подальшого аналізу та прийняття рішень. Ці етапи дозволяють об'єднати різноманітні джерела даних у єдину інформаційну систему, що забезпечує достовірність та актуальність результатів. Веб-картографування, яке стає все більш популярним, додає інноваційності завдяки можливостям інтерактивності та доступу в реальному часі. Таким чином, цей розділ закладає теоретичну та технічну базу для подальших досліджень і впроваджень у сфері геоінформаційного картографування.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

2.1. Фізичні основи дистанційного знімання

Дистанційне зондування землі - це метод збору інформації про Землю, який використовує прилади, розташовані на супутниках або літаках, для збору даних про поверхню Землі та її атмосферу.

Для збору інформації використовуються електромагнітні хвилі, які випромінюються з приладу і падають на земну поверхню. Ці хвилі відбиваються від об'єктів на землі і повертаються до приладу, де вони реєструються. Потім отримані дані обробляються та інтерпретуються, щоб отримати інформацію про різні параметри об'єктів, такі як висота, температура, вологість, тип поверхні тощо.

Дистанційне зондування застосовується в різних галузях, таких як географія, метеорологія, агрономія, екологія та інші. Завдяки цій технології можна швидко отримати велику кількість даних про великі території, що дозволяє знижувати витрати на традиційні методи збору інформації.

Основою дистанційного зондування є використання спектральних приладів, які реєструють електромагнітне випромінювання від об'єктів на земній поверхні. Ці прилади можуть вимірювати різні частини спектра, включаючи видиме світло, інфрачервоне випромінювання та радіохвилі.

Отримані дані можуть бути оброблені та використані для створення карти зображення земної поверхні, яку можна використовувати для аналізу та вивчення різних параметрів. Наприклад, за допомогою дистанційного знімання можна визначити температуру поверхні землі, що важливо для аналізу кліматичних змін. Також можна використовувати цю технологію для визначення місць виникнення лісових пожеж, контролю розміщення водних ресурсів, відстеження змін земельного покриття та ін.

Крім спектральних приладів, для збору даних в дистанційному зніманні також використовуються прилади з радарною або лазерною системою зондування. Радарні прилади використовують радіохвилі для зондування земної поверхні, що дозволяє отримувати дані навіть в умовах поганої погоди. Лазерні

прилади використовують лазерне випромінювання для зондування земної поверхні та можуть давати більш точні дані, але вони обмежені погодними умовами та іншими факторами.

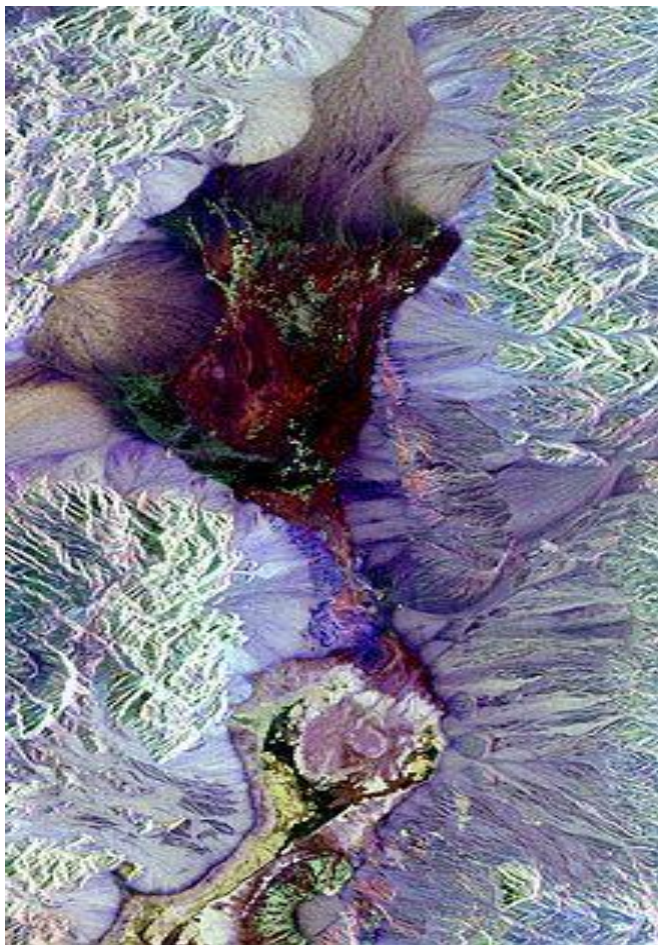


Рис. 2.1. Зображення Долини Смерті зроблене радаром, забарвлене шляхом поляриметрії [4].

Для обробки даних, отриманих з різних приладів, використовуються різні методи та технології. Одним з них є класифікація зображень, яка дозволяє виділити різні об'єкти на земній поверхні та класифікувати їх за типом та іншими параметрами. Іншим методом є створення цифрових моделей рельєфу, які дають інформацію про висоту різних об'єктів на землі та дозволяють створювати тривимірні зображення.

Варто зазначити що, дистанційне знімання також знайшло широке застосування в різних сферах життя, включаючи землевпорядкування, геодезію, міське планування, лісове господарство, сільське господарство та інші. Наприклад, дистанційне знімання може бути використане для оцінки стану

посівів, виявлення забруднення водоймищ та контролю якості повітря, а також для моніторингу змін у ландшафті.

Дистанційне зондування Землі можна поділити на дві основні категорії: пасивне та активне.

Пасивне дистанційне зондування полягає в тому, що сенсори на борту засобів зондування реєструють електромагнітні випромінювання, які відбиваються від земної поверхні. Це можуть бути, наприклад, випромінювання від Сонця, які поглинаються та відбиваються від різних об'єктів на земній поверхні. Пасивне дистанційне зондування дозволяє отримувати інформацію про властивості поверхні землі, такі як температура, склад, висота та рельєф.

Активне дистанційне зондування, у свою чергу, використовує сигнали, які створюються штучно та відбиваються від земної поверхні. При цьому засоби зондування вимірюють час, який затрачається на повернення цих сигналів назад до сенсорів. Активне дистанційне зондування дозволяє отримувати більш детальну та точну інформацію про властивості поверхні землі, такі як щільність, глибина, структура та склад.

Обидва типи дистанційного зондування мають свої переваги та недоліки та застосовуються в залежності від конкретних завдань та потреб. Наприклад, пасивне дистанційне зондування частіше використовується для моніторингу кліматичних змін та вивчення глобальних процесів, тоді як активне дистанційне зондування може бути корисним для визначення деталей географічної структури земної поверхні.

Технічно активне дистанційне зондування може бути реалізоване за допомогою різних типів радарів (радіолокаційних систем), які генерують та відбивають електромагнітні хвилі з різною довжиною хвилі. Наприклад, С- та Х-діапазонні радары використовуються для зондування лісів, міст та інших густонаселених місць, тоді як L- та Р-діапазонні радары зазвичай використовуються для зондування земної поверхні та океанів.

До пасивних методів дистанційного зондування належить, наприклад, зондування інфрачервоним випромінюванням, що поглинається та відбивається від поверхні Землі. Інфрачервоне зондування використовується для вивчення температури поверхні, зокрема води, землі та льодовиків. Крім того, пасивне зондування може проводитись за допомогою спектрометрів, які реєструють світло, що відбивається від поверхні Землі. За допомогою спектрального аналізу можна визначити склад та властивості поверхні, такі як вміст води, рослинності та гірських порід.

Взагалі, дистанційне знімання є важливим інструментом для дослідження земної поверхні та забезпечення сталого розвитку нашої планети. Воно дозволяє вивчати різні аспекти земної поверхні, такі як клімат, геологію, гідрологію, рослинний покрив, геоморфологію та інші, і допомагає приймати рішення з питань охорони довкілля та розвитку промисловості.

2.2. Технічне забезпечення дистанційного знімання

Системи дистанційного зондування можуть бути розташовані як у космосі, так і на земній поверхні. Аерокосмічне дистанційне зондування передбачає використання спеціальних супутників, які обертаються навколо Землі і відправляють сигнали на поверхню, які після відбиття від поверхні Землі повертаються до супутника. Збір та аналіз цих сигналів дозволяє вивчати різні параметри поверхні Землі, такі як температура, вміст води, глибина водойм та інші.

Наземне дистанційне зондування, у свою чергу, полягає в використанні приладів, які знаходяться на землі та збирають дані про властивості поверхні Землі. Для цього можуть використовуватись дальномери, спектрометри та інші прилади. Наземне зондування дозволяє збирати дані в режимі реального часу та отримувати більш детальну інформацію про місцеві об'єкти.

Обидва підходи мають свої переваги та недоліки і можуть використовуватись в різних сферах, від моніторингу кліматичних змін та природних катастроф до вивчення земної поверхні та моніторингу ресурсів.

Однією з основних переваг аерокосмічного дистанційного зондування є можливість збирати дані з великих територій, в тому числі в труднодоступних або небезпечних місцях. Завдяки цьому, можна отримувати інформацію про віддалені райони, яку було б складно або навіть неможливо отримати іншими способами. Також аерокосмічне зондування дозволяє збирати дані з високою частотою, що дозволяє вивчати зміни на поверхні Землі в режимі реального часу.

Недоліком аерокосмічного зондування є те, що воно є досить дорогим та складним процесом, пов'язаним з запуском та обслуговуванням супутників. Крім того, дані, отримані за допомогою аерокосмічного зондування, можуть містити помилки та не точність через різні фактори, такі як атмосферні умови та інші перешкоди.

Наземне дистанційне зондування, у свою чергу, має перевагу в тому, що воно є менш дорогим та більш доступним способом збору даних про поверхню Землі. Крім того, дані, отримані за допомогою наземного зондування, можуть бути більш точними та детальними через більш прямий контакт з об'єктом дослідження.

Недоліком наземного дистанційного зондування є те, що воно обмежене географічними факторами та не може збирати дані з великих територій, як це можливо в аерокосмічному зондуванні. Крім того, наземні прилади можуть бути підвержені різним впливам, таким як погода, що може вплинути на точність та якість отриманих даних.

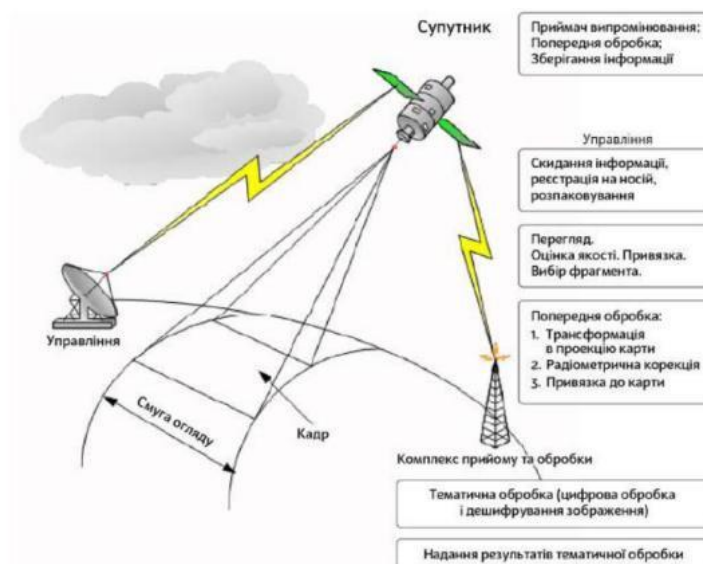


Рис. 2.2. Структура дистанційного зондування [5]

В цілому, системи дистанційного зондування є потужним інструментом для дослідження та моніторингу Землі та її довкілля, що дозволяє отримувати важливі дані для розв'язання різноманітних задач в галузі науки, господарства та іншій сфері діяльності людини.

Забезпечення дистанційного зондування землі включає різні типи носіїв та транспортних засобів, що дозволяють збирати дані про земну поверхню та навколишнє середовище з висоти.

Авіаційні носії включають літаки та дрони, які здійснюють фотозйомку та збирають дані з поверхні Землі. Вони можуть бути використані для швидкого збору інформації в обмежених районах та в разі потреби оперативно реагувати на надзвичайні ситуації. Авіаційні носії забезпечують точність та роздільну здатність зображень, забезпечуючи зручний доступ до важкодоступних територій, таких як гірські райони або лісисті масиви. Крім того, вони забезпечують швидкий збір даних та можливість виконувати знімки з різних кутів та висот. Для отримання максимальної якості зображень, використовуються спеціальні камери та обладнання, що дозволяють забезпечити якісну фото- та відеозйомку з великої висоти. Крім того, авіаційні носії можуть мати системи, які дозволяють виконувати знімки з різної висоти та кута нахилу камери, що забезпечує різноманітність даних для аналізу та обробки.

Космічні носії включають ракети та космічні кораблі, які піднімають штучні супутники на орбіту. Ці супутники здатні збирати інформацію про Землю з великої висоти та здійснювати зйомку зображень на широкому діапазоні довжин хвиль, включаючи інфрачервоне та радіохвильове випромінювання. Запуск космічних носіїв є складним технічним процесом, який включає в себе ряд етапів, таких як підготовка космічного апарату до запуску, встановлення його на космічний носій, заправлення паливом, запуск і перехід на орбіту. Космічні носії можуть мати різну конструкцію та параметри, залежно від завдання, яке вони мають виконати. Наприклад, ракети-носії можуть бути одноразовими або повторно використовуваними, мати різну кількість ступенів, які забезпечують запуск на потрібну орбіту.

Штучні супутники Землі використовуються для отримання даних про клімат, погоду, океанів, рослинність та інші фактори середовища. Вони можуть бути обладнані різними типами приладів, включаючи радіометри, спектрометри та радари, що дозволяють отримувати різноманітні дані про земну поверхню. Отримані дані можуть бути використані в різних галузях, від аграрного сектору до вивчення екології і геології. Штучні супутники землі є невід'ємною складовою сучасних технологій інформаційного забезпечення, що дозволяє отримувати високоякісну та точну інформацію про Землю. Вони є надійними джерелами даних для наукових досліджень, а також для прийняття рішень в бізнесі та урядових структурах.

Пілотовані кораблі можуть бути використані для збору даних про землю, коли необхідна присутність людини на борту для виконання різних завдань, таких як дослідження морського середовища або моніторинг лісів.

Пілотовані кораблі ДЗЗ включають в себе спеціальні обладнання, такі як лінзи та сенсори, що забезпечують високу якість та роздільну здатність отриманого зображення. Такі камери можуть бути налаштовані для різних типів знімків, включаючи зображення відкритих просторів, підводних джерел та високоточних карти земної поверхні. Окрім того, пілотовані кораблі ДЗЗ мають високоточну систему глобального позиціонування (GPS) та системи

вимірювання висоти, що допомагають точно визначати місцезнаходження та висоту зйомки. Це дозволяє зібрати велику кількість даних, які використовуються для створення 3D-моделей земної поверхні.

У пілотованих кораблях ДЗЗ також використовуються системи передачі даних, які дозволяють пересилати зібрану інформацію на земну станцію для подальшого аналізу та обробки. Це може бути особливо корисним для наукових досліджень, а також для використання відомствами цивільної оборони під час реагування на природні катастрофи або інші екстрені ситуації.

Орбітальні станції ДЗЗ обертаються навколо Землі, призначені для збору даних інформації про земну поверхню. Вони оснащені приладами, які здійснюють знімання зображень Землі, збирають інформацію про клімат, географічні особливості та інші параметри поверхні. Орбітальні станції ДЗЗ можуть бути супутниками або стаціонарними платформами, які забезпечують постійний моніторинг певних районів Землі. Дані, зібрані з орбітальних станцій, використовуються в різних галузях, таких як землеробство, лісове господарство, охорона навколишнього середовища, картирование, метеорологія та інші.

Орбітальні станції ДЗЗ використовуються в різних проектах, включаючи міжнародні, такі як Міжнародна космічна станція. За допомогою цих станцій дослідники можуть вивчати земну поверхню та отримувати детальну інформацію про певні райони Землі, що допомагає вирішувати різноманітні проблеми, пов'язані з довкіллям та людською діяльністю.

2.3 Ознаки дешифрування

Дешифрування, або інтерпретація, на космічних знімках означає процес визначення об'єктів, їх властивостей та взаємозв'язків на основі їх зображень. Дешифрувальні ознаки, які використовуються для цього, поділяються на прямі та непрямі. Прямі дешифрувальні ознаки - це властивості об'єктів, які відображені на знімку і включають геометричні характеристики (розмір, форма, тінь), яскравісні характеристики (тон, яскравість, колір, спектральний образ) та структурні ознаки (текстура, структура, рисунок).

У процесі дешифрування зображень, розмір об'єкта залежить від масштабу, аналізуються відносні розміри об'єктів на тому ж знімку. Чіткість форми об'єкта або його контурів є важливим критерієм дешифрування. Форма природних об'єктів зазвичай є нерегулярною, і зміна масштабу знімка може призвести до зміни форми об'єкта через зникнення деталей. Наприклад, плоскі об'єкти можуть бути розташовані на похилій поверхні або мати викривлення по краях знімка. У космічних знімках, форма об'єктів, що не мають вертикальної протяжності, зазвичай передається без спотворення.

Тінь є важливим фактором при аналізі зображень, оскільки він допомагає зрозуміти відносну висоту та форму об'єкта. Наприклад, тіні, які формуються від хмар, що перебувають у вищих шарах, можуть дати уявлення про профіль об'єкта. У зображеннях можна виділити два типи тіней: власну тінь - це тінь, яка формується на самому об'єкті та не освітлюється прямим сонячним світлом, та падаючу тінь - це тінь, яка виникає на поверхні землі або на інших об'єктах. Власна тінь може дати уявлення про поверхню об'єкта з об'ємною формою, тоді як падаюча тінь відображає вертикальну протяжність та силует об'єкта. Падаюча тінь особливо корисна для визначення об'єктів з високою вертикальною протяжністю, які займають невелику площу. Для великомасштабних зображень особливо важливим є розшифрування значення тіні як показника.



Рис.2.3. Приклад тіні хмарності [6].

Дешифрування за непрямими ознаками визначає об'єкти та явища на супутникових знімках не тільки за прямими ознаками, але й за наявністю взаємозв'язків між різними природними та антропогенними властивостями території. Цей підхід ґрунтується на використанні індикаторів - прямих ознак інших об'єктів, які допомагають виявити непрямі ознаки. Непрямі ознаки дешифрування можуть бути поділені на три групи індикаторів: об'єкти, властивості об'єктів, динаміка руху та змін об'єктів [5].

Об'єкти можна інтерпретувати за їх зовнішнім виглядом та розташуванням, спираючись на непрямі ознаки їх особливостей. Наприклад, серповидний об'єкт в горах можна визначити як скелі, а білі плями на знімках гор можуть бути снігом. Також можна використовувати індикатори динаміки, такі як рух та часові зміни на супутникових знімках, для визначення особливостей об'єктів. Наприклад, форми піщаного рельєфу можуть бути індикаторами напрямку вітру, а рисунок на поверхні льодовиків - індикатором їх руху. Непрямі ознаки можуть бути розглянуті на великих територіях, де індикаторами можуть бути рослинність та рельєф.

Методика та технологія процесу мають вплив на результати дешифрування супутникових знімків, і правильна схема повинна дати максимальну інформацію зі знімку. Використання візуального дешифрування має перевагу у легкості отримання просторової інформації, включаючи форму, розміри та розподіл об'єктів, а також використання всієї сукупності дешифрувальних ознак, зокрема, непрямих.

Також варто приділити більше уваги яскравісним дешифрувальним ознакам. Яскравісні ознаки пов'язані з різними властивостями об'єктів, включаючи тон зображення, рівень яскравості (визначений яскравістю кодування), колір та спектральний образ. Ці ознаки відображають спектральну відбивну здатність об'єктів [5].

Один з важливих критеріїв при дешифруванні зображень - тональність об'єкта, яка відображає його відносну яскравість кольору. У візуальному аналізі чорно-білих знімків, тон - це оптична щільність зображення. Це характеристика,

яка є інтегральною або зональною функцією вузького діапазону спектру. На цифрових знімках, однакова інтегральна або зональна яскравість кодується за допомогою рівня яскравості на шкалі з визначеним числом ступенів.

Спектральний образ представляє собою групу тональних (яскравісних) значень, які спостерігаються на зображенні об'єкта в різних зональних знімках. Він є ключовою характеристикою для автоматизованого декодування багатозональних знімків.

Яскравість об'єктів може змінюватися від знімка до знімка, що призводить до недостатньої надійності дешифрувальних ознак, таких як тон, колір та спектральний образ. Тому, для візуального дешифрування чорно-білих знімків використовують шкалу відтінків. Ця шкала допомагає оцінити відмінності в тоні між двома формами хмар, навіть якщо вони знаходяться на різних знімках або на значній відстані одна від одної.

Кольорові зображення містять більшу кількість кольорових відтінків порівняно з чорно-білими зображеннями, тому людське око сприймає колірні відмінності на них легше, ніж відтінки сірого. Хоча дешифрування кольорових зображень зазвичай зручніше, ніж чорно-білих, кольори об'єктів на зображеннях можуть змінюватись під впливом різних факторів, особливо на кольорових синтезованих зображеннях. При дешифруванні кольору використовують кілька термінів, іноді термін "відтінок" використовується замість терміну "тон", але він частіше відноситься до чорно-білих зображень.

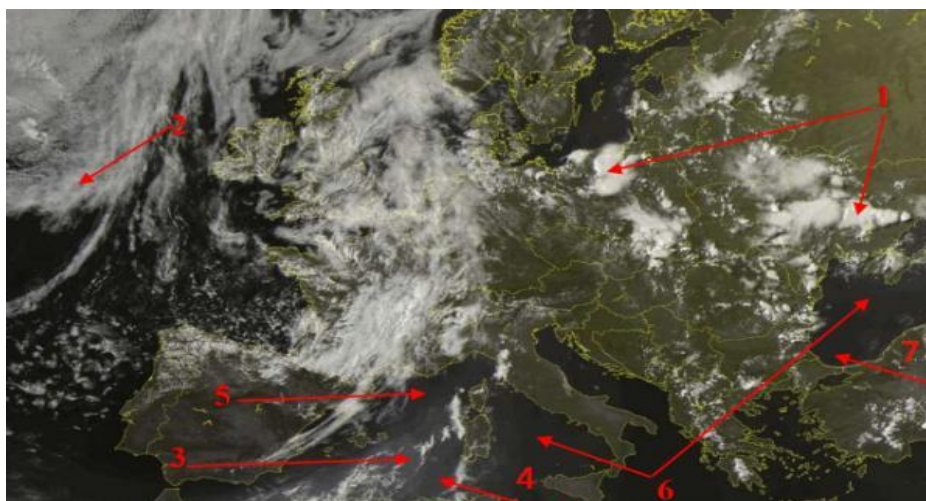


Рис.2.4. Приклад ступенів шкали відтінків на знімку [8].

Терміни «густий» та «щільний», а також «чистий» часто використовуються для опису насиченості кольору, як відмінності від більш пастельних та білястих тонів. А щодо опису світла, то зазвичай використовують терміни «яскраве» або «темне».

2.4. Методи обробки та аналізу даних дистанційного зондування

Процеси аналізу і обробки даних дистанційного зондування є важливою складовою в застосуванні технологій дистанційного знімання для вирішення різних задач, таких як моніторинг навколишнього середовища, сільське господарство, картографування та багато інших. Після того, як зображення з космічних чи аерофотографічних апаратів отримано, дані потребують обробки для того, щоб виявити корисну інформацію.

Обробка даних дистанційного зондування включає кілька етапів. Спочатку проводиться калібрування зображень, яке дозволяє привести їх до єдиної системи вимірювань, враховуючи вплив атмосферних умов, кутів знімання та інших факторів. Потім здійснюється попередня обробка зображень, що включає усунення шумів, корекцію кольору, а також вирівнювання геометрії зображень для забезпечення точності у подальшому аналізі. На цьому етапі важливим є використання різних методів фільтрації для зменшення впливу атмосферних і технічних спотворень.

Наступним етапом є класифікація зображень. Це процес автоматичного поділу зображення на різні класи або категорії, що відповідають певним об'єктам чи явищам на земній поверхні (наприклад, ліс, водоймище, міські території). Для цього використовуються різні алгоритми, зокрема методи супервізованої та несупервізованої класифікації. У першому випадку класифікація здійснюється на основі попередньо відомих зразків (тренувальних наборів даних), у другому – алгоритм самостійно знаходить закономірності без попередньої інформації.

Особливо важливим є аналіз спектральних характеристик зображень, оскільки різні матеріали та поверхні мають унікальні спектральні відбиття в різних діапазонах електромагнітного спектра (наприклад, видиме світло,

інфрачервоний діапазон). Це дозволяє виділяти окремі об'єкти, такі як водні ресурси, сільськогосподарські культури чи різні типи рослинності.

Для досягнення більш точних результатів використовується комбінація різних методів аналізу, таких як змішане піксельне моделювання, текстурний аналіз, а також використання географічних інформаційних систем (ГІС), які дозволяють інтегрувати дані дистанційного зондування з іншими джерелами інформації, такими як карти, статистичні дані або дані з наземних спостережень. Методи виявлення змін є ще однією важливою складовою аналізу даних. Вони дозволяють порівнювати різні знімки, зроблені в різні часи, і виявляти зміни в ландшафті, такі як розвиток урбаністичних територій, зміни в рослинності, ерозія чи зміни в акваторіях. Це має велике значення для моніторингу природних катастроф, оцінки ризиків чи визначення ефективності природоохоронних заходів.

Важливою частиною обробки даних є також створення карт та моделей. Зображення, отримані дистанційним зніманням, можуть бути використані для створення тривимірних моделей місцевості, що є корисним для планування будівництва, інженерних робіт або прогнозування екологічних процесів.

Таким чином, методи обробки та аналізу даних дистанційного зондування дають можливість отримувати детальну та точну інформацію про стан Землі, що є необхідним для ефективного управління природними ресурсами, вирішення екологічних проблем та здійснення наукових досліджень.

Крім згаданих методів, важливу роль у обробці та аналізі даних дистанційного зондування відіграє використання підвищених технологій машинного навчання та штучного інтелекту. Завдяки цим інструментам можливе покращення процесу класифікації, аналізу та прогностичних моделей. Зокрема, глибоке навчання (deep learning) використовує складні нейронні мережі для автоматичного виявлення складних закономірностей у великих обсягах даних. Це дозволяє підвищити точність у розпізнаванні об'єктів на зображеннях та прогнозуванні змін в природних процесах, таких як зміни клімату чи деградація екосистем.

Один із таких підходів — аналіз великих даних, який дозволяє обробляти величезні обсяги інформації, отриманої через дистанційне зондування, в режимі реального часу. Це дає змогу швидко реагувати на зміни на поверхні Землі, такі як виявлення лісових пожеж, підтоплень чи інших надзвичайних ситуацій.

Ще одним важливим напрямом є фузія даних, що полягає у поєднанні зображень, отриманих з різних джерел, наприклад, з супутників різних типів (оптичні, радарні) чи навіть з інших наукових інструментів, таких як метеорологічні станції. Це дозволяє створювати більш точні моделі та розширювати можливості для різноманітних застосувань — від вивчення океанографії до моніторингу сільськогосподарських угідь.

Важливо також зазначити, що для здійснення якісної обробки та аналізу даних дистанційного зондування необхідне використання спеціалізованих програмних засобів, таких як ENVI, ERDAS IMAGINE, QGIS та інших. Ці програми дозволяють проводити аналіз, класифікацію, векторизацію зображень і створення карт за допомогою потужних інструментів обробки зображень, що значно полегшує роботу з даними дистанційного зондування.

Крім того, розширення використання геоінформаційних систем (ГІС) у поєднанні з дистанційним зондуванням дає можливість створювати комплексні картографічні рішення, які інтегрують просторові дані з інших джерел. Це дозволяє отримувати багатофункціональні карти для планування території, управління ресурсами та моніторингу змін у навколишньому середовищі.

Висновки до 2-го розділу

У розділі були розглянуті теоретико-методологічні основи застосування дистанційних засобів зондування Землі, що охоплюють фізичні принципи знімання, технічне забезпечення цієї технології та основи дешифрування зображень. Дистанційне зондування Землі є потужним інструментом для отримання об'єктивної інформації про різні об'єкти та явища на поверхні планети. Розвиток цієї технології забезпечив значний прогрес у багатьох галузях, таких як геологія, сільське господарство, екологія та управління природними ресурсами.

Особливу увагу в розділі було приділено методам обробки та аналізу даних дистанційного зондування. Сучасні технології дозволяють не лише отримувати зображення з високою роздільною здатністю, але й обробляти та аналізувати величезні масиви даних за допомогою потужних програмних засобів та алгоритмів, що включають методи машинного навчання та штучного інтелекту. Важливим кроком є калібрування, попередня обробка зображень, класифікація, виявлення змін, а також створення тривимірних моделей і карт, що дозволяє отримувати точну та корисну інформацію для різноманітних практичних застосувань.

Завдяки інтеграції дистанційного зондування з географічними інформаційними системами (ГІС) та використанню методів аналізу великих даних, сучасні дослідження стають більш точними та оперативними. Це відкриває нові можливості для моніторингу навколишнього середовища, прогнозування природних катастроф, управління ресурсами та розв'язання інших глобальних проблем.

Таким чином, розвиток методів обробки та аналізу даних дистанційного зондування дозволяє здійснювати комплексний моніторинг, сприяє ефективному прийняттю рішень у різних сферах і є важливим кроком до сталого розвитку суспільства та збереження навколишнього середовища.

РОЗДІЛ III. ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ARCGIS ПРИ ОБРОБЦІ КОСМОЗНІМКІВ

3.1. Функціональні можливості програмного продукту ARCGIS

ArcGIS Desktop — це програмний пакет для роботи з геоінформаційними системами (ГІС), розроблений компанією ESRI (Environmental Systems Research Institute), призначений для використання на персональних комп'ютерах. Програми цього набору можна використовувати як самостійно, так і в рамках корпоративної мережі на основі ArcGIS Server.

До складу ArcGIS Desktop входять три основні пакети: ArcView, ArcEditor і ArcInfo. Вони мають спільну структуру та інтерфейс, але різняться функціональними можливостями. Базовий пакет, ArcView, коштує приблизно 1200 доларів США і забезпечує основний набір функцій для роботи з ГІС. Крім цього, доступні додаткові модулі (ArcGIS Extensions), які розширюють функціонал у певних напрямках. Їхня вартість варіюється від 300 до 2500 доларів США.

Основний модуль ArcGIS Desktop має єдиний інтерфейс та структуру. Раніше, до версії 8.3, він включав компоненти ArcCatalog, ArcMap і ArcToolbox. У версії 9.0 до них додали ModelBuilder і ArcGlobe. Кожен із цих компонентів виконує певні функції, пов'язані з обробкою, аналізом, візуалізацією та редагуванням даних

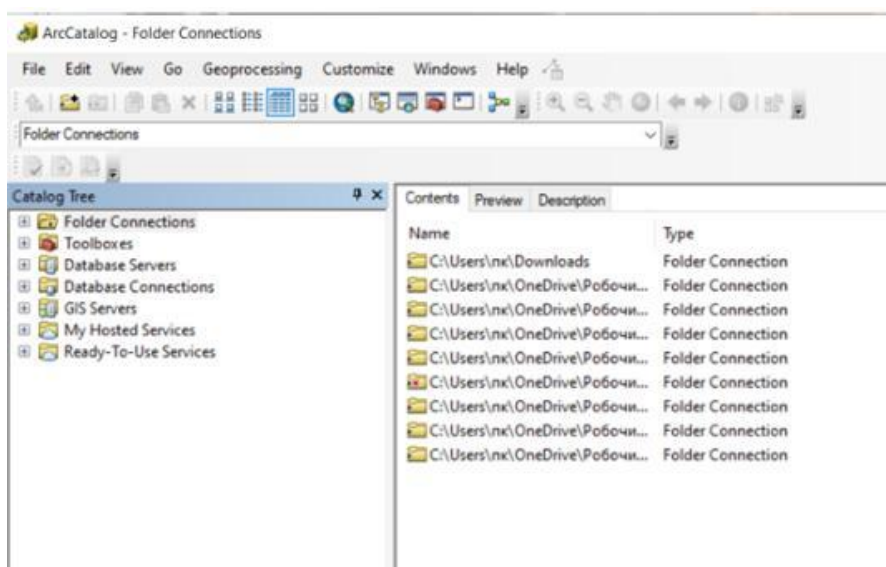


Рис.3.1. Компонент ArcCatalog

ArcCatalog є компонентом ArcGIS Desktop і є програмним інструментом для організації, керування та редагування геоданих. Основні характеристики ArcCatalog включають:

1. Керування геоданими: ArcCatalog дозволяє користувачам керувати геоданими, такими як Shapefile, бази даних геоданих та растрові набори даних. Користувачі можуть додавати нові дані, видаляти та редагувати існуючі дані, створювати нові шари та ін.
2. Пошук та організація: ArcCatalog надає користувачам зручний інтерфейс для пошуку та організації геоданих за категоріями, ключовими словами, місцезнаходженням та іншими параметрами.
3. Редагування метаданих: ArcCatalog дозволяє користувачам додавати та редагувати метадані до своїх геоданих, такі як опис, автор, дата створення та ін.
4. Перегляд геоданих: ArcCatalog надає користувачам зручний інтерфейс для перегляду своїх геоданих, що дозволяє отримувати детальну інформацію про кожен шар даних та растровий набір.
5. Експорт та імпорт геоданих: ArcCatalog дозволяє користувачам експортувати свої геодані у різні формати, такі як Shapefile, KML, GeoJSON та інші. Крім того, користувачі можуть імпортувати дані з інших форматів.
6. Редагування баз даних геоданих: ArcCatalog дозволяє користувачам редагувати бази даних геоданих, включаючи створення нових таблиць, внесення змін до існуючих таблиць та інше.
7. Підтримка мережевих ресурсів: ArcCatalog підтримує мережеві ресурси, такі як бази даних, що знаходяться на віддалених серверах.

ArcMap - це один з ключових компонентів, що використовується для відображення та аналізу геоданих. ArcMap дозволяє створювати та редагувати карти, виконувати аналіз геоданих, візуалізувати результати аналізу за допомогою графіків, таблиць та діаграм, а також додавати спеціальні ефекти до карти, наприклад, тінь та погодинний ефект. ArcMap також має розширені

функції для роботи з растровими та векторними даними, та підтримує підключення до баз даних та сервісів веб-картографії.

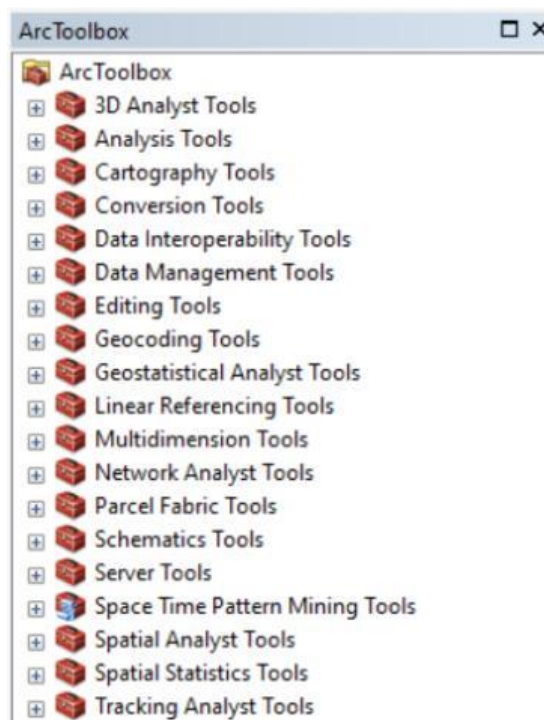


Рис.3.2. Компонент ArcToolbox

ArcToolbox - це компонент базового модуля пакетів ArcGIS Desktop, який містить набір геоінструментів для обробки геоданих. Ці інструменти можуть використовуватись для створення, редагування, аналізу, конвертації та інших операцій з геоданими. ArcToolbox забезпечує зручний доступ до геоінструментів через єдиний інтерфейс користувача та може використовуватись як самостійний додаток або в поєднанні з іншими компонентами ArcGIS Desktop.

ModelBuilder - графічний інтерфейс для створення, редагування та виконання моделей геообработки. Він дозволяє користувачам зв'язувати разом геообработку та аналіз, що дозволяє автоматизувати рутинні задачі та швидко створювати складні процедури обробки геоданих. ModelBuilder базується на використанні вже наявних інструментів геообработки, які вже доступні в ArcToolbox, тому є можливість додавати власні скрипти інструментів Python для створення власних робочих потоків.

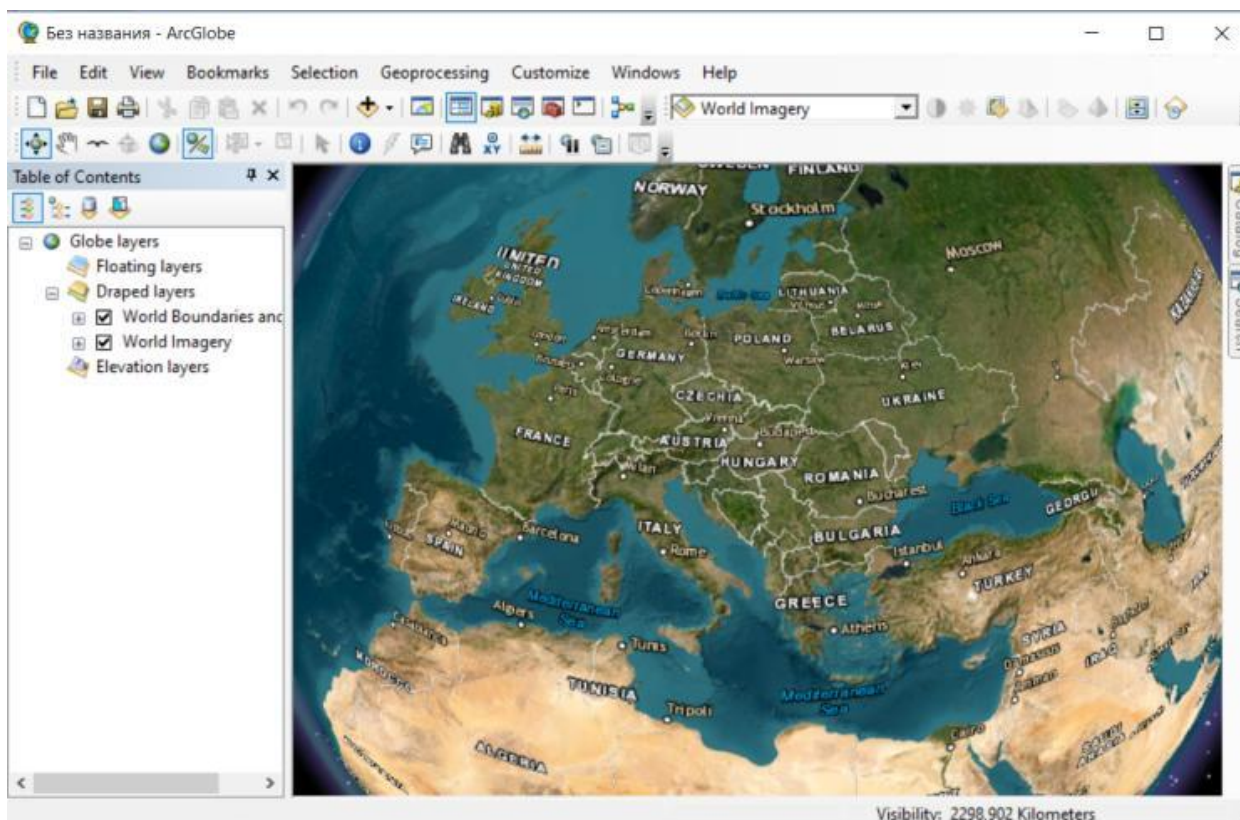


Рис.3.3. Компонент ArcGlobe

ArcGlobe - призначений для відображення глобуса та реалізації 3D-аналізу геоданих. За допомогою ArcGlobe можна відображати дані на планетарному масштабі, створювати теренові моделі, визначати видимість об'єктів та виконувати аналіз геоданих з точки зору глобальних процесів. Крім того, ArcGlobe може інтегруватися з іншими компонентами ArcGIS Desktop, такими як ArcCatalog та ArcMap, для більш ефективної роботи з геоданими.

3.2. Загальна характеристика Чагорської ТГ

Чагорська територіальна громада розташована в південно-західній частині Чернівецької області, на межі з Румунією, і є однією з адміністративно-територіальних одиниць Чернівецького району. Вона була утворена в рамках адміністративної реформи, відповідно до Закону України «Про добровільне об'єднання територіальних громад» від 2015 року, з метою оптимізації управління та покращення надання публічних послуг.

Громада займає площу приблизно 150 км² і включає кілька населених пунктів, серед яких село Чагор — адміністративний центр громади.



Рис.3.4. Чагорська ТГ

Географічне положення та природно-ресурсний потенціал. Чагорська громада має стратегічне розташування в межах Чернівецької області, оскільки знаходиться в безпосередній близькості до Чернівців, що є обласним центром. Географічно громада знаходиться в межах Придністровської низовини, де переважають рівнинні та слабо хвилясті території.

Завдяки родючим ґрунтам, що є типовими для Буковини, територія громади має високий аграрний потенціал. Річка Прут, яка протікає через село Чагор, є важливим природним ресурсом, що сприяє розвитку сільського господарства.

Населення громади станом на останні переписи населення, Чагорська громада налічує близько 10 000 осіб. Переважна частина населення — українці, але також є представники румунської, молдовської та інших меншин. Всі вони мають свою культуру та традиції, що відображають багатонаціональний склад громади.

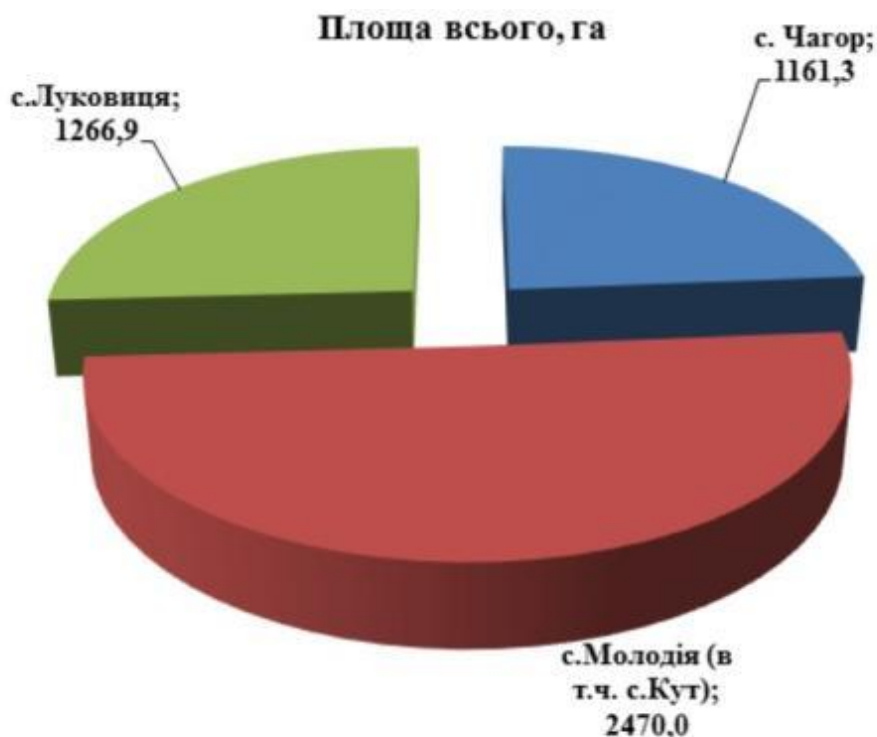


Рис 3.5. Інформація про земельні ресурси ОТГ

Рівень урбанізації громади низький, і основною формою поселення є сільські будинки. Основний тип діяльності — сільське господарство, однак зростаюча трудова міграція до Чернівців створює додаткові можливості для працевлаштування.

Адміністративно-територіальний склад громади

До складу Чагорської територіальної громади входить кілька населених пунктів, серед яких:

- Чагор (адміністративний центр),
- Молодія,
- Луковиця,
- Кут

Ці населені пункти мають розвинену інфраструктуру та культурне життя, хоча рівень розвитку значною мірою залежить від розташування кожного з них і відстані до Чернівців.

Основною економічною діяльністю є сільське господарство, зокрема вирощування зернових культур, овочів, фруктів, а також тваринництво. Велику

роль у житті громади відіграють приватні фермерські господарства, що орієнтуються на вирощування продукції для власних потреб і для продажу на місцевих ринках.

Завдяки близькості Чернівців, де є більше можливостей для робочих місць, жителі громади часто працюють у міських підприємствах, що також позитивно впливає на місцеву економіку. Водночас проблема сезонного безробіття залишається актуальною, особливо у періоди, коли активність в сільському господарстві знижується.

Усі ці фактори створюють умови для сталого розвитку громади в умовах децентралізації та європейської інтеграції України.

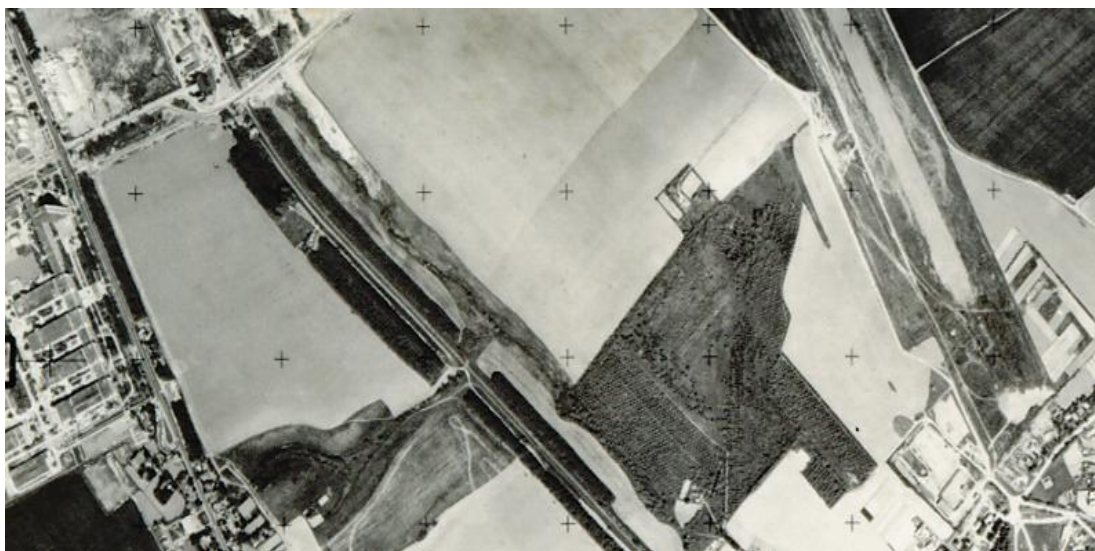
3.3. Особливості отримання та підготовки до дешифрування даних ДЗЗ для території Чагорської ТГ

На початковому етапі потрібно з'ясувати, скільки та якої якості матеріал доступний для дослідження, зокрема картографічний та аерокосмічний.

Матеріали, що стосуються території Чагра, є застарілими та не відповідають потребам нашого дослідження, оскільки останні знімки були зроблені багато років тому. Проблема полягає в недостатньому фінансуванні та потребі використання аерокосмічних знімків на цій території. Оскільки на території Чагорської сільської ради немає стратегічних об'єктів, розвиток населених пунктів не відбувається, що також впливає на відсутність актуальних даних. Для нашого дослідження ми використали аерокосмічні знімки з мережі Інтернет та безкоштовні сервіси.

Ми використали наступні дані як растрову основу нашого дослідження:

1. Аерофотознімок з панхроматичним (чорно-білим) зображенням, який було зроблено у 1990 році.



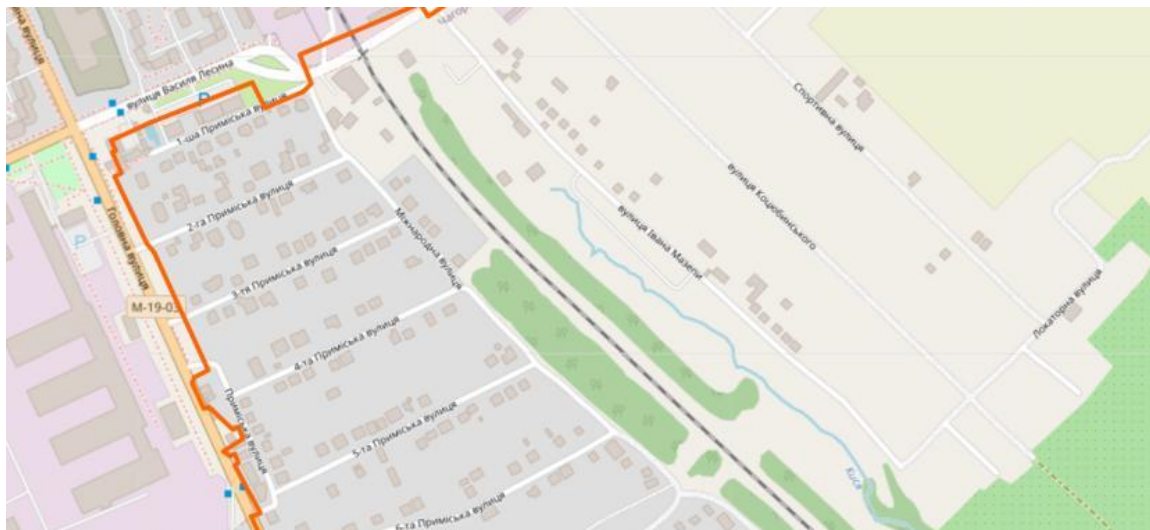
2. Карта масштабу 1:100 000 з топографічним аркушем номенклатури М-35-136 (137), що стосується міста Чернівці та його околиць. Карта була складена у 1978 році.



3.Зображення з космосу були отримані у вересні 2019 року з веб-ресурсу Bing.Maps з просторовою роздільною здатністю 1 метр.



4. Карта з відкритого порталу OpenStreetMaps



5.Додаткові сервіси з картографії, такі як Публічна кадастрова карта та геоportal "ДГМ".



6.Матеріали фотоархівів були взяті з веб-сервісу Зд-укр та з карти Google Street View.



Окрім того, важливим етапом є визначення критеріїв, за якими будуть дешифруватися аеро та космознімок. Дешифрування включає в себе виокремлення, розшифрування та визначення характеристик об'єктів, які відображені на знімку. Для досягнення цієї мети було обрано візуально-логічний підхід до дешифрування.

У зв'язку з тим, що аерофотознімок був оброблений з використанням сканування, його якість значно знизилася, що призвело до неможливості виділити всі підкатегорії земель. Також, для забезпечення об'єктивності розпізнавання об'єктів, ми не змогли зібрати фотоархів та додаткові відомості про досліджувану територію станом на 1990 рік. У зв'язку з цим, подальший геоінформаційний аналіз проводили за основними класами.

Є чотири основні класи, вони включають землі сільськогосподарського призначення, водні об'єкти, забудовані землі та рослинний покрив. Перший клас складається з земель з багаторічними насадженнями та орних земель. Другий клас охоплює водні об'єкти. Третій клас містить будівлі та споруди, прибудинкові території та дорожню мережу. Четвертий клас включає рослинний покрив, який складається з чагарників, полезахисних смуг та луків.

3.4. Дешифрування земельного фонду Чагорської ТГ засобами ArcGIS

Перед проведенням порівняння земель досліджуваної території, завантажуюмо програму ArcGis та встановлюємо її. Обрали версію 10.8 через хорошу оптимізацію та зручні функціональні можливості, зрозумілий інтерфейс. (Рис. 3.6.)

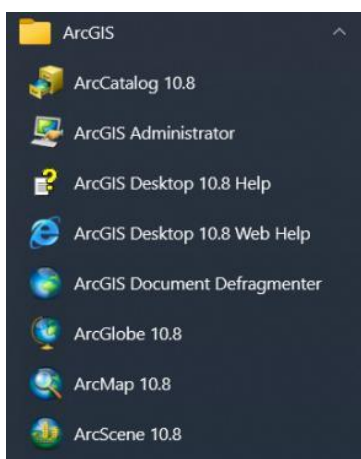


Рис. 3.6. Зображення папки та ярлика програми ArcGIS 10.8

Також у процесі роботи використали різні програми та сервіси, які забезпечують доступ до актуальних даних Землі. Серед найпопулярніших інструментів варто виділити Google Earth Pro, QGIS (з інтеграцією Bing Maps), Sentinel Hub та USGS Earth Explorer. Кожен із цих сервісів має свої особливості та призначення.

Google Earth Pro є одним із найбільш доступних і зручних рішень. Це безкоштовна програма, яка пропонує користувачам супутникові знімки високої якості, функції аналізу змін у часі та базові інструменти роботи з просторовими даними. Інтерфейс програми інтуїтивно зрозумілий, що робить її доступною навіть для початківців. За допомогою Google Earth Pro можна створювати позначки, вимірювати відстані, працювати з 3D-моделями та експортувати знімки у форматі зображень. Однак основним недоліком є обмеження за джерелами даних – програма використовує лише базу Google, що не дозволяє комбінувати інформацію з інших джерел або аналізувати спектральні дані.

QGIS із підключенням до Bing Maps пропонує більш професійний підхід. Ця програма є багатофункціональним інструментом для роботи з геопросторовими даними, яка дозволяє підключати різні картографічні джерела, такі як Bing Maps, OpenStreetMap чи Google Maps. Через це користувач отримує можливість порівнювати дані з різних джерел, виконувати аналіз, а також експортувати дані з геоприв'язкою. Хоча QGIS відкриває широкі можливості, його використання вимагає певних технічних навичок, а налаштування експорту супутникових знімків потребує додаткових кроків.

Sentinel Hub – це онлайн-сервіс, який надає доступ до супутникових даних місій Sentinel. Основна перевага цього ресурсу полягає в можливості аналізу спектральних каналів і розрахунку індексів, таких як NDVI, що корисно для оцінки стану рослинності, вологості ґрунтів тощо. Sentinel Hub орієнтований на наукові дослідження, але безкоштовна версія має обмеження за функціоналом, а використання сервісу потребує постійного підключення до Інтернету.

USGS Earth Explorer є ще одним потужним інструментом для завантаження супутникових знімків. Він забезпечує доступ до даних місій

Landsat, Sentinel, MODIS та інших. Цей сервіс ідеально підходить для отримання даних із геоприв'язкою у форматах, які легко інтегруються у ГІС-програми. Однак інтерфейс сайту є менш інтуїтивним, а робота з ним вимагає реєстрації та базових знань у сфері дистанційного зондування.

Для виконання роботи було обрано Google Earth Pro через його простоту, доступність та функціональні можливості, які дозволяють швидко отримати необхідні дані. Програма забезпечує якісні супутникові знімки з можливістю аналізу змін у часі, що є важливим для моніторингу території.

Процес завантаження Google Earth Pro:

Завантажити програму можна з офіційного сайту Google Earth. Вибираємо версію для своєї операційної системи (Windows, macOS) та натискаємо Download.

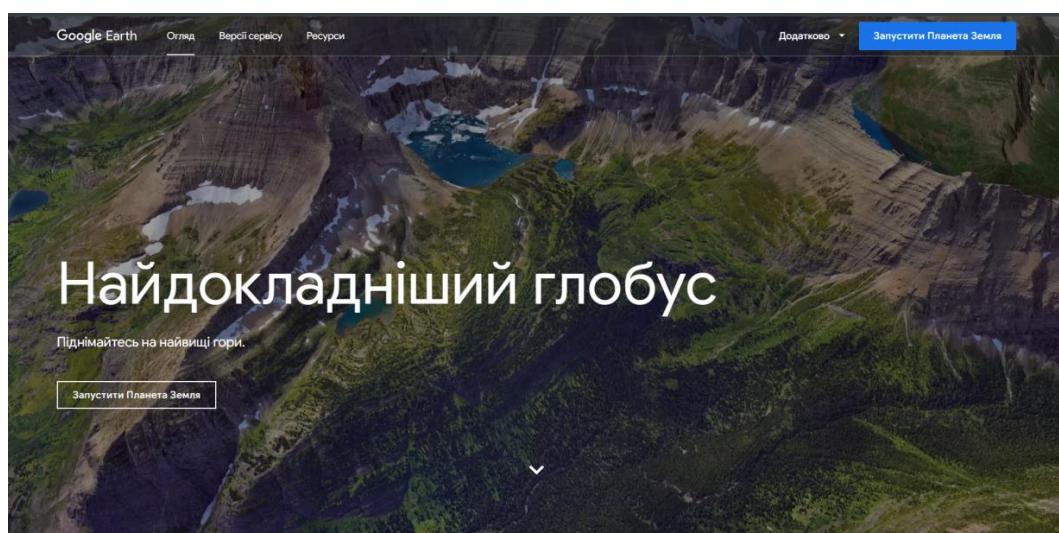


Рис. 3.7. Веб-сайт Google Earth Pro

Після завантаження інсталяційного файлу запускаємо його та слідуємо інструкціям інсталятора. Процес встановлення займає кілька хвилин.

Після успішного встановлення відкриваємо програму. Вона автоматично завантажує карту світу.

Для пошуку території вводимо її назву, координати або адресу в пошуковому рядку у верхньому лівому куті. Карта автоматично переміститься до обраного місця.

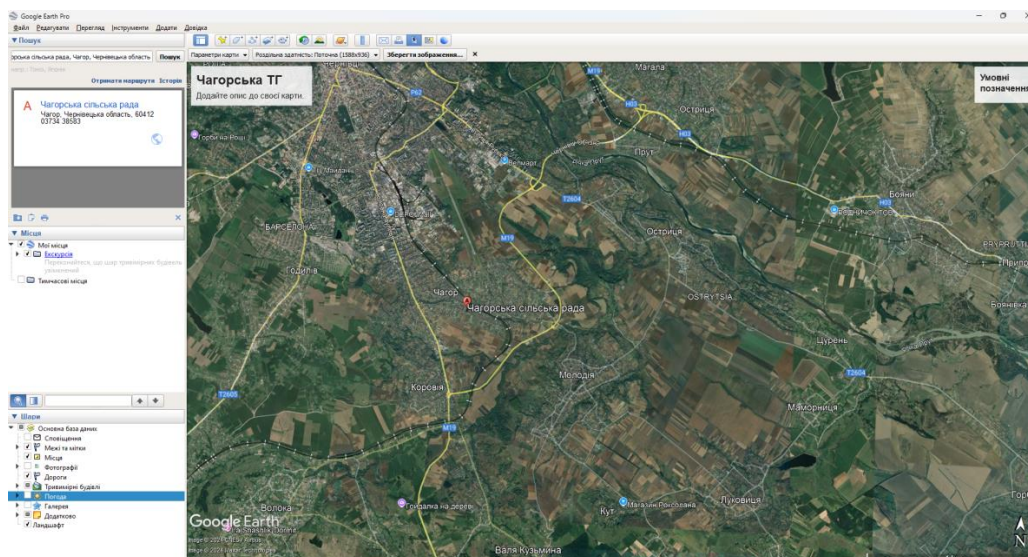


Рис. 3.8. Інтерфейс Google Earth Pro

Щоб завантажити супутниковий знімок, переходимо до меню File → Save → Save Image. У діалоговому вікні можна налаштувати параметри, такі як масштаб, якість і рамки, після чого зберегти знімок у вигляді зображення.

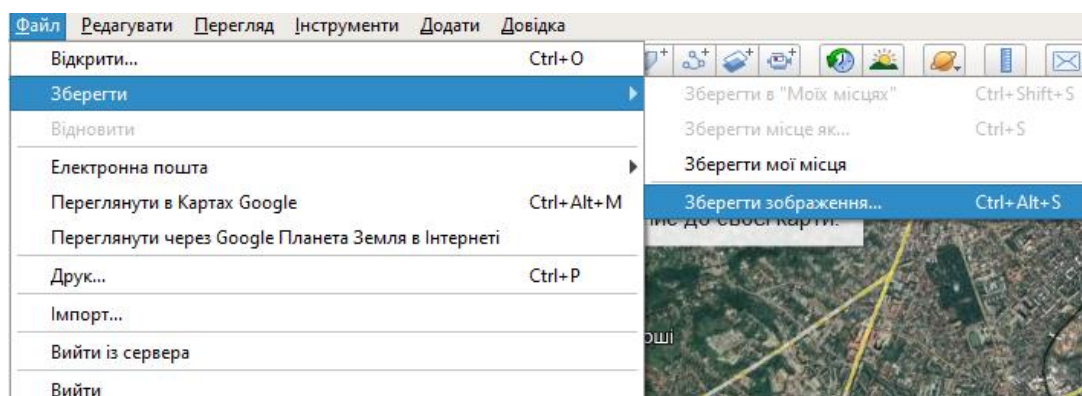


Рис. 3.9. Завантаження космознімку з Google Earth Pro

Google Earth Pro забезпечує простий і швидкий доступ до супутникових даних, що робить його ідеальним інструментом для візуалізації та базового аналізу в дипломній роботі. Однак для розширеного аналізу (наприклад, спектрального) можна доповнити його використання іншими сервісами, такими як QGIS або Sentinel Hub.

Після імпорту космічного знімку та панхроматичного зображення 1990 року в ArcGIS 10.8 ми вмикаємо вкладку Georeferencing за допомогою функції Toolbars. За допомогою чотирьох ключових точок, які не змінили свого розташування до теперішнього часу (перетин доріг), ми починаємо прив'язувати незареєстровані зображення. (Рис. 3.10.)

В результаті ми отримаємо два зображення з геоприв'язкою, які містять інформацію за 1990 та 2021 роки.

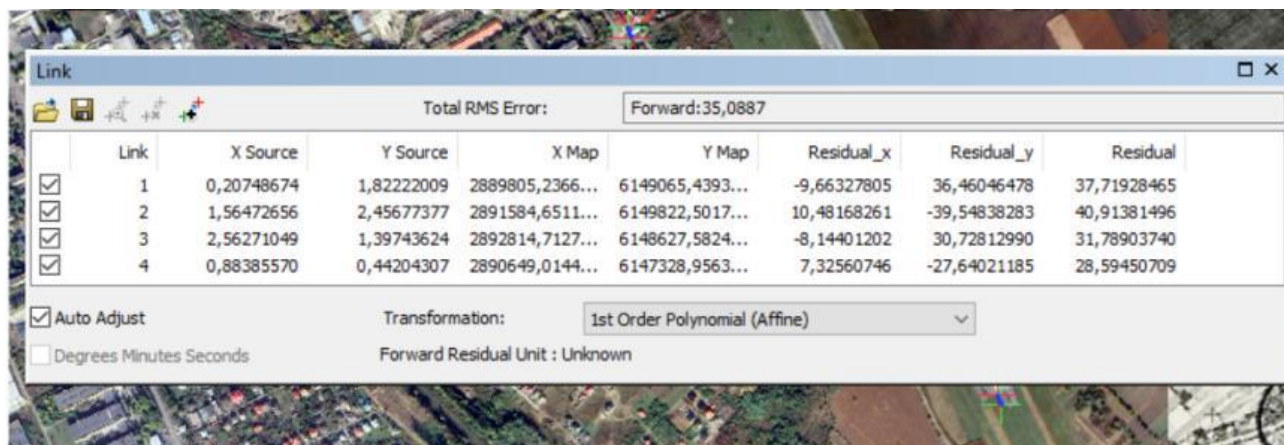


Рис. 3.10. Реєстрація знімків у вкладці Georeferencing

Після завантаження супутникових знімків, які охоплюють територію Чагорської ТГ, ми створюємо векторні шари у форматі *.shp (Рис. 3.12.) за допомогою ArcCatalog, та приступили до дешифрування з метою класифікації земель за категоріями землекористування. Процес дешифрування полягав у кількох етапах, включаючи попередню обробку зображень, аналіз, та класифікацію кожної категорії землекористування. Результатом цього процесу стали отримані площі для кожної категорії землекористування на 2021 рік, які були обчислені наступним чином:

Землі житлової та громадської забудови (4771 об'єкт):

Для цієї категорії використовувалися знімки, на яких були зафіксовані земельні ділянки, що використовуються для житлової та громадської забудови. Визначення об'єктів відбувалося через автоматичну класифікацію та візуальну перевірку даних. Завдяки високій роздільній здатності знімків вдалося точно ідентифікувати 4771 об'єкт (будівель, адміністративних і соціальних установ), що знаходяться на території громади та використовуються для житлових та громадських потреб.

Землі промисловості, транспорту і зв'язку (134 об'єкти):

Для цієї категорії ми зосередились на ідентифікації об'єктів інфраструктури, таких як промислові підприємства, транспортні засоби (автодороги, залізничні лінії) та об'єкти зв'язку (вежі, кабелі тощо). Використовуючи відповідні

класифікаційні алгоритми, ми змогли виявити 134 об'єкти, що відносяться до цієї категорії, зокрема ключові транспортні маршрути та місця, призначені для промислових потреб.

Землі рекреаційного призначення (6 об'єктів):

У цьому випадку були визначені об'єкти, що використовуються для рекреаційних цілей: парки, зони відпочинку, водні ресурси, природні резервати тощо. Для цього використовувались індекси, такі як NDVI (індекс вегетації), для виявлення зелених зон і водойм. У результаті дешифрування було зафіксовано 6 об'єктів, що відповідають рекреаційному призначенню на території громади.

Землі сільськогосподарського призначення (6340 об'єктів):

Для категорії сільськогосподарських земель ми застосовували методи, які дозволяють виявляти угіддя, що використовуються під сільське господарство, зокрема поля, пасовища, луки тощо. Використовуючи знімки, ми змогли класифікувати 6340 об'єктів, що відповідають сільськогосподарському призначенню. Ці об'єкти займають значну частину території громади і є важливою складовою економіки регіону.

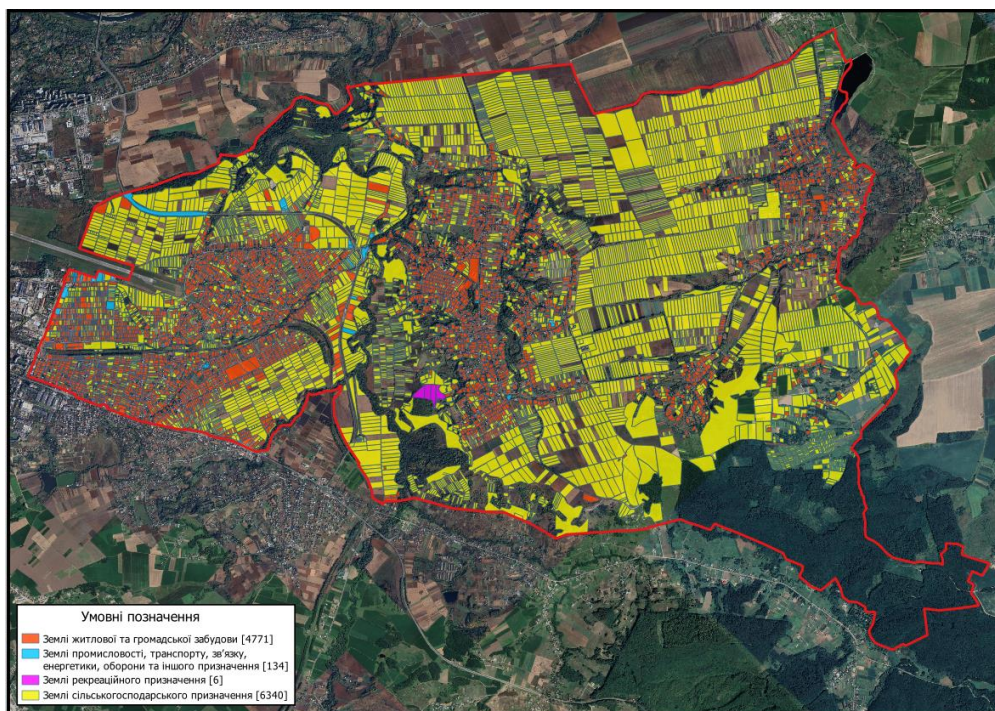


Рис. 3.11. Дешифрована територія Чагорської ТГ

Після успішного завершення процесу дешифрування для Чагорської територіальної громади ми перейшли до більш детального дослідження, зокрема до аналізу північної частини села Чагор. Це рішення було обґрунтоване необхідністю отримання більш точних і детальних даних для оцінки земельних ресурсів в цій частині громади, яка активно розвивається та розташована в безпосередній близькості до міста Чернівці.

Північна частина села Чагор є важливою з точки зору розвитку інфраструктури та землекористування через її стратегічне розташування на шляху до Чернівців. Це дозволяє йому бути активно інтегрованим в економічні та транспортні процеси регіону.

Створили векторні шари у форматі *.shp (Рис. 3.12.) за допомогою ArcCatalog для кожного типу землекористування на 2021 рік, зокрема: багаторічні насадження, орні землі, водні об'єкти, забудовані землі, що включають будівлі та споруди, прибудинкову територію, дорожню мережу, а також рослинний покрив, такий як чагарники, полезахисні смуги та луки. (Рис. 3.13.)

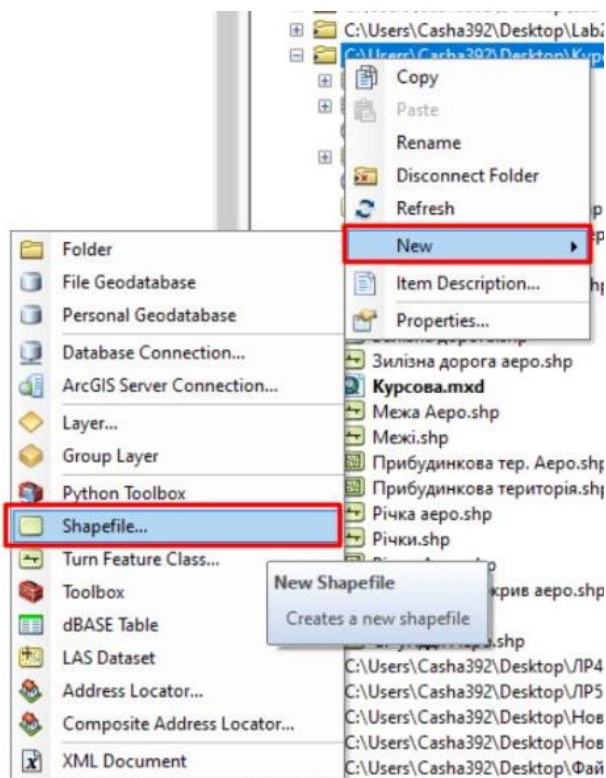


Рис. 3.12. Створення шарів у форматі *.shp

Також потрібно створити шари, що відповідають структурі землекористування за 1990 року, щоб провести аналіз змін у землекористуванні.

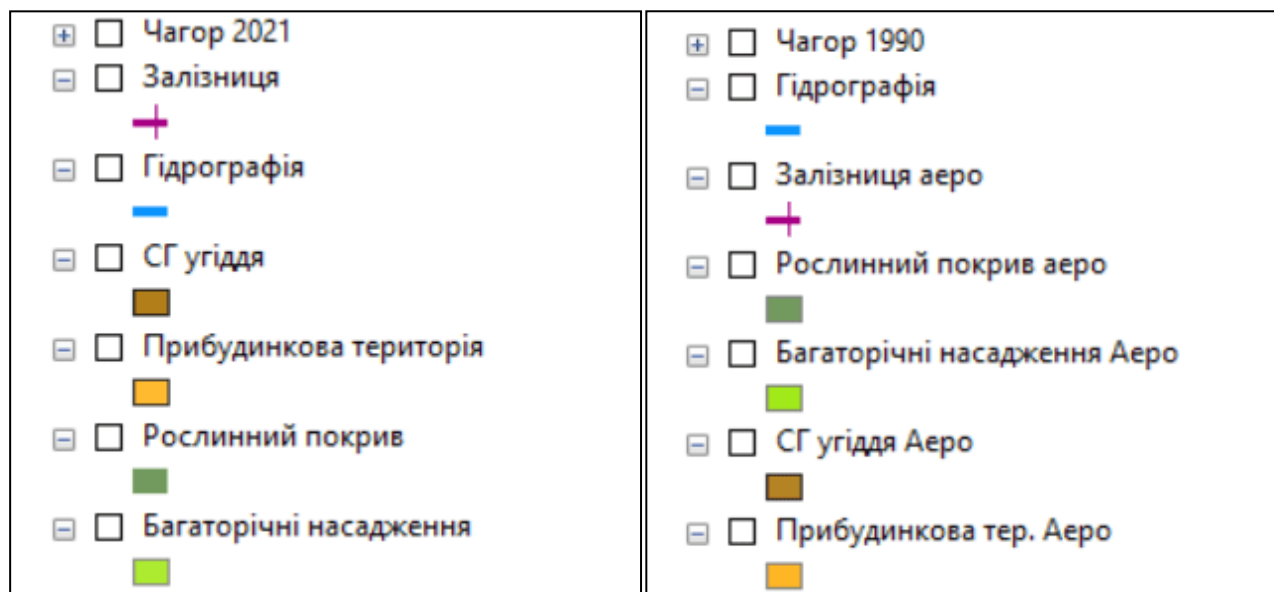


Рис. 3.13. Створені векторні шари по категоріям

Основним завданням проектування є визначення змін у структурі використання землі на даній території шляхом порівняння знімків 1990 та 2021 років. (Рис. 3.14.)

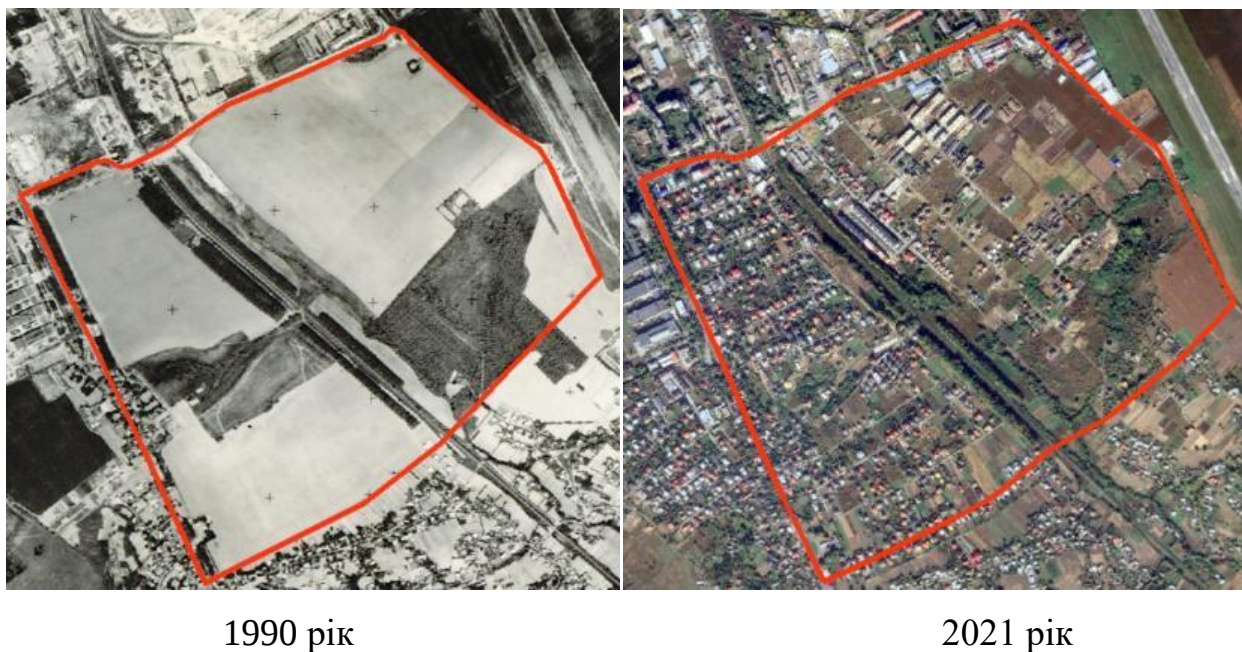


Рис. 3.14. Межі досліджуваної території на різночасових зображеннях

Для дешифрування зображень потрібно перш за все визначити характеристики території, ключовими ознаками можуть бути водні об'єкти та рослинність, яка складається з чагарників або дерев. (Рис. 3.15.)



1990 рік

2021 рік

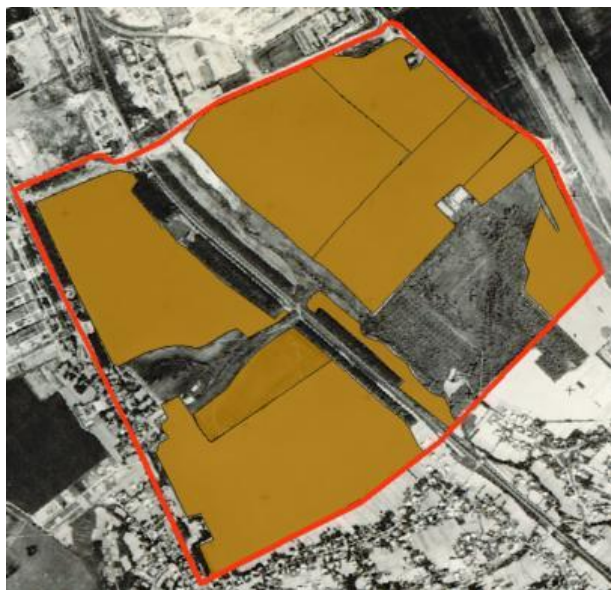
Рис. 3.15. Гідрографія та рослинний покрив на різночасових знімках

Враховуючи, що значна частина території зайнята сільськогосподарськими угіддями, такими як поля для обробітку, сінокоси та пасовища. Протягом останніх років відбувається зменшення площі землі під обробкою та збільшення площі землі, яка використовується для будівництва, доріг тощо.

Тому ключовим етапом стало дешифрування цієї категорії сільськогосподарських угідь.

У процесі дешифрування з'явилася проблема неоднозначної ідентифікації земель, які використовуються для рільництва та багаторічних насаджень. Зокрема, землі, які вважалися орними, можуть виявитися іншою категорією, і навпаки. Тому було вирішено об'єднати їх в одну категорію - сільськогосподарські землі.

Після аналізування отриманих результатів було виявлено, що у 1990 році на сільськогосподарські землі припадає 127,2 га (66,1% від загальної площі), а протягом наступних 31 років це значення зменшилося до 84,8 га (44,1%), тобто менше на -42,4 га (-22%).(Рис. 3.16.)



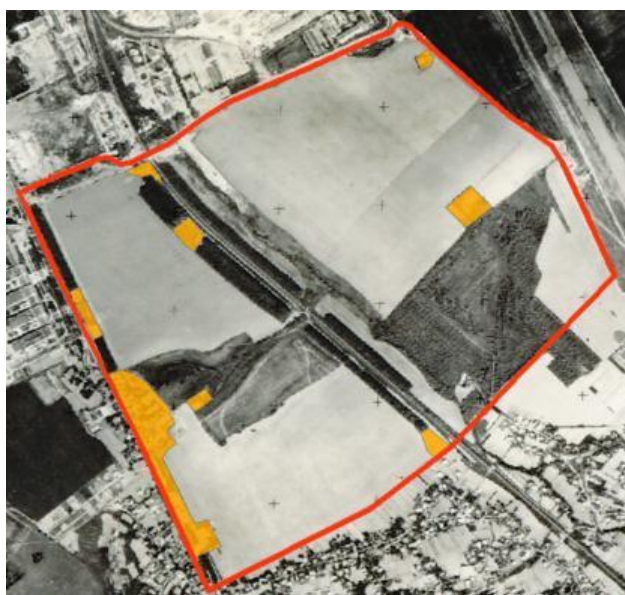
1990 рік



2021 рік

Рис. 3.16. Сільськогосподарські угіддя на різночасових зображеннях

Забудовані землі є ключовим елементом кожного населеного пункту і зазвичай складаються з будівель, споруд та додаткових ділянок прибудинкової території. Знімок 2021 року демонструє збільшення забудованої території в напрямку обласного центру. (Рис. 3.17.)



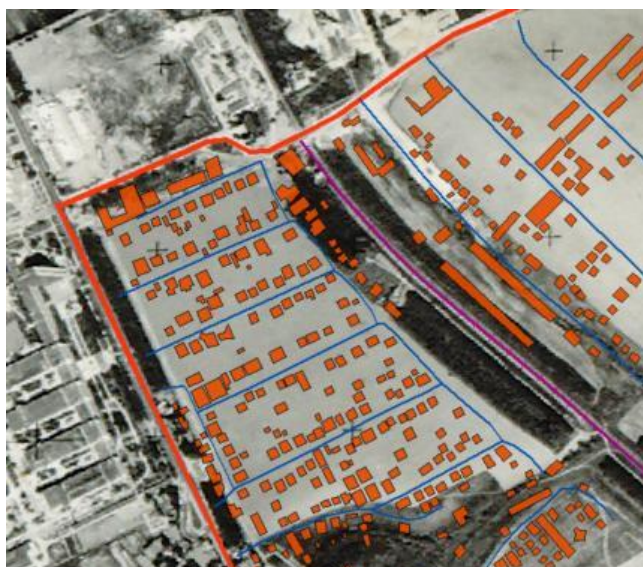
1990 рік



2021 рік

Рис. 3.17. Прибудинкова територія на різночасових зображеннях

Загалом, землі, які використовуються для індивідуальної забудови, збільшилися з 14,5 га (7,5% від загальної площі зони) до 56,5 га (29,4%), збільшення становить 42 га (+21,9%). Щоб проілюструвати ступінь антропогенізації, можна порівняти аерофотознімок 1990 року з віддешифрованим зображенням сучасних будівель та споруд, що з'явилися недавно в північній частині села. (Рис. 3.18.)



1990 рік



2021 рік

Рис. 3.18. Прибудинкова територія на різночасових знімках

Завдяки веб-сервісам, таким як Зд-укр та Google Street View, можна візуально оцінити, як інтенсивно змінилась структура землекористування на досліджуваній території. (Рис. 3.19-20.)



Рис. 3.19. Зображення забудованої території з веб-сервісу Зд-укр



Рис. 3.20. Зображення забудованої території з веб-сервісу та Google Street View

Після дешифрування всіх елементів ми порівняли отримані результати. (Табл. 1.)

Вони виразно демонструють загальну зміну використання землі в північній частині села Чагор протягом останніх років. Оглянувши це, можна виділити кілька можливих напрямків для майбутньої забудови цієї території. Особливу увагу слід приділити північно-західній частині, яка межує з містом Чернівці. Як відомо, ця частина міста активно забудовується в даний час. (Рис. 3.21.)



1990 рік

2021 рік

Рис. 3.21. Структура земельного фонду північної частини села

Висновки до 3-го розділу

Дослідження Чагорської територіальної громади дозволило виявити низку особливостей її географічного положення, природно-ресурсного потенціалу, демографічної ситуації, економічної діяльності та використання земельних ресурсів. Громада має стратегічне розташування, адже знаходиться поблизу Чернівців, що створює широкі можливості для інтеграції до економічних і транспортних процесів регіону. Цей фактор позитивно впливає на розвиток громади, але водночас підкреслює важливість збалансованого використання її ресурсів.

Природно-ресурсний потенціал громади базується на родючих ґрунтах, характерних для Придністровської низовини, та наявності водних об'єктів, зокрема річки Прут. Це сприяє розвитку сільського господарства, яке є основною галуззю економіки громади. З іншого боку, трудова міграція мешканців до Чернівців забезпечує додаткові можливості працевлаштування та підвищення рівня життя, але створює виклики для утримання робочої сили на місці.

Демографічна ситуація відображає багатонаціональність громади, де переважають українці, а також проживають румуни, молдовани та представники інших етносів. Це збагачує громаду культурним різноманіттям, але потребує ефективної політики соціальної інтеграції та збереження культурної спадщини. Аналіз використання земельних ресурсів громади за допомогою ГІС-технологій, зокрема ArcGIS, показав динамічні зміни у структурі землекористування між 1990 і 2021 роками. Основними тенденціями є зменшення площ сільськогосподарських угідь та збільшення територій, відведених під забудову та інфраструктуру. Це свідчить про поступову урбанізацію громади, зумовлену її близькістю до Чернівців, що стає важливим фактором економічного розвитку, але водночас потребує ретельного планування просторового розвитку.

Використання інструментів дистанційного зондування та дешифрування, таких як супутникові знімки і програми Google Earth Pro, Sentinel Hub і QGIS, дозволило ефективно проаналізувати зміни в землекористуванні. Попри

обмеження у якості деяких джерел даних, вдалося створити векторні шари, які точно відображають структуру землекористування. Виявлено, що значна частина території залишається під сільськогосподарським призначенням, проте інтенсивно зростає забудова житлових, громадських і промислових об'єктів.

Результати аналізу підтвердили, що сталий розвиток громади вимагає збалансованого підходу до використання ресурсів, що включає оптимізацію сільськогосподарських земель, збереження природного середовища та ефективне управління територією. Для забезпечення цього важливим є залучення сучасних технологій, таких як ГІС, а також підвищення рівня доступності та якості геопросторових даних.

Таким чином, дослідження Чагорської громади демонструє її потенціал як самодостатньої адміністративно-територіальної одиниці, здатної інтегруватися в регіональні та національні процеси, зберігаючи при цьому свої природні, соціальні й економічні ресурси.

Табл. 1.

**Структура земельного фонду північної частини с. Чагор
(за результатами дешифрування)**

Категорії земель	Станом на			
	1990 р.		2021 р.	
	га	%	га	%
сільськогосподарсьш угіддя	127,2	66,1	84,8	44,1
під індивідуальною забудов.	14,5	7,5	56,5	29,4
рослинний покрив	42,4	22	35,3	18,3
дорожня мережа	8,3	4,3	15,8	8,2
Усього	192,4	100	192,4	100

ВИСНОВКИ

У ході виконання проекту було вивчено можливості застосування даних дистанційного зондування та геоінформаційних систем для моніторингу земельних ресурсів у північній частині села Чагор. Аналіз загальних характеристик дозволив виявити позитивні аспекти змін у використанні земель, зокрема збільшення площ забудови. Такі зміни стали можливими завдяки сприятливим умовам місцевого рельєфу та вигідному географічному розташуванню з хорошою транспортною доступністю.

Для підготовки до аналізу використовувались різні джерела інформації, зокрема картографічні матеріали, аерофотознімки та супутникові зображення. Основним джерелом став монохромний аерофотознімок 1990 року, а для порівняння були залучені космічні знімки 2021 року з Google Earth Pro та USGS Earth Explorer. Крім того, проведені польові дослідження та проаналізовані архівні фотоматеріали для доповнення даних.

Для реалізації проекту обрали геоінформаційний продукт ArcGIS разом з додатком ArcMap. Використання цих інструментів значно полегшило проектування завдяки широким можливостям реєстрації растрової основи та векторизації об'єктів. Додатково, за допомогою функції "Статистика" була отримана детальна інформація про структуру землекористування в с. Чагор, зокрема показано, що землі під індивідуальною забудовою збільшилися на 42 га або 21,9% за 32 роки. Збільшення цих земель стало можливим за рахунок зменшення площі інших земель, зокрема сільськогосподарських угідь, які зменшилися на 42,4 га або на 22%.

Таким чином, дослідження факторів, які впливають на формування земельних ресурсів будь-якого природно-господарського комплексу, є важливою та захоплюючою задачею в сучасності та потребує глибокого та ретельного дослідження усіх відповідних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кохан С. С., Поліщук І. П. Методи дистанційного зондування Землі: метод. посіб. для студ. напряму «Геодезія, картографія та землевпорядкування» вузів III–IV рівнів акредитації. К.: НАУ, 2006. 136 с.
2. Войцицький А. П., Багмет А. П., Зосимович М. В., Зінченко В. О. Обробка результатів вимірювань параметрів навколишнього середовища: методичний посібник. Житомир: ДАУ, 2004. 87 с.
3. Локтєв М. І. Основи дистанційного зондування Землі: підручник. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 284 с.
4. Довгань А. А., Поляков О. В. Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі: навчальний посібник. Київ: Либідь, 2019. 256 с.
5. Методичні рекомендації щодо використання даних ДЗЗ для оцінки землекористування / За ред. О. М. Петрова. Київ: Геоінформ, 2020. 148 с.
6. Чекаленко В. В., Жуковська Л. Г. Геоінформаційні технології в управлінні територіями. Одеса: Астропринт, 2021. 190 с.
7. Бурий С. Г., Шевченко В. В. Аналіз землекористування з використанням ГІС. // Вісник геодезії та картографії. 2020. № 4. С. 15–21.
8. Добровольський В. О. Методи обробки супутникових знімків у ГІС. // Геоінформаційні системи та технології: науковий журнал. 2019. №1. С. 42–47.
9. Корнєєв І. Г., Литвиненко С. В. Просторовий аналіз земельних ресурсів. Дніпро: ДНУ, 2021. 210 с.
10. Чагорська сільська об'єднана територіальна громада. Інвестиційний паспорт. 2020. URL: <https://chagorska.gromada.org.ua/investicijnij-pasport-09-58-19-07-07-2020/>.
11. Закон України «Про землеустрій» від 22 травня 2003 р. № 858-IV. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 36, ст. 282.
12. Земельний кодекс України: станом на 1 вересня 2022 року. Харків: Право, 2022. 368 с.
13. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру» від 17 жовтня 2012 р. № 1051.

14. Єременко О. В. Аналіз землекористування з використанням даних ДЗЗ. Київ: Наукова думка, 2018. 240 с.
15. Дистанційне зондування Землі. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Дистанційне_зондування_Землі.
16. ArcGIS. Вікіпедія. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>.
17. Система супутникового моніторингу земельних ресурсів України. Київ: Геоінформ, 2020. 120 с.
18. Геоінформаційні технології в земельному кадастрі: навчальний посібник / За ред. І. Г. Корнеєва. Харків: ХНАУ, 2022. 256 с.
19. Методологія оцінки змін земельного покриття за допомогою ДЗЗ / За ред. В. М. Гончаренка. Київ: Академія наук України, 2019. 142 с.
20. Нові підходи до управління земельними ресурсами в Україні. Київ: Наукова думка, 2020. 180 с.
21. Технології ArcGIS у землевпорядкуванні та кадастрі. Львів: Видавничий дім "Наука", 2021. 230 с.
22. Плани впровадження геоінформаційних систем в Україні. Київ: Мінрегіон, 2020. 100 с.
23. Бібліотека космічних знімків для оцінки земельних ресурсів. Дніпро: ДНУ, 2021. 85 с.
24. Використання ДЗЗ для моніторингу ландшафтів. Одеса: Астропринт, 2019. 190 с.
25. Сучасні технології просторового аналізу земельних ресурсів. Харків: ХНУ, 2020. 160 с.
26. Довідник з дистанційного зондування Землі. Київ: Геоінформ, 2020. 210 с.
27. Інновації в аналізі земельного покриття: методичний посібник. Львів: ЛНУ, 2021. 200 с.
28. Аналіз використання ArcGIS у державному управлінні земельними ресурсами. Київ: Академія державного управління, 2022. 120 с.

29. ГІС-технології в агропромисловому секторі України. Дніпро: ДНУ, 2020. 140 с.
30. Точне землеробство: використання ГІС та ДЗЗ. Київ: Либідь, 2021. 220 с.
31. Національна інфраструктура геопросторових даних в Україні. Київ: Мінцифра, 2022. 95 с.
32. Інноваційні рішення для моніторингу земельного фонду. Харків: ХНАУ, 2021. 150 с.
33. Використання супутникових даних для управління територіями. Київ: Геоінформ, 2019. 135 с.
34. Оцінка змін землекористування за допомогою супутникових даних. Львів: Видавничий дім "Наука", 2020. 180 с.
35. Розробка геоінформаційних систем для регіонального управління. Одеса: Астропринт, 2021. 190 с.
36. Дарчук К. В., Мельник А. А. Топографія з основами геодезії: методичний посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. 152 с.
37. Сухий П. О., Сабадаш В. І., Дарчук К. В. Супутникова геодезія: навч.-метод. посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2020. 372 с.