

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет землевпорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

геоінформатики та аерокосмічних
досліджень Землі

Д.Т.Н., проф. КОХАН С.С.

« 25 » жовтня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТЦІ**

Величко Марії Миколаївни

Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма – Геодезія та землеустрій

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища Придніпров'я», що затверджена наказом ректора НУБІП України від «23» жовтня 2021 р. № 1795 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру – за десять днів до захисту магістерської кваліфікаційної роботи.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

- Цифрова модель рельєфу, одержана з відкритих ресурсів;
- Знімки середнього просторового розрізнення (Sentinel-2), інші дані

ДЗВ

Перелік питань, які підлягають дослідженню:

1. Актуальний стан вивчення питання й основні проблеми геоінформаційного моніторингу;
2. Розроблення узагальненої структури геоінформаційного моніторингу;
3. Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища Придніпров'я.

Дата видачі завдання «25» жовтня 2021 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Завдання прийняла до виконання

КОХАН С.С.

ВЕЛИЧКО М.М.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається з 61 сторінки і включає 27 рисунків, 2 таблиці та 41 джерело.

Мета дослідження: обґрунтування методів і способів здійснення моніторингу з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення та обґрунтування структури системи геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища.

Актуальність теми: застосування геоінформаційних технологій дає змогу отримати оперативну інформацію про стан трансформації навколишнього середовища під впливом антропогенних чинників, виявлення джерел, що формують ризик-фактори та формулювання рекомендацій щодо їх попередження і подолання (в разі виникнення).

Об'єкти дослідження магістерської роботи є довкілля та джерела впливу на довкілля.

Предмет дослідження магістерської роботи є зміни стану навколишнього середовища в процесі антропогенної трансформації території.

Ключові слова: геоінформаційний моніторинг, геопросторові дані, дані дистанційного зондування, антропогенна трансформація.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ I Актуальний стан вивчення питання і основні проблеми геоінформаційного моніторингу природного середовища	8
1.1 Загальні характеристики та властивості різномірних геопросторових даних	8
1.1.1 Різномірні геопросторові дані та їх характеристика	8
1.1.2 Властивості геопросторових даних	13
1.1.3 Стандарти щодо використання геопросторових даних	14
1.1.4 Походження геопросторових даних	19
1.2 Характеристика і класифікація природних та антропогенних ландшафтів	23
1.3 Загальне поняття геоінформаційного моніторингу	25
РОЗДІЛ II Загальна характеристика об'єкту дослідження та розроблення узагальненої структури ГІС геоінформаційного моніторингу	28
2.1 Сучасний стан Придніпров'я	28
2.2 Загальна концептуальна модель геоінформаційного моніторингу довкілля	38
2.3 Діаграма діяльності	43
Розділ III Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища Придніпров'я	45
3.1 Програмні платформи для забезпечення геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища	45
3.2 Створення наборів геопросторових даних для геоінформаційного моніторингу модельної території	51
3.3 Використання геопросторових даних для оптимізації охорони навколишнього природного середовища	60

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

НУБІЛ ПІЯННІ І КРАЇНИ

СЛІДКО ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВИСНОВКИ

ВСТУП

У результаті тривалої історії освоєння людиною території України, навколишнє природне середовище зазнало значних антропогенних трансформацій. Інтенсивний антропогенний вплив призводить до значних змін природних ландшафтів у цілому.

Джерелом істотного антропогенного впливу на природне навколишнє середовище є гірничо-промисловість. Створення геоінформаційної системи моніторингу є одним із найважливіших елементів забезпечення екологічної безпеки території гірничого підприємства та є першим і основним етапом процесу ліквідації ризик-факторів, що виникли в процесі роботи гірничо-хімічного підприємства. Ця геоінформаційна система моніторингу полягає у створенні бази даних геолого-екологічних показників, що дає змогу детально проаналізувати чинники, зробити прогнози та напрямки забруднення території, за наявності даних про цифрової моделі рельєфу побудувати просторову модель забруднення.

Важливою складовою геоінформаційного моніторингу є інформаційне забезпечення. Під цим поняттям розуміють створення геоінформаційної бази даних за об'єктами моніторингу. Створення бази даних показників моніторингу в часі дає змогу детально проаналізувати чинники, зробити прогноз забруднення території, побудувати просторову модель імовірного забруднення.

Оскільки ландшафт є елементом навколишнього природного середовища, неможливо оминати геоінформаційний моніторинг ландшафтів.

Важливою складовою цього моніторингу є геоінформаційне моделювання ландшафту. Створені на його основі моделі ландшафту відносяться до класу інформаційних моделей. Джерелами даних для створення цифрових моделей рельєфу можуть виступати: космічні знімки, топографічні карти, аерофотознімки, дані систем супутникового позиціонування тощо. На основі цих даних можна отримати одну з найбільш поширених геоінформаційних моделей для подання поверхонь: TIN, GRID або TGRID. Ці моделі дають

зможу обчислити низку параметрів, а за допомогою картографічної алгебри є можливість довільно перетворювати та комбінувати ЦМР за певними правилами. Тобто, застосування відповідних алгоритмів допомагає

обчислювати важливі для моніторингу параметри, пов'язані з морфологією земної поверхні. Використання сучасних геоінформаційних технологій в

ландшафтознавстві збагачує глибину прикладних та регіональних екологічних досліджень. За їх допомогою є можливість швидко

проаналізувати та наочно представити географічну інформацію, щоб створити прогноз щодо зміни стану ландшафту та розробити рішення для

поліпшення ситуації.

Завдання досліджень включають визначення геоінформаційного моніторингу, класифікації природних ландшафтів, обґрунтування складових

антропогенних ландшафтів та особливості антропогенної трансформації,

характеристику різнорідних геопросторових даних та визначення можливості їх використання.

Практичне значення дослідження полягає в розробці структури системи геоінформаційного моніторингу навколишнього природного

середовища на прикладі модельної території, визначенні основних

ідентифікативних геоознак об'єктів-забруднювачів, створенні наборів комплексних геовображень з метою їхнього використання для задач

моніторингу довкілля.

Структура магістерської роботи: вступ, три розділи, висновки, список

використаних джерел, додатки.

РОЗДІЛ Актуальний стан вивчення питання і основні проблеми геоінформаційного моніторингу природного середовища

1.1 Загальні характеристики та властивості різномірних геопросторових даних

1.1.1 Різномірні геопросторові дані та їх характеристика

Геопросторові дані – це дані, які ідентифікують географічне місце розташування, часові дані, властивості природних або штучно створених об'єктів, а також їх межі на Землі. Ця інформація може отримуватися за допомогою GPS, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), картографування й різномірних видів знімачів тощо [1].

Двома основними типами геопросторових даних є растрові та векторні дані. Растрові дані зберігаються у вигляді сітки значень, які відображаються на карті як пікселі. Кожне значення пікселя представляє область на поверхні Землі. Векторні структури даних представляють конкретні об'єкти на поверхні Землі та призначають атрибути ним об'єктам.

Растрові дані – це дані, які представлені у вигляді пікселів, де кожен піксель пов'язаний із певним географічним розташуванням. Значення пікселя може бути безперервним (наприклад, висота) або категоричним (наприклад, землекористування). Геопросторове растрове зображення відрізняється від цифрової фотографії лише тим, що він супроводжується просторовою інформацією, яка пов'язує дані з певним розташуванням (рисунок 1.1). Це включає протяжність растру та розмір комірки, кількість рядків і стовпців, а також його систему відліку координат (або CRS) [2].

Приклади безперервних растрів:

1. Карти опадів.
2. Карти висоти дерев, отримані з даних LiDAR.
3. Значення висоти для регіону.

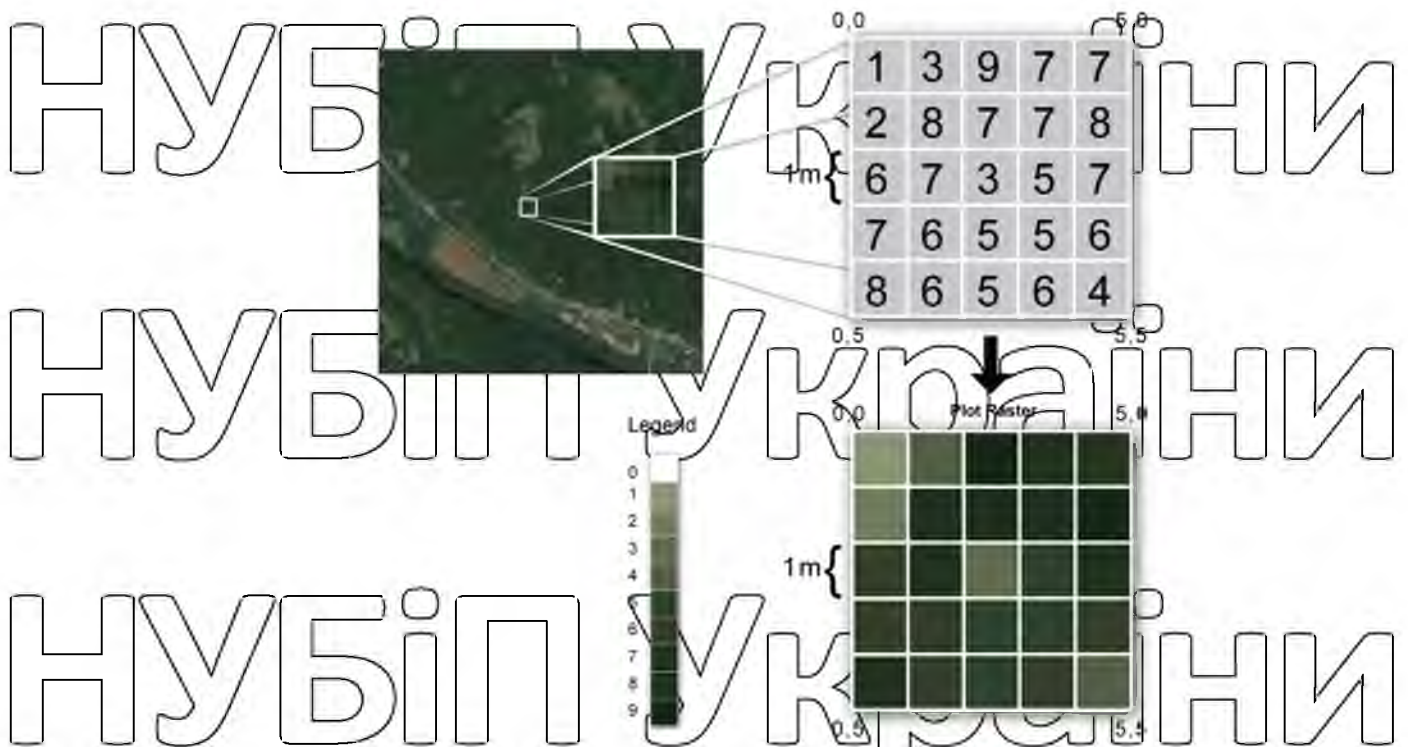


Рисунок 1.1 – Представлення будови растрового зображення

Деякі растри містять категоричні дані, де кожен піксель представлений у вигляді окремого класу, наприклад тип ландшафтного покриття («ліс» або «лука»), а не безперервне значення, таке як висота або температура. Ось деякі приклади класифікованих карт:

1. Карты ландшафтного покриття / землекористування.

2. Карты висоти дерев, класифікованих як низькі, середні та високі дерева.

Важливою складовою растрового зображення є атрибути даних.

Просторовий екстент – це географічна область, яку охоплюють растрові дані. Просторова протяжність просторового об'єкта представляє географічний край або місце, яке є найдовшим на північ, південь, схід і захід. Іншими словами, екстент представляє загальне географічне охоплення просторового об'єкта (рисунок 1.2) [2].

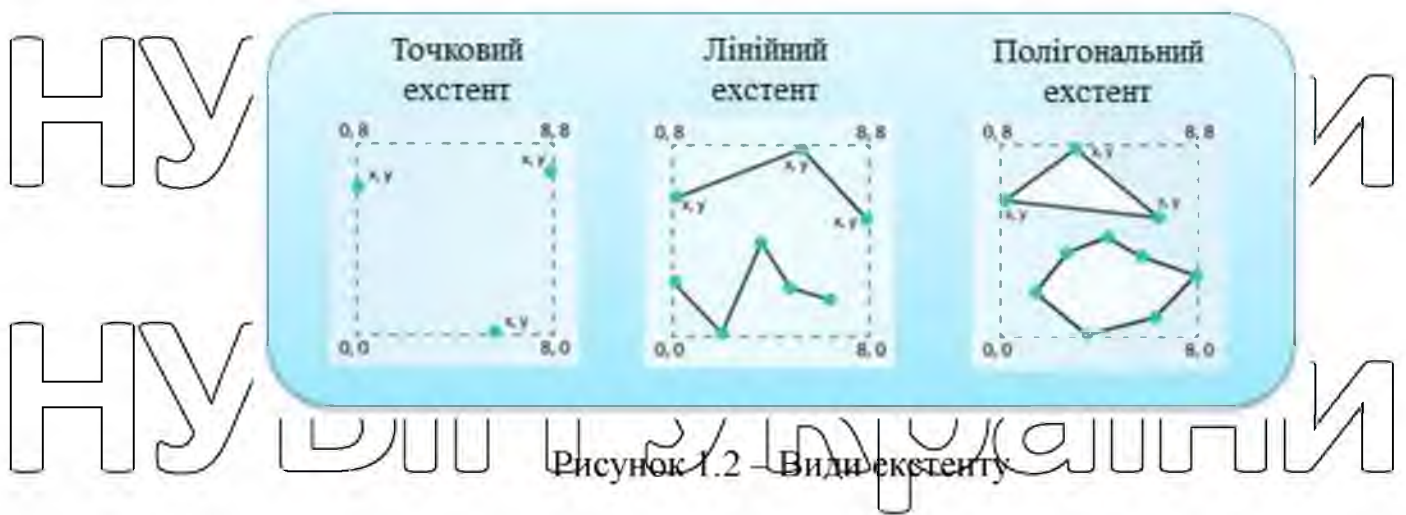


Рисунок 1.2 – Види ехстену

Роздільна здатність растру представляє площу землі, яку покриває кожен піксель растру. На зображенні нижче показано вплив змін роздільної здатності (рисунок 1.3).

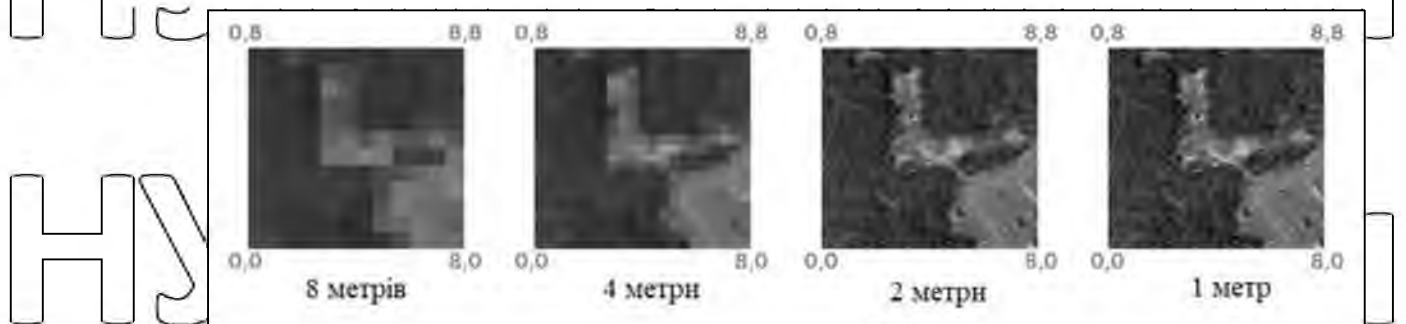


Рисунок 1.3 – Приклади растрового зображення із різними значеннями роздільної здатності

Растр може містити один або декілька каналів. Одним із типів багатоканального растрового набору даних є кольорове зображення.

Звичайне кольорове зображення складається з трьох каналів: червоного, зеленого та синього. Кожен канал представляє світло, відбите від червоної, зеленої або синьої частин електромагнітного спектру. Яскравість пікселів для кожної смуги у складеному вигляді створює кольори, які ми бачимо на зображенні. Або ми можемо поєднати всі три смуги разом, щоб створити кольорове зображення (рисунок 1.4).

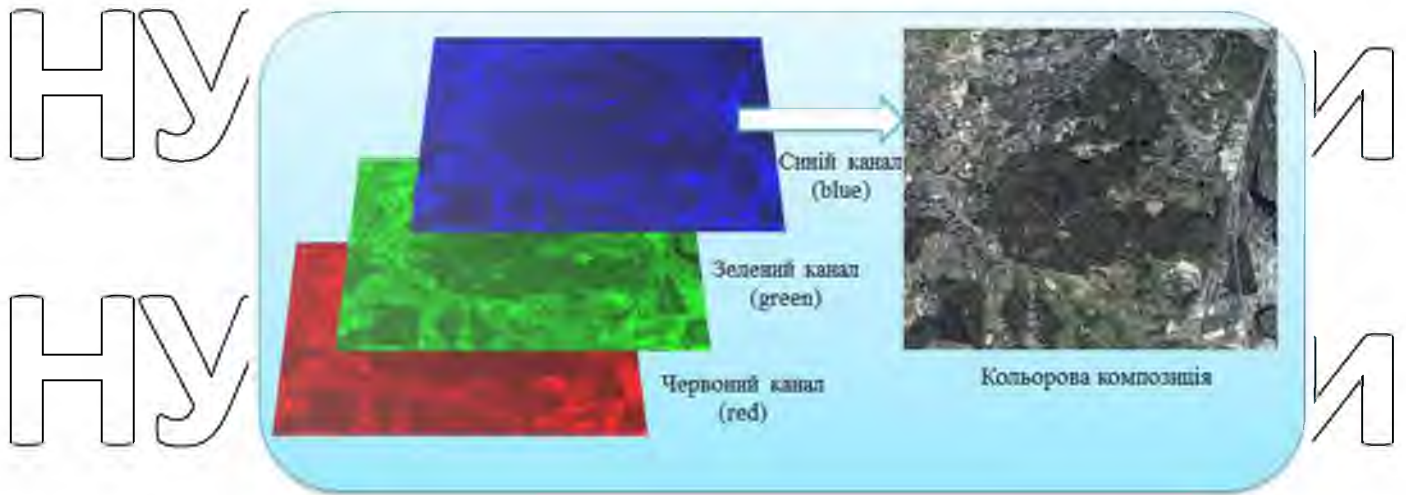


Рисунок 1.4 – Приклад кольорової композиції, створеної із трьох каналів (синього, зеленого та червоного)

Векторні структури даних представляють конкретні об'єкти на поверхні Землі та призначають атрибути цим об'єктам. Вектори складаються з вершин із значенням x, y , які визначають форму просторового об'єкта.

Векторні дані можуть бути представлені як: точка, лінія або багатокутник.

Точки: кожна точка визначається однією координатою x, y . У векторному файлі точок може бути багато точок.

Лінії: лінії складаються з багатьох (мінімум 2) з'єднаних точок.

Наприклад, дорога або струмок можуть бути представлені лінією. Ця лінія складається з серії сегментів, кожен «вигин» дороги або струмка представляє вершину, яка має визначене розташування x, y .

Багатокутники: багатокутник складається з 3 або більше вершин, які з'єднані та замкнуті. Контури меж досліджуваних ділянок, озер, океанів і штатів або країн часто зображуються багатокутниками.

Векторні дані мають деякі важливі переваги.

Геометричні структури містять в собі інформацію.

- Кожен геометричний об'єкт може мати кілька атрибутів замість одного, наприклад, база даних міст може мати атрибути для назви, країни, населення тощо.

Зберігання даних може бути дуже ефективним порівняно з растрами.

До недоліків векторних даних належать:

- потенційна втрата деталей порівняно з растром;
- потенційне збільшення в наборах даних;
- обчислення, що включають кілька векторних шарів, потребують обчислення геометрії, а також атрибутів, тому можуть бути повільними порівняно з растровими обчисленнями [3].

Векторні набори даних використовуються в багатьох галузях, окрім геопросторових полів. Наприклад, комп'ютерна графіка переважно векторна, хоча використовувані структури даних мають тенденцію з'єднувати точки за допомогою дуг і складних кривих, а не прямих ліній. Системи автоматизованого проектування також є векторними. Різниця полягає в тому, що набори геопросторових даних супроводжуються інформацією, яка прив'язує їхні характеристики до реальних місць розташування.

Подібно до растрових даних, векторні дані також можуть мати багато різних форматів. Одним з найпоширеніших форматів є shapefile із розширенням .shp. Файл .shp зберігає географічні координати кожної вершини вектора, а також метадані, зокрема:

- обсяг - просторовий протяжність шейп-файлу (тобто географічна область, яку охоплює шейп-файл). Просторовий екстенд для шейп-файлу представляє сукупний екстенд для всіх просторових об'єктів у шейп-файлі;

- тип об'єкта - чи містить шейп-файл точки, лінії чи багатокутники;

система координат (CRS);

- інші атрибути, наприклад, шейп-файл ліній, який містить розташування потоків, можуть містити назву кожного потоку.

Оскільки структура точок, ліній і багатокутників відрізняється, кожен окремий шейп-файл може містити лише один тип вектора (усі точки, усі лінії або всі багатокутники). Тобто створити суміш точок, ліній і багатокутників в одному шейп-файлі неможливо [3].

1.1.2 Властивості геопросторових даних

Властивості даних ГІС – це характеристики систем атрибутів і значень геоінформаційних систем, вигляд і формат яких впливають на аналітичну та обчислювальну обробку. Геопросторові дані виражаються на трьох рівнях представлення бази даних: концептуальному, логічному та фізичному, призначених для представлення географічної інформації. Представлення системи атрибутів і вибір властивостей повинні бути логічно послідовними та підтримувати відповідні шкали вимірювання для представлення та аналізу.

Геопросторові концепції, тобто види об'єктного поля та розмірний простір для зв'язку об'єктів і якостей, формують моделі даних на основі географічної матриці та геометрії об'єктів [4].

Властивості даних в атрибутах ГІС підтримують логічну узгодженість просторових баз даних. Характеристики логічної узгодженості географічної інформації представлені нижче.

- Узгодженість типів даних. Формати файлів і правила обробки відповідають моделі даних.

- Відповідність точності моделі даних реальному світу. Вибрана модель даних підходить для програми, якщо структура атрибутів узгоджується з важливими якостями реальних об'єктів, які вони описують.

- Узгодженість нормальної форми бази даних. Зменшення небажаних залежностей та потреба в реструктуризації, які заважають ефективному застосуванню.

- Узгодженість позиційних даних. Позиції описуються з аналогічним діапазоном точності розташування на основі узагальнення даних.

- Шкали значень атрибутів підтримують застосування даних, починаючи від простого опису до складних статистичних обчислень. Номінальні дані, які іноді називають категоріальними даними, оскільки вони утворюють дискретні категорії з невеликим перекриттям або без нього. Порядкова шкала ранжує дані в межах діапазону, який виражає відносний ступінь певних характеристик об'єкта. Ранжування відображає певний порядок нечислових

атрибутив, але значення даних кількісно визначено не однаково. Інтервальні шкали відображають рівномірне вимірювання відносно довільної початкової точки. Прикладом інтервальних даних є градуси температури, виміряні в шкалах Фаренгейта або Цельсія. Шкала вимірювання відношення заснована на нульовому початку і дозволяє математичні порівняння, наприклад вище або нижче, але більш конкретно, арифметичні обчислення, такі як у два рази більше, менше половини та інші. Змінні шкали інтервальних даних підтримують описову статистику, таку як центральна тенденція та мінливість.

Змінні масштабу даних співвідношення підтримують арифметичні операції, включаючи множення та ділення [5].

Тип даних – це характеристика значення, яка визначає значення та спосіб представлення та використання даних. Тип даних надає набір значень, дозволених виразом мови програмування. Ці обмеження визначають операції над даними та зберігання цих значень. Більшість мов програмування підтримують основні типи даних, що використовуються в ГІС, такі як байт, ціле число та плаваюча кома з кількома рівнями точності для числових вимірювань і символів/рядків для текстової атрибуції. Спеціальні типи даних можна створювати та додавати до програмних систем. Якщо тип даних, який використовується для просторових цілей, зберігається в системі керування базою даних, їхні допустимі типи даних можуть не збігатися в точності та повинні бути зіставлені з найближчим доступним [5].

1.1.3 Стандарти щодо використання геопросторових даних

В Україні стандарти геопросторових даних регламентуються згідно Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та Технічних вимог до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних [6].

Технічні вимоги в свою чергу відповідають основним вимогам до змісту специфікацій даних Інфраструктури геопросторових даних Європейського Союзу INSPIRE та положенням національного стандарту

ДСТУ ISO 19131:2019 «Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту» [7].

Геопросторові дані повинні бути забезпечені специфікацією, що розробляється відповідно до вимог Порядку і національного стандарту ДСТУ ISO 19131:2019 та гармонізуються з Регламентом Комісії (ЄС) № 1089/2010 від 23 листопада 2010 року про імплементацію Директиви 2007/2/ЄС Європейського Парламенту та Ради щодо сумісності наборів просторових даних і сервісів.

Національні ініціативи в стандартизації геопросторових даних та ГІС

треба виділити комітет по географічним даним США FGDC (30 проектів та затверджених стандартів, стандарти на цифрові ортофотозображення, стандарт на метадані CSDGM, стандарт обміну просторовими даними, на позиційну точність, на кадастрові дані та інше). Також треба відзначити

технічний комітет по географічній інформації CEN/TC 278 Європейського комітету по стандартизації CEN (Comite Europeen de Normalization), до складу якого входять 18 країн Європи. Діяльність CEN/TC 278 координується з аналогічним комітетом по географічній інформації і геоматиці ISO/TC 211

Міжнародної організації по стандартизації ISO (МОС). Сьогодні в більшості національних та міжнародних проектах передбачається будувати механізми стандартизації на основі рекомендацій і стандартів, напрацьованих комітетом ISO/TC 211 з урахуванням національних та глобальних інтересів [7].

Структура, напрямки та результати діяльності ISO/TC 211

До складу технічного комітету ISO/TC 211 входять представники 29 країн світу та 27 країн-спостерігачів, серед яких і Україна.

Технічний комітет очолює голова та секретаріат, до його складу входять п'ять робочих груп, три консультативних груп, група термінологічної підтримки, координаційна група та спеціальна комісія з вивчення ISO/TC 211

На кожну робочу групу покладено розроблення відповідного розділу стандартів серії ISO 19131. Стандарти серії ISO 19131 це структурований набір

стандартів для інформації про об'єкти та явища, які прямо або посередньо зв'язані з просторовою локалізацією на Землі. Ці стандарти встановлюють методи, засоби та служби управління даними (включаючи метадані), обробки, аналізу, доступу та представлення таких даних у цифровій/електронній формі користувачам та системам. За останні роки оновлені проекти (таблиця 1.1) з різних аспектів географічної інформації за такими групами [7]:

- Структура та еталонна модель
- Моделі даних та оператори
- Адміністрування геопросторовими даними
- Сервіси географічної інформації
- Профілі та функціональні стандарти
- Зображення
- Інформаційні групи
- Служби визначення місцеположення
- Управління інформацією

Таблиця 1.1

Міжнародні та національні стандарти, на які потрібно посилатися або використовувати в специфікації геопросторових даних [7]

Шифр стандарту	Регламент	Назва стандарту
ISO 639-2:1998, IDT	ДСТУ ISO 639-2:2009	Коди для подання назв мов
ISO 19101:2002, IDT	ДСТУ ISO 19101:2009	Географічна інформація. Еталонна модель
	ДСТУ 8774:2018	Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних
ISO 19103:2015, IDT	ДСТУ ISO 19103:2017	Географічна інформація. Мова концептуальних схем
ISO 19107:2003, IDT	ДСТУ ISO 19107:2017	Географічна інформація. Просторова схема
ISO 19108:2002, IDT	ДСТУ ISO 19108:2017	Географічна інформація. Часова схема
ISO 19109:2015, IDT	ДСТУ ISO 19109:2017	Географічна інформація. Правила для прикладної

		схеми
ISO 19110:2016, IDT	ДСТУ ISO 19110:2017	Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів
ISO 19111:2007, IDT	ДСТУ ISO 19111:2017	Географічна інформація. Просторова прив'язка за координатами
ISO 19112:2003, IDT	ДСТУ ISO 19112:2017	Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами
ISO 19115-1:2014		Географічна інформація. Метадані - Частина 1: Основи
ISO/TS 19115-3:2016		Географічна інформація. Метадані - Частина 3: XML схема реалізації для основних концепцій
ISO 19117:2012, IDT	ДСТУ ISO 19117:2017	Географічна інформація. Зображення
ISO 19118:2011, IDT	ДСТУ ISO 19118:2017	Географічна інформація. Кодування
ISO 19119:2016, IDT	ДСТУ ISO 19119:2017	Географічна інформація. Сервіси
ISO 19123:2005, IDT	ДСТУ ISO 19123:2017	Географічна інформація. Схема для геометрії і функцій покриття
ISO/TS 19127:2005, IDT	ДСТУ ISO/TS 19127:2017	Географічна інформація. Геодезичні коди і параметри
ISO 19131:2007; Amd 1:2011, IDT	ДСТУ ISO 19131:2019	Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту
ISO 19136:2007, IDT	ДСТУ ISO 19136:2017	Географічна інформація. Мова географічної розмітки GML
ISO 19157:2013		Географічна інформація. Якість даних

Серія стандартів ISO 19131 базується на загальних стандартах та концепціях сучасних інформаційних технологій. Особливості географічної інформації розглядаються в таких проблемних розрізах: просторові структури, часові структури, просторові властивості, просторові операції або методи, топологія та якість. Загальний базис стандартів ISO 19131 утворюють такі стандарти цієї серії: ISO 19104 – Термінологія, ISO 19103 –

Мова концептуальних схем ISO 19101 – Еталонна модель, ISO 19105 – Відповідність та тестування. Ці стандарти визначають концептуальні основи, структуру, внутрішні та зовнішні зв'язки документів, загальні вимоги і правила розроблення інших стандартів серії. До концептуальних основ серії стандартів ISO 19131 можна віднести: об'єктно-орієнтований підхід до аналізу та опису об'єктів і процесів в сфері географічної інформації; концептуальне моделювання з використанням уніфікованої мови моделювання UML (Unified Modeling Language), мови опису інтерфейсів IDL (Interface Description Language) та мови об'єктних обмежень OCL (Object Constraint Language); гармонізація з загальними стандартами інформаційних технологій та обробки даних [8].

Надзвичайно важливим для визначення стандартів по географічній інформації серії ISO 19131 є концептуальне моделювання. Ці стандарти мають обов'язкові строге формального опису як географічної інформації так і процесів її обробки. Послідовне використання концептуального моделювання забезпечує цілісність усіх стандартів серії ISO 19131 та реалізує комп'ютерно-орієнтований підхід до представлення даних і процесів, що в свою чергу забезпечують пряму інтерпретацію стандартизованих вимог, специфікацій, концептуальних схем об'єктів та процесів в сучасних середовищах об'єктно-орієнтованого програмування.

Загальна об'єктна модель визначає мета-модель для просторових об'єктів та їх властивостей. Архітектурна еталонна модель описує загальні типи сервісів, складають систему комп'ютерної обробки географічної інформації та множини інтерфейсів взаємодії цих сервісів між собою та зовнішнім середовищем. Вона також визначає методи стандартизації до вимог географічної інформації з урахуванням специфічних особливостей її обробки сервісами [7].

Профілі та функціональні стандарти об'єднують різні стандарти серії ISO 19131, деталізують вимоги базових стандартів серії, враховуючи специфічні ознаки конкретних застосувань. Профілі та функціональні

стандарти проблемно-орієнтовані на розробку прикладних геоінформаційних систем, які використовують геопросторові дані для спеціальних цілей.

Стандарт ISO 19105 – Відповідність та тестування визначає загальні структуру, концепції, критерії та методологію тестування для встановлення відповідності геоінформаційної продукції стандартам серії ISO 19100.

Передбачається, що кожний стандарт серії повинен мати спеціальний розділ, в якому деталізуються проблеми відповідності та тестування стосовно предметних аспектів конкретного стандарту (відповідність просторових схем, відповідність сервісів, відповідність якості, тощо).

Еталонна модель та базові стандарти окремих доменів задають каркасну структуру для стандартів усіх профілів та функціональних застосування географічної інформації.

Еталонна модель забезпечує розуміння того, як стандарти серії ISO 19131 зв'язані між собою та з іншими стандартами ISO, які описують ключові аспекти інформаційних технологій. В серії стандартів ISO 19131 безпосередньо визначаються:

структура географічної інформації, моделі даних і опис операторів (методів);

адміністрування географічною інформацією;
геоінформаційні сервіси.

Така організація системи стандартів ISO серії 19131 спрощує процеси гармонізації національних стандартів, оскільки вона встановлює уніфіковану структуру, загальні вимоги та правила розвитку, з урахуванням національних особливостей в частині мовної локалізації системи класифікації та кодифікації просторових об'єктів [8].

1.1.4 Походження геопросторових даних

Застосування нових високих технологій дає можливість створювати геоінформаційні та геопросторові дані, які мають багатогалузеве походження, багатоцільове і багатогалузеве застосування, зокрема

дистанційне зондування землі, цифрова фотограмметрія, GPS-вимірювання, використання баз даних та інформаційних комп'ютерних мереж тощо [9].

Джерела геоінформаційних та геопросторових даних:

1) Карти як джерело просторових даних для ГІС, зберігають свою актуальність. Хоч методи дистанційного зондування Землі і польової інструментальної зйомки зараз є найпопулярнішими, на картах можна знайти різнобічну і певним чином структуровану інформацію про реальних або, виявлених різними методами, просторових об'єктів.

При побудові картографічних баз даних, що включають тематичні карти та цифрові моделі рельєфу можуть використовуватися топографічні та загальногеографічні карти, що докладно відображають місцевість. За топографічними картами можна визначити і оцифрувати такі просторові об'єкти:

- система координат;
- місце розташування об'єкту;
- висоти пунктів опорної геодезичної мережі, висоти рельєфу; контури і глибину ерозійних форм;
- місце розташування гідрографічних об'єктів, оцінки узрізів води, глибин, ширини русла, швидкості і напрямку течії;
- населені пункти, кількість будинків, тип і контури великих будівель, кар'єрів та ін.;
- тип покриття, ширину проїжджої частини й узбіччя для автодоріг;
- конструкцію, довжину і вантажопідйомність мостів, висоту та глибину насипів і виїмок;
- контури лісових масивів або ділянок природної рослинності, тип деревних порід, висоту і густоту рослинності, ширину лісосмуг;
- місце розташування і тип елементів лінійної технічної інфраструктури (ЛЕП, трубопроводи).

2) Дані дистанційного зондування Землі. Методи дистанційного зондування Землі базуються на реєстрації та інтерпретації відбитої сонячної

радіації від поверхні ґрунту, рослинності, води та інших об'єктів. Значний вплив на якість і застосовність одержуваних даних відіграють: спектральний діапазон зйомки, просторова точність, радіометрична точність, просторове охоплення, оперативність і повторюваність зйомки, вартість даних [9].

Дані ДЗЗ виробляються за допомогою електронних пристроїв, що фотореєструють відбиту сонячну радіацію так званих приладів із зарядовим зв'язком - ПЗЗ. Ці прилади дозволяють реєструвати діапазони хвиль відбитої сонячної радіації як у видимій, так і в ультрафіолетовій та інфрачервоній спектральних зонах. На основі таких елементів створюються електронні скануючі пристрої, що можуть встановлюватися на різних космічних апаратах, призначених для зйомки атмосфери, океану і поверхні суші. Застосовуючи радіолокаційні системи, супутники можуть визначати висоту і довжину хвиль, розливи нафтопродуктів на поверхні води, рівень водної поверхні.

З природно ресурсних супутників ведуться спостереження за кольором і щільністю рослинного покриву, кольором води, температурою земної поверхні, кольором і текстурою ґрунтів. З космосу здійснюється високоточна зйомка для топографічного картографування, радіолокаційна зйомка рельєфу і вологості поверхневого шару ґрунту. Зйомка ведеться безупинно згідно з маршрутом прольоту супутника, дані постійно передаються на наземні станції. На наземних станціях виконується обробка інформації, що надходить: радіометрична корекція (усуваються перешкоди, що виникають при зйомці, передачі і прийомі даних, атмосферні перешкоди, вирівнюється освітленість); здійснюються геометрична корекція (усуваються кутові перекручування крайових зон, лінійні перекручування уздовж лінії зйомки тощо); нарізка на ділянки визначеного розміру, прив'язування до системи координат тощо [9].

Великі архіви цифрових даних накопичуються у центрах обробки інформації. У наш час діють кілька комерційних систем дистанційного зондування, дані яких активно поширюються і на Україні. Досить

поширеними є дані американської системи Landsat, французької SPOT, індійської Irs. Дані високої просторової точності пропонуються знімальними системами Ikonos і QuickBird (США) [9].

Додаткова обробка й аналіз даних ДЗЗ (виділення і порівняння різних спектральних діапазонів, сполучення знімків з різним просторовим дозволом, класифікація і виділення зон з визначеними характеристиками) виконуються за допомогою спеціального програмного забезпечення. Найбільш відомими програмними пакетами обробки даних ДЗЗ є ERDAS IMAGINE (США) і EgMapreg (Австралія) [10].

3) Дані електронних геодезичних приладів – дані, що являють собою файл із координатами та ідентифікаторами точок зйомки. У таких файлах також міститься інформація про проведені виміри вертикальні і горизонтальні кути, відстані. Ці файли можуть створюватися в спеціальних форматах або в звичайному текстовому форматі. Спеціальні програмні пакети для обробки даних геодезичних вимірів або модулі координатної геометрії інструментальних пакетів ГІС (пакет Інвент-Град (Україна), програмні пакети CREDO компанії «Кредо Діалог» (Білорусь), розширення Survey Analyst, сімейства пакетів ArcGIS компанії ESRI (США) та ін.)

зчитують такі дані за допомогою спеціальних конверторів. Текстові дані перетворюються в координати точок прив'язування, для яких за обмірюваними кутами і відстанями визначаються місця розташування точок по контурах об'єктів, створюється векторний файл. Якщо прилад підтримує введення ідентифікаторів і описів об'єктів під час зйомки, ці дані можуть автоматично вводитися в атрибутивну базу даних.

4) Джерела атрибутивних даних. Джерелом таких даних для ГІС можуть бути стандартні звітні форми різних державних, комерційних і громадських організацій, наукові звіти і публікації, дані спостережень на гідрометеорологічних станціях та ін. Велика частина таких документів створюється і подається в цифрованому вигляді у форматах програмних пакетів обробки документів Word, Excel, Access. До складу більшості пакетів

ГІС, що працюють з реляційними таблицями для збереження атрибутивних даних, входять спеціальні модулі імпорту й експорту даних у формати Excel і Access. Для обробки текстових даних розробляються методи їх групування, формалізації, переведення в табличну форму. Методи автоматизованого розпізнавання тексту можуть використовуватися при обробці паперових джерел [10].

1.2 Характеристика і класифікація природних та антропогенних ландшафтів

Ландшафт – це генетично однорідний природний територіальний комплекс, який має єдиний геологічний фундамент, один тип рельєфу, однаковий клімат, і складений із властивого тільки даному ландшафту набору динамічно сполучених основних і другорядних урочищ, що закономірно повторюються в просторі [11].

Класифікація ландшафтів має на меті виявлення й відображення їхніх найсуттєвіших властивостей. Існує така система одиниць класифікації природних ландшафтів: клас – тип і підтип – вид.

Класи ландшафтів виділяють за переважаючим впливом тектонічного (азонального) чинника: належністю до складчастих областей чи платформ і, відповідно, гір або рівнин, а також за особливостями циркуляції атмосфери [11].

Антропогенний ландшафт – це ландшафт, змінений діяльністю людини в процесі виконання нею соціально-економічних функцій з відповідною технологією природокористування. У такому ландшафті значних змін зазнають рослинність і тваринний світ, ґрунти, мікрорельєф; зміни геологічного фундаменту та основні риси клімату. Приклади антропогенних ландшафтів: господарські угіддя, населені пункти, промислові споруди, шляхи, антропогенні форми рельєфу (канали, кар'єри, відвали), хвостосховища [12].

Відрізняють антропогенний ландшафт і ландшафтно-техногенний комплекс. В ландшафтно-техногенному комплексі провідну роль відіграє

технічний блок, функціонування якого спрямовує і контролює людина. Ці комплекси не здатні до природного саморозвитку (наприклад території промислових підприємств, автомобільні і залізничні магістралі зі штучними формами рельєфу та ін.). Антропогенний тип ландшафту – це система взаємозв'язаних комплексів, що виникає при певному виді господарської діяльності. Так, повсюдно поширений у місцях видобутку корисних копалин відкритим способом – кар'єрно-відвальний тип ландшафту [12].

Антропогенних ландшафт ділиться на такі класи:

сільськогосподарський; промисловий; лінійно-дорожній; лісовий

антропогенний; водний антропогенний; рекреаційний; селітебний; белігеративний, та на підкласи, типи (зонально-поясних типів), підтипи і урочищ.

До зональних антропогенних ландшафтів відносяться

сільськогосподарські ландшафти – ландшафти, що формуються для цілей і під впливом сільськогосподарського виробництва. Цей клас ландшафту поділяється на три підкласи – польовий, лучно-пасовищний, садовий.

До азональних антропогенних ландшафтів України відносяться селітебні, промислові, водогосподарські та дорожні ландшафти [13].

Селітебні ландшафти – це ландшафти заселених територій, що сприяли активному процесу антропогенізації природних та формуванню антропогенних ландшафтів. Залежно від глибини перетворення природних ландшафтів, селітебні ландшафти розділяють на два типи: міські та сільські

антропогенні ландшафти. Міські ландшафти – ландшафти багатопільового призначення, що формуються у процесі створення і функціонування міст.

Природні ландшафти при цьому докорінно перебудовуються, на їх місці формуються якісно нові антропогенні комплекси і системи, що отримують назву міських ландшафтів. На розташування сільських населених пунктів

впливали різні чинники – природні, історичні й екологічні. Природні чинники завжди мали вирішальне значення, однак за останнє десятиріччя роль екологічних чинників помітно зростає [12].

Водні антропогенні ландшафти – це ландшафти, що виникають у процесі створення штучних водоймищ і водотоків. У структурі водних антропогенних ландшафтів України переважають водосховища, ставки та канали.

Гірничопромислові ландшафти – це ландшафти, що відрізняються складною внутрішньою структурою. Їх особливості залежать від способу розроблення, технології видобутку сировини, рельєфу, гідрологічного режиму і ґрунтів відпрацьованих ділянок, характеру оточуючих ландшафтів.

Поділяються на три типи: кар'єрно-відвальний, торфово-болотних пустищ і териконно-псевдокарстовий.

Кар'єрно-відвальний тип ландшафту. Цей тип промислових ландшафтів займає особливе місце в структурі ландшафтів України. За всі роки освоєння мінеральних ресурсів сформувалися різновікові кар'єрно-відвальні комплекси, що знаходяться на різних стадіях розвитку. Частина з них рекультивована, але більшість належить до категорій тих, що саморегулюються. Окремі з них можуть бути віднесені до розряду окультурених; вони давно використовуються в рекреації як пасовища та сінокоси [12].

1.3 Загальне поняття геоінформаційного моніторингу

Геоінформаційний моніторинг – це моніторинг, що передбачає спостереження за об'єктом; прогнозування, відстеження та оцінку його взаємодії з навколишнім середовищем; підготовку інформації для вироблення і прийняття управлінських рішень [13].

Моніторинг навколишнього середовища – це система спостереження та контролю за природними й антропогенними ландшафтами, окремими природними компонентами та процесами з метою прогнозування їх змін, здійснення заходів щодо запобігання та усунення негативних наслідків впливу на них, раціонального використання природних ресурсів [14].

Головним напрямком моніторингу є інформаційне забезпечення. Під інформаційним забезпеченням розуміють створення геоінформаційної бази

даних за об'єктами моніторингу. Створення бази даних геолого-екологічних показників у часі дає змогу детально проаналізувати чинники, зробити прогноз забруднення території, побудувати просторову модель забруднення, за наявності картографічної бази даних точок опробування, побудувати графіки зміни у часі будь-яких аналізованих величин. Картографічною базою для розроблення стратегії керування є низка карт, що характеризують стан різноманітних елементів навколишнього середовища, як наприклад, карта ураженості території екзогенними геологічними процесами, карта оцінки фонових техногенного навантаження на довкілля. Моніторинг відходів повинен стати засобом з реалізації екологічної політики країни, де одне з пріоритетних завдань - це управління відходами. Моніторинг промислових і побутових відходів у населених пунктах України потрібно здійснювати на державному, регіональному та місцевому рівнях [15].

На державному рівні методами моніторингу є:

- аналіз результатів виконання Державної програми управління відходами, визначення та оновлення цілей та завдань держави у сфері поводження з ними, а також розроблення законопроектів та нормативних вимог;

- оцінювання та визначення пріоритетності проектів у сфері управління відходами, фінансування яких може бути здійснене з державного бюджету;

- дослідження можливості внесення змін до законодавства України щодо створення економічних, правових та соціальних умов для впровадження роздільного збирання побутових відходів;

- дослідження відповідності законодавства України у сфері управління промисловими та побутовими відходами відповідному європейському законодавству.

На регіональному рівні до методів моніторингу належать:

- визначення можливостей співробітництва регіонів у сфері управління відходами, зокрема створення міжрегіональних об'єктів

управління відходами, а саме підприємств сортування та перероблення окремих компонентів відходів;

- вивчення впливу об'єктів управління відходами на навколишнє природне середовище, особливо - полігонів побутових відходів, відвалів, промислових відходів, розміщених на земельних територіях областей та обласних центрів, які приймають відходи. На місцевому рівні до методів моніторингу належать:

- визначення обсягів утворення побутових (твердих, великогабаритних, ремонтних, рідких) та промислових відходів (твердих, рідких, які належать до I, II, III чи IV класів небезпечності);

визначення морфологічного складу промислових чи побутових відходів та оцінювання і визначення організаційних заходів із впровадження роздільного збирання окремих компонентів побутових відходів;

- дослідження обсягів промислових чи побутових відходів, що утворюються у населеному пункті, які можуть бути перероблені або утилізовані, визначення рівня зменшення надходження відходів на захоронення та відповідного коригування терміну експлуатації полігонів промислових чи побутових відходів;

- визначення обсягів фінансування з місцевого бюджету впровадження роздільного збирання та інших технологій перероблення та утилізації відходів;

- аналіз шляхів та стимулів для залучення приватного бізнесу (вітчизняного та закордонного) до впровадження роздільного збирання окремих компонентів твердих побутових відходів;

- кількісне та якісне оцінювання відходів від їх утворення до використання та знешкодження (зокрема і складування);

- інформування про загрози відходів для середовища;

- верифікація ефективності управління відходами [15].

РОЗДІЛІІ Загальна характеристика об'єкту дослідження та розроблення узагальненої структури ГІС геоінформаційного моніторингу

2.1 Сучасний стан Придніпров'я

Для дослідження було обрано територію Придніпров'я, а саме правобережна частина Дніпропетровської області.

Клімат території дослідження помірно-континентальний. Середньорічний розподіл температур в має широтний напрямок. Зимові ізотерми змінюються з півночі на південь від $-6,2^{\circ}\text{C}$ до $-4,0^{\circ}\text{C}$, літні від $20,5^{\circ}\text{C}$ до $22,0^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури зафіксовано на рівні 41°C ; мінімуми складає -38°C . Частота переходу температур на поверхні ґрунту через 0°C досягає 10 – 15 разів на рік. Величина сумарної сонячної радіації змінюється в напрямку північ - південь від 4200 до 4400 мДж/м², радіаційний баланс – від 1800 до 1950 мДж/м² [18].

Середньорічна кількість опадів досягає максимуму на північному сході області (550 мм.), зменшується у південно-західному напрямку до 450-500 мм. Найвологіший місяць – липень, найсухіший – березень. Влітку кількість опадів становить 80% річної суми, взимку опади у вигляді снігу більше випадають на сході регіону, ніж на заході. Відносна вологість повітря у липні зменшується у південно-східному напрямку від 66% до 62%, у січні становить 84-81%. У літній період дмуть переважно західні та північно-західні вітри, взимку – східні та північно-східні.

За геологічними умовами територія дослідження належить до субрегіону – Україський кристалічний щит. Кристалічний фундамент залягає на глибині від 0 до кількох десятків метрів під денною поверхнею. В межах території дослідження представлені його наступні мегаблоки: Кіровоградський на заході, Придніпровський у центрі та Приазовський на південному сході. Ці блоки розбиті глибинними розломами [19].

Дніпропетровська область переважно має рівнинний рельєфом. Правобережжя Дніпропетровської області має свої виразні відмінності геологічною будовою. Правобережжя зайняте Придніпровською височиною

із показниками середніх висот 100 – 150 м над рівнем моря та максимальною відміткою всієї Дніпропетровської області 192 м у Седонському районі.

Висечина характеризується лесовою слабкохвилястою рівнинністю з розвиненою яружно-балковою мережею. На півдні вона переходить у пластову денудаційно-аккумулятивну слабкорозчленовану Причорноморську низовину з відмітками 50 – 75 м [19].

Територія дослідження розташована в межах басейну Дніпра.

Довжина Дніпра в межах області складає 240 км. Стік річки регулюється каскадом Дніпровських водосховищ – південна частина Дніпродзержинського та північна частина Дніпровського, а також є вихід до Каховського водосховища.

Річки правобережжя Дніпропетровської області характеризуються значним рівнем забруднення. Води мають високий вміст (з перевищенням ГДК) сульфатів, сульфідів, окисів заліза та важких металів внаслідок інтенсивних промислових скидів. Малі річки регіону в більшій мірі забруднені сільськогосподарськими стоками, як наслідок підвищена частка йонів амонію та нітратів.

Води басейну Дніпра активно використовуються для забезпечення потреб населення (водозабезпечення Дніпропетровська, Дніпродзержинська, Новомосковська, також Кривого Рога через канал Дніпро-Кривий Ріг) та промисловості, зокрема чорної металургії, електроенергетики, хімії та нафтохімії, деколи для зрошення сільськогосподарських земель.

Ґрунтовий покрив території має зональний характер. Північна частина охоплена смугою чорноземів звичайних, глибоких середньо- та малогумусних, пілувато-середньосуглинкових або пілувато-важкосуглинкових. На південь їх змінюють чорноземи звичайні, пілувато-середньосуглинкові малогумусні на лесах з ділянками чорноземів звичайних середньогумусних. Крайній південний захід займають чорноземи звичайні неглибокі малогумусні та чорноземи південні малогумусні та слабкогумусовані на лесах [19].

Бонітет ґрунтів знижується в напрямку північ-південь. Чорноземи звичайні середньогумусні характеризуються найвищою родючістю, найнижчою еолозні.

На території дослідження велика частина ґрунтів високої родючості, виведені із господарського обігу в результаті видобутку корисних копалин, зокрема залізних руд, уранових руд тощо, а також відведення земель в промислово, житлову забудову та транспортні комунікації.

Правобережжя Дніпропетровської області належить до лісодефіцитних.

Сучасні лісові насадження є переважно штучними, і представлені лісопарками, лісосмугами, насадженнями санітарних зон. Вік насаджень молодий, лише 5% лісів належать до категорії стиглих та пристигаючих. У видовому складі домінують сосна та дуб. Такий стан не сприяє розвитку лісообробної галузі в регіоні, яка змушена використовувати довізну сировину. В області проводяться заходи щодо розширення лісів природоохоронно-рекреаційного значення, зокрема у численних лісових заказниках [19].

Просторову організацію ландшафтів Дніпропетровської області складають вісімнадцять ландшафтів в їх індивідуальному тлумаченні, які презентують один тип (степові), два підтипи (північно- та середньостепові) та чотири види. Переважну більшість території займають північностеповий підтип ландшафтів – уся лівобережна частина області, та уся правобережна, окрім південно-західної частини. Степові ландшафти представлені двома родами: лесових та річково-долинних. Правобережні північностепові ландшафти є височинними, а лівобережні – низовинними. Середньостепові ландшафти в межах області є низовинними. Усі ландшафти межирічних рівнин Дніпропетровської області складені лесоподібними суглинками, тому на підроди в межах області не поділяються. Річково-долинні ландшафти на підроди не поділяються. Ландшафти межирічних рівнин сформовані урочищами межирічних рівнин, долин малих річок і струмків, балок і ярів, річково-долинні ландшафти – урочищами заплав і надзаплавних терас [20].

Криворізький ландшафт. Розташований у межирічних рівнинах по обидва боки річки Саксагань. На півдні обмежений Апостолівським низовинним ландшафтом, на заході межує із Софіївським височинним ландшафтом, на півночі – із П'ятихатківським височинним ландшафтом. На заході простягається на територію Кіровоградської області. За сучасним фізико-географічним районуванням територія ландшафту розміщена у межах Середньоінгулецько-Саксаганського та Верхньобазавлуцького фізико-географічного районів Південнопридніпровської схилово-височинної області

Дністрово-Дніпровського краю степової зони. Морфологічну структуру ландшафтів представляють урочища лесових межирічних рівнин, складені лесоподібними середніми суглинками з чорноземами звичайними маюгумусними середньосуглинистими під 16 культурними фітоценозами, із залишками різнотравно-типчакково-ковилового різнотрав'я.

Правобережжя Дніпропетровщина один з найбагатших регіонів України за мінерально-ресурсним потенціалом. Розташування на Українському щиті зумовило переважання в структурі корисних копалин рудної та нерудної сировини. На території розташований найбільший залізорудний басейн України – Криворізький, що має в своєму складі до 30 родовищ [21].

Серед інших руд металів у регіоні присутні марганцеві руди (Нікопольське родовище в межах Придніпровського марганцеворудного басейну), титанові (Малишівське), нікелеві (Девладівське), урану (Жовторічанське), золота (Сергіївське).

Серед нерудних корисних копалин присутні поклади каоліну, зокрема найбільше в Україні Просянівське, а також граніту (Кудашівське), допоміжної сировини для металургії – формувального піску (Васильківське), талько-магнезиту (Правдинське), вогнетривких глин (Девладівське).

Криворізький залізорудний район, площа якого становить близько 300 км², належить до регіонів із критичним станом довкілля. Територія басейну, крім техногенного перетворення природного рельєфу, зазнає активні ехилові

процеси – обвали, зсуви, лінійна ерозія, що постійно розвиваються. Зони обвалів шахтних полів сягають майже 40 км^2 , відвали розкривних порід кар'єрів і шахт – понад 100 км^2 . Відвали, які займають, як правило, колишні орні землі, акумулюють значну кількість атмосферних опадів, що спричиняє підтоплення прилеглих територій, розвиток зсувів та інших видів екзогенних геологічних процесів [21].



Рисунок 2.1 – Кар'єри Криворізького залізорудного басейну (Google

Earth)



Рисунок 2.2 – Кар'єри з видобутку титано-цирконових пісків міста Вільногірськ (Google Earth)

Гірничопромисловий ландшафт досліджуваної території перебуває під впливом екзогенних та в деякій мірі ендогенних природних процесів (неотектонічні рухи земної кори). Сукупність дії промислової діяльності людини та природних процесів породжують процеси, які нашаровуються на

створений гірничопромисловий комплекс. Це особлива група процесів та явищ, які називаються похідними. Ці процеси виникають у результаті взаємодії між гірничопромисловими ландшафтами із природними та техногенними чинниками, що призводить до суттєвої перебудови гірничопромислових ландшафтів. Порушення природного масо-, тепло- та вологообміну, внаслідок техногенної діяльності людини, призводить до активізації процесів, які згодом виконують ландшафтовірну функцію. Подальший їх розвиток визначається зонально-провінційним положенням регіону у географічній оболонці. У перші роки створення

гірничопромислових ландшафтів відбувається формування літогенної основи. Згодом, «добудовуються» інші компоненти ландшафту, та встановлюються тісні взаємозв'язки, як внутрішні, так і зовнішні. Внутрішні взаємозв'язки зумовлюють розвиток гірничопромислового ландшафту як цілісної ландшафтної структури. Зовнішні взаємозв'язки формують парадинамічні зв'язки між гірничопромисловими та іншими прилеглими природно-техногенними ландшафтними комплексами. Тобто, у межах гірничопромислових ландшафтів протікає техногенне ландшафтоутворення.

Формування та розвиток похідних процесів і явищ показано на рисунку 2.3



Рисунок 2.3 – Розвиток похідних процесів та явищ у гірничопромисловому ландшафті

Кридорізький залізорудний басейн – це потужна ландшафтно-технічна система, раціональне керування якою вимагає комплексних ґрунтовних знань, щодо раціоналізації видобутку залізної руди та її переробки, а також із

розробками рекультивацийних заходів на територіях, що порушені гірничими розробками. Із запровадженням системи розробки підземного видобутку відкритими камерами та обваленням порід, на території Кривбасу почали утворюватись численні зсуви, а згодом і зони зрушень. Розвиток цих процесів створює небезпеку для промислових підприємств, житлових будівель. Ліквідація наслідків зрушень є пріоритетним завданням геологів і маркшейдерів. Тому значна кількість досліджень повинна бути присвячена особливостям розвитку зон зрушень у Кривбасі та аналізу специфіки формування біогеоценотичного покриву ГПЛ Кривбасу з метою розробки рекультивацийних заходів [22].

Таблиця 2.1

Процеси та явища в гірничопромислових ландшафтах Криворізького залізорудного басейну [22]

Групи процесів та явищ (за участі провідного геокомпоненту)	Характеристика груп процесів та явищ
Геолого-геоморфологічні	<ul style="list-style-type: none"> - порушення сейсмостійкості техногенних територій; - формування флювіального, суфозійного, гравітаційного рельєфу;
Гідрологічні	<ul style="list-style-type: none"> - підтоплення земель; - самозатоплення кар'єрів.
Кліматичні	<ul style="list-style-type: none"> - замілення та забруднення навколишньої території внаслідок ерозії ГПЛ (аерологічний вплив); - зміна швидкості вітру; - зміна вологості повітря;
Ґрунтово-біотичні	<ul style="list-style-type: none"> - формування рослинних угруповань зонального типу; - утворення техногенного ґрунтового покриву.

Вагомий внесок в забруднення навколишнього середовища території дослідження становлять переробка уранових руд. Видобуток і переробка уранової руди на території України почали здійснювати наприкінці 1940-х років. Ці роботи здійснювалися в умовах секретності без дотримання вимог екологічної безпеки. Переробка уранових руд і отримання уранового

концентрату (U_3O_8) здійснюється на Гідрометалургійному заводі міста Жовті Води (ГМЗ) [23].

У 2021 році в Україні вироблено близько 455 тон уранового оксидного концентрату. Відходи переробки уранових руд (хвости) з підвищеним вмістом радіонуклідів природного походження за допомогою пульпопроводу розміщуються у хвостосховищі Балка «Щербаківська», що знаходиться на відстані приблизно 5 км від міста Жовті Води.

Наразі хвостосховище Балка «Щербаківська» є найбільшим відстійником відходів уранового виробництва в Україні загальною активністю $3,89 \cdot 10^{14}$ Бк (рисунк 2.4) [23].



Рисунк 2.4 – Хвостосховища уранових відходів на території міста Жовті Води (Google Earth)

Для утримання хвостосховища так щоб мінімізувати негайний вплив на навколишнє середовище та людей, потрібно постійно здійснювати пилопридавлюючі заходи на території хвостосховища, вести постійний контроль технічного стану об'єктів ГМЗ, радіаційний моніторинг навколишнього середовища, як на території заводу, так і в його санітарно-захисній зоні, дозиметричний контроль персоналу.

На сьогодні, ДП «СхідГЗК» має низку економічних проблем, що може призвести до відключення електроенергії підприємства. Якщо електроенергія буде відключена – вода не буде поступати в балку. Зрозуміло, що не через місяць, але рано чи пізно пересохне. Буде радіаційний пил.

На території дослідження, особливо в районі Криворізького залізорудного басейну знаходяться хвостосховища, які займають площу понад 7600 га і є потужними джерелами пилоутворення, викликають засолення значних територій, змінюють їх гідрологічний режим [23].

Хвостосховище – це споруда, яка являє собою природну або штучно створювану, за допомогою огорожувальної дамби, на понижених ділянках земної поверхні ємності для організованого складування і зберігання хвостів, освітлення і відводу води. Розміри хвостосховищ можуть бути різними, залежно від необхідних об'ємів складованих відходів і наявності земельних ресурсів [24].

Основні елементи хвостосховищ традиційної технології складування хвостів гідровідвалсутворенням це: дамби - огорожувальні споруди, пилки - відкоси наміву, ставки освітлення води (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Елементи хвостосховищ

Хвостосховища, залежно від рельєфу, класифікують на п'ятьма типами: ярове (балкове); ярово- (балково-) рівнинне; рівнинне; заплавне; косогірне [25].

Отже, територія правобережжя Дніпропетровської області належить до гарно забезпечених природними ресурсами. У структурі природно-ресурсного потенціалу домінують мінеральні ресурси, зокрема ті, які являються сировиною для металургійного виробництва. Багаті земельні ресурси представлені родючими чорноземними ґрунтами, що виводить регіон у число найбільших виробників сільськогосподарської сировини на сході

України. Дефіцит місцевих водних ресурсів компенсується транзитним потоком дніпровської води [19].

Територія області відзначається високою однорідністю щодо придатності до господарського освоєння, оскільки несприятливі фізико-географічні процеси мають, по-перше, невисоку інтенсивність, а по-друге, однорідність прояву по всій території області.

Зважаючи на це, можна прогнозувати подальше збереження за регіоном високої індустріального статусу та розвиток нових виробництв. Проте антропогенний тиск на природу перевищує допустимі норми, тому індустрію регіону в перспективі очікує глибока модернізація та заміна як технологій, так і очисних споруд, що дозволить використовувати природні багатства більш ефективно.

Основними забруднювачами водних об'єктів є промисловість (65 %), комунальне (25,6 %) та сільське господарство (9,2 %). Додатково до водних об'єктів потрапляють дренажні води зрошувальних систем, забруднені пестицидами, гербіцидами, мінеральними солями. Значна кількість забруднюючих речовин надходить у водні об'єкти з території населених пунктів, не обладнаних очисними спорудами зливових вод. З поверхневим зливом з сільськогосподарських угідь і тваринницьких комплексів у поверхневі води потрапляють біогенні елементи та залишки агрохімії. Найбільшими промисловими об'єктами-забруднювачами водних об'єктів залишаються: Публічне акціонерне товариство «Дніпровський металургійний комбінат ім. Ф.Е. Дзержинського» (місто Дніпродзержинськ), Публічне акціонерне товариство «ЄВРАЗ – Дніпропетровський металургійний завод ім. Петровського», ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», Публічне акціонерне товариство «ДТЕК Павлоградвугілля», Публічне акціонерне товариство «ДНПРОАЗОТ» [19].

Незважаючи на зменшення обсягу скиду зворотних вод і скидання забруднюючих речовин, стан річок і водойм області визначається як незадовільний.

Внаслідок підземного видобутку залізної руди за останні роки щорічно шахтами Кривбасу відкачується 10 – 12 млн. м³ шахтних вод, які скидаються без очищення. Середня мінералізація шахтних вод – 35 – 40 г/л.

Мінералізація шахтних вод обумовлена природним вмістом іонів хлору, натрію, калію, магнію, кальцію, які перевищують гранично допустимі концентрації, прийняті для водойм культурно-побутового та рибогосподарського призначення. Утилізація високмінералізованих шахтних вод на цей час є складною і не вирішеною екологічною проблемою;

у галузі охорони підземних водоносних горизонтів: на території регіону забруднення підземних вод питної якості має локальний характер.

Забруднення відбувається в зонах розробки корисних копалин з інтенсивним водовідливом, скиду та утилізації забруднених промислових стічних і шахтних вод у фільтруючі накопичувачі в Нікопольському басейні та в зоні

діяльності металургійних (гірничозбагачувальні комбінати Кривбасу, Публічне акціонерне товариство «Нікопольський завод феросплавів») і хімічних підприємств (Публічне акціонерне товариство «ДНІПРОАЗОТ») [19].

2.2 Загальна концептуальна модель геоінформаційного моніторингу довкілля

UML (Unified Modeling Language) – це мова графічного опису для моделювання об'єктів у сфері розробки програмного забезпечення, для моделювання процесів, проектування системи та відображення організаційних структур [14].

Схеми UML поділяються на два типи: структурні та поведінкові, вони в свою чергу розподіляються на підтипи. Усі ці модифікації представляють велику кількість сценаріїв і схем, призначених для різних категорій користувачів.

Якщо говорити про загальну концептуальну модель геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища, то головним завданням геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища є:

збирання первинних даних про об'єкти навколишнього природного середовища, про забруднення на об'єктах, просторове інтегрування та узагальнення інформації, накопичення моніторингових даних, оброблення та приведення даних до єдиних форматів, створення і ведення банку геопросторових даних, моніторинг, аналіз, моделювання, прогнозування, формування звітів та створення геообразень та системи прийняття рішень [26].

Реалізація задач геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища полягає в створенні інтегрованого банку геопросторових даних ГІС моніторингу природного середовища. Банк геопросторових даних має містити: цифрову модель єдиної топографічної основи; цифрову модель гідрографічної мережі; цифрову модель рельєфу; цифрові ортофотоплани; цифрову модель населених пунктів; цифрову модель рослинного покриву і ґрунтів; цифрову модель інженерних комунікацій і споруд; базу даних на об'єкти мережі спостережень; базу даних результатів спеціальних зйомок та спостережень; база даних джерел забруднення та інших навантажень; база даних результатів ДЗЗ; базу даних елементів навколишнього природного середовища [26].

Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища включає такі функції як: забезпечення функціонування єдиної системи збирання та накопичення даних на об'єктах мереж спостереження; забезпечення функціонування системи обробки даних; ведення інтегрованого банку геопросторових даних; робота з цифровими картографічними матеріалами, аналіз, моделювання та прогнозування стану природних комплексів засобами ГІС; формування запитів до баз даних, звітів, тематичних карт [27].

Інтегрування інформації спостереження природного навколишнього середовища ґрунтується на використанні єдиної для всіх моделей системи координат та єдиного базового набору геопросторових даних (БНГД). Процеси інтегрування реалізуються за допомогою каталогів і баз метаданих,

які супроводжують кожен топографічний і екологічний об'єкт, що вноситься в БНГД. Останні мають обов'язкову ідентифікацію, тобто кожному об'єкту призначається унікальний ідентифікаційний код та найменування. Каталоги та бази метаданих – це своєрідні сховища наборів спеціальних даних, в яких міститься опис відомостей про структуру та властивості об'єктів БНГД, системи координат та картографічні проєкції, точність просторового положення, час створення тощо.

В структурі бази геопросторових даних моніторингу навколишнього природного середовища можна виділити такі складові: каталоги об'єктів та атрибутів природних комплексів і мереж спостереження, базу нормативних даних, базовий набір даних, реєстри цільових об'єктів: природні комплекси та об'єкти природної охорони, об'єкти мереж спостереження за станом об'єктів природних комплексів (рисунок 2.6) [28].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

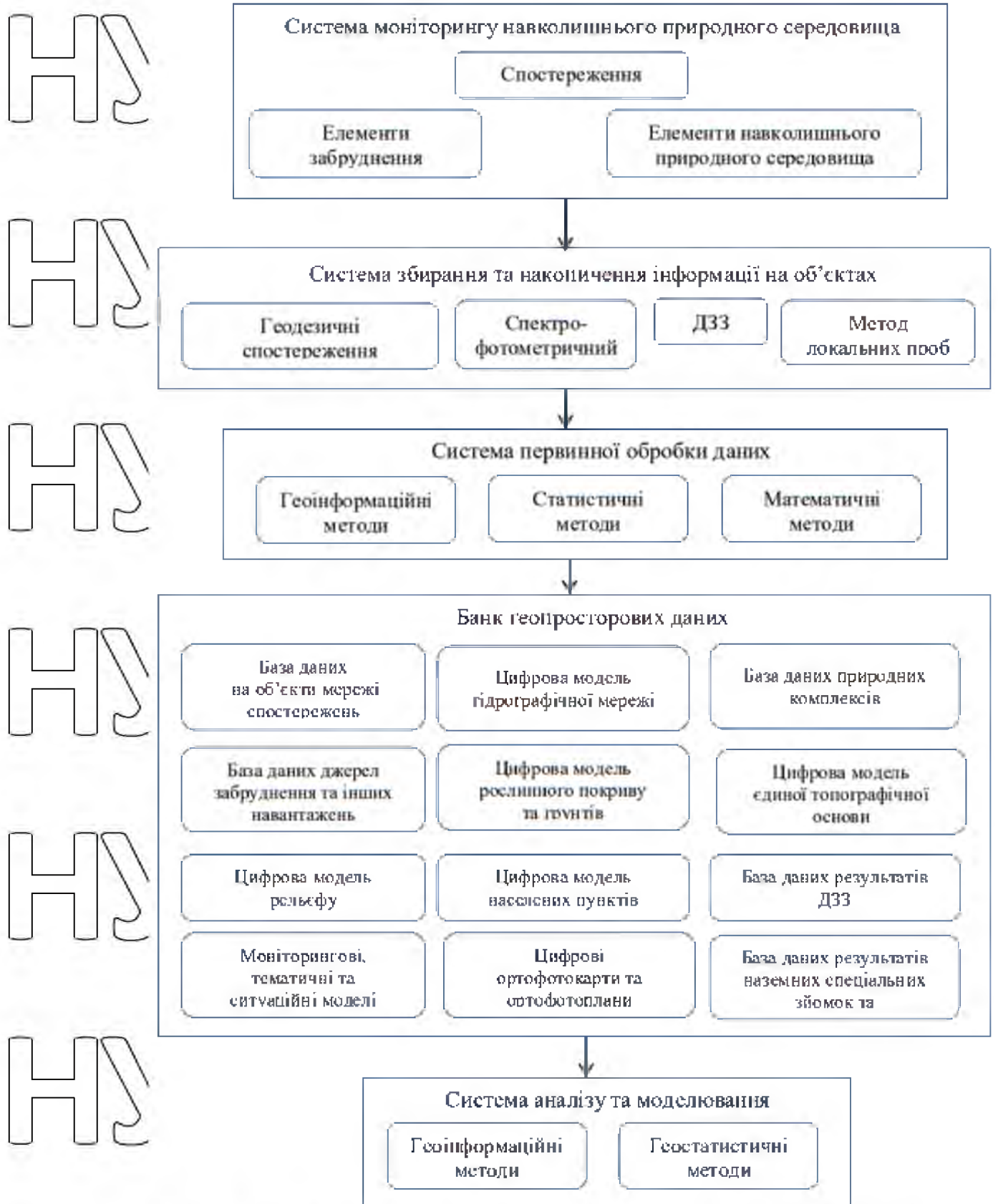


Рисунок 2.6 – Концептуальна структурна модель ГІС моніторингу навколишнього природного середовища

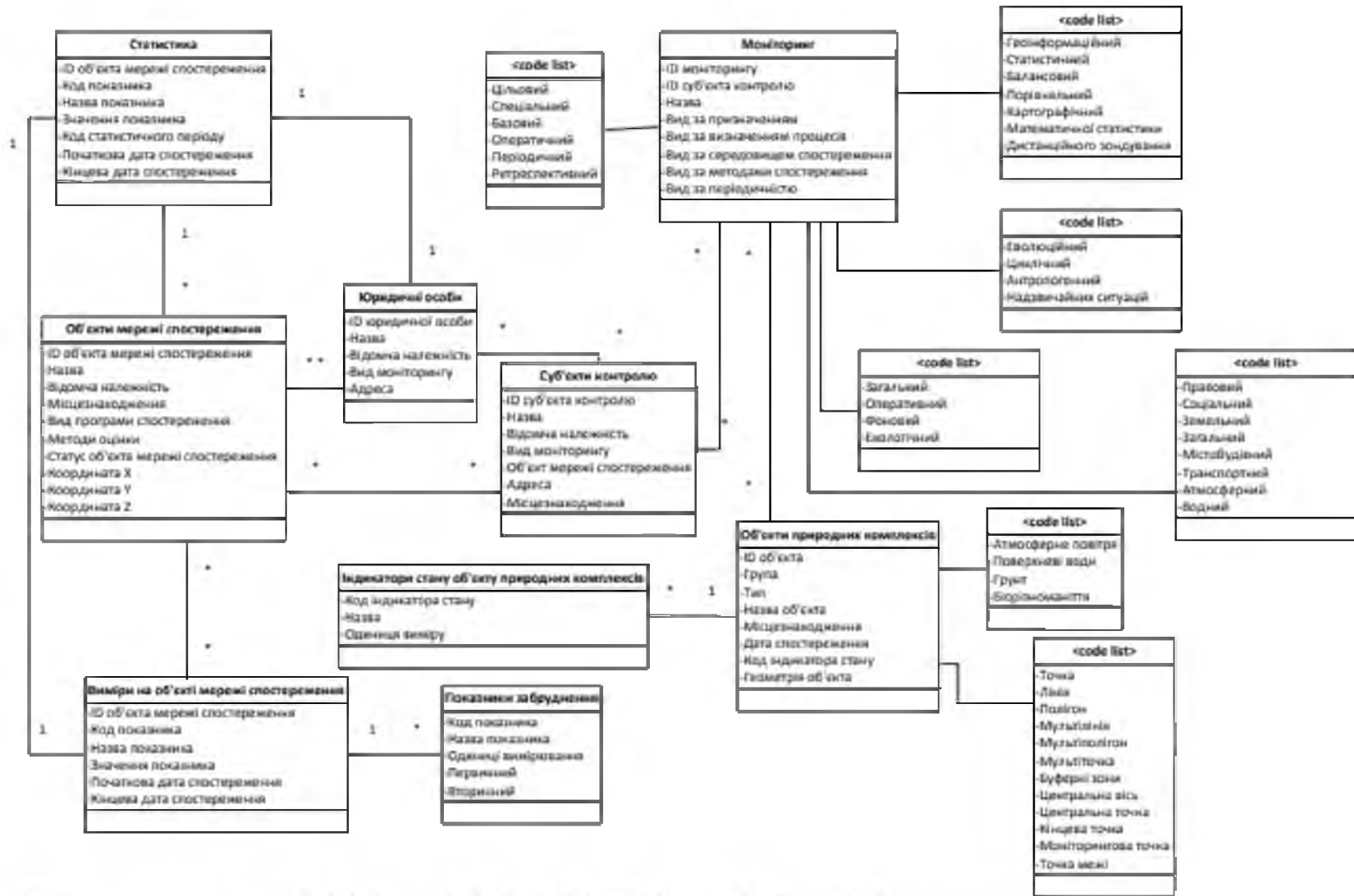


Рисунок 2.7 – Діаграма логічної моделі геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища

2.3 Діаграма діяльності

Для автоматизації процесів геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища Придніпров'я, доцільно створити графічне зображення із набором дій для процедурної системи геоінформаційного моніторингу, тобто створити діаграму діяльності.

Визначення «діаграма діяльності» в мові моделювання UML – це графічне зображення виконаного набору дій процедурної системи та розглядається варіація діаграми стану. Діаграма діяльності описує паралельні та умовні дії, використовуючи випадки та системні функції на детальному рівні [14].

Постановка задачі визначена темою «Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища Придніпров'я». Збір інформації щодо стану навколишнього природного середовища Придніпров'я.

Визначення цілі моніторингу природного середовища Придніпров'я. Вплив забрудників на територію дослідження. Вибір матеріалів ДЗЗ включає в себе вибір знімків на досліджувану територію та спектральних каналів, необхідних для ідентифікації забрудників, важливим є і дата знімку.

Постановка задачі визначена темою «Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища Придніпров'я».

Збір інформації щодо стану навколишнього природного середовища Придніпров'я. Визначення цілі моніторингу природного середовища Придніпров'я. Вплив забрудників на територію дослідження. Вибір матеріалів ДЗЗ включає в себе вибір знімків на досліджувану територію та спектральних каналів, необхідних для ідентифікації забрудників, важливим є і дата знімку. Обробка знімків. Включає в себе покращення якості знімків.

Створення композицій. Включає в себе створення кольорових композицій, що дадуть найкращу візуальну інформацію. Розрахунок спектральних значень – визначення та пояснення спектральних характеристик за допомогою програмного забезпечення.

Створення тематичної карти. Створення карти із забрудненими та пошкодженими територіями. Моніторинг навколишнього середовища досліджуваної території. Висновок по спектральним характеристикам та тематичної карти. Створення серії тематичних карт досліджуваної території (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Діаграма діяльності геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища Придніпров'я

Розділ III Геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища Придніпров'я

3.1 Програмні платформи для забезпечення геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища

Геоінформаційна система дозволяє користувачам візуалізувати, запитувати, аналізувати та інтерпретувати географічні дані, щоб дати можливість зрозуміти та вирішити проблеми взаємозв'язків, моделей і тенденцій [29].

ГІС збирає, включає та маніпулює атрибутивними даними з карт до систем звітності підприємства для аналізу та оцінки реальних проблем. Дані ГІС зазвичай відображають різні види даних на одній карті, щоб полегшити глибокий аналіз і ефективно використовувати якомога більше даних.

Програмне забезпечення ГІС зазвичай зосереджується на зборі, аналізі та відображенні географічних даних для керування операціями [29].

Для виконання дослідження були використані програмні засоби, що наведені нижче

ArcGIS – це комплексний програмний набір сімейства Esri, що має величезні можливості, значну кількість наборів інструментів для картографування та визначення місця розташування. ArcGIS містить цілеспрямовані програми для надання комплексних рішень різного спрямування. Разом із програмним забезпеченням Esri надає повну колекцію даних і вмісту для геозбагачення власних даних. ArcGIS також надає різноманітні інструменти розробки програмного забезпечення, за допомогою яких є можливість налаштувати та створити власні продукти картографування та визначення місцезнаходження [30].

Переваги програмного засобу ArcGIS:

1) Масштабованість. ArcGIS дуже збагачений різноманітними програмними наборами. Використовуючи розширення та доповнення ArcGIS, можна вирішити величезну кількість завдань.

2) Геообробка. Основа для геообробки в ArcGIS надійна, ArcToolbox є ключовою особливістю.

3) Картографія. ArcGIS дає можливість створювати потужні та наповнені великою інформацією карти. Не лише для друку, є можливість створювати карти в 3D та онлайн.

4) Дані – це основа будь-якого картографування, моделювання, моніторингу тощо. В ArcGIS немає дефіциту даних. ArcGIS Online дає можливість отримати дані онлайн. Це величезне сховище даних повертає тисячі наборів даних ГІС.

5) Редагування. Редагуючи дані, можна налаштувати їх і присвоїти назву. Редагувати дані в ArcGIS легко. Панель інструментів редагування надає інструменти не лише для створення даних, він також інструменти для примикання та забезпечення якості за допомогою топології.

До мінусів ArcGIS варто віднести:

1) Сумісність. Використання певних типів даних може бути складним у ArcGIS, тому що бракує можливостей для використання всіх типів даних і форматів ГІС.

2) Ліцензії. ArcGIS має різні рівні ліцензій. Кожна ліцензія забезпечує доступність певних інструментів. ArcInfo – найвища доступна ліцензія. Але якщо у є лише базова ліцензія, неможливо використовувати весь набір інструментів.

3) Вартість. Додаючи розширення, ви додаєте ArcGIS додаткові можливості, але вартість достатньо висока [30].

QGIS – є міжплатформною та безкоштовною програмою для настільної географічної інформаційної системи (ГІС) з відкритим кодом, яка допомагає переглядати, редагувати та оцінювати геопросторові дані. Це програмне забезпечення дозволяє користувачам оцінювати та редагувати спеціальну інформацію, а також створювати та робити доступними графічні карти. До переваг QGIS слід віднести [31]:

1) Більша швидкість і продуктивність: QGIS дуже швидкий порівняно з іншим програмним забезпеченням, таким як ArcGIS. Він використовує невелику кількість часу для виконання завдання, це через структуру інтерна.

2) Сумісність: QGIS сумісна з Windows, Linux, android, mac OS. Це полегшує користувачам установку та використання на своїх персональних комп'ютерах.

3) Безкоштовне програмне забезпечення: QGIS є безкоштовним програмним забезпеченням для придбання та менш дорогим для підтримки порівняно з іншим програмним забезпеченням, таким як ArcGIS.

4) Зручний графічний інтерфейс. QGIS має дуже простий і зручний графічний інтерфейс користувача. Це означає, що можна отримати доступ до базових інструментів, таких як просторові закладки, компоувальник карт і інструменти анотацій, безпосередньо в інтерфейсі.

5) Він пропонує новітні платформи для оцифрування . Окрім можливостей перегляду, редагування та аналізу геопросторових даних, QGIS також пропонує неймовірні рішення для оцифрування векторних шарів GRASS, а також підтримуваних форматів OGR.

До мінусів QGIS слід віднести:

1) Це менш зручно для початківців . Певною мірою більшість людей вважає, що ця програма спантеличує початківців.

2) Не ідеально підходить для тих, хто в основному хоче створювати карти . Незважаючи на те, що ця програма є найкращою на ринку з точки зору перегляду, редагування та аналізу даних, багато людей не рекомендували б її людям, які в основному хочуть створювати карти.

3) Функції створення карт дуже громіздкі [31].

IDRISI Selva – це простий у використанні програмний інструмент із зручним інтерфейсом, який дозволяє обробляти зображення за допомогою майже 300 модулів для аналізу та відображення цифрової просторової інформації. IDRISI Selva – це найширший набір інструментів ГІС та обробки зображень [32].

Також для геоінформаційного моніторингу можуть бути використані такі програмні засоби як:

GeoMedia – це потужна, гнучка платформа керування ГІС, яка дає змогу збирати дані з різних джерел і аналізувати їх узгоджено, щоб отримувати чітку й практичну інформацію. Він забезпечує одночасний доступ до геопросторових даних майже в будь-якій формі та відображає їх у єдиному уніфікованому вигляді карти для ефективного обробки, аналізу, представлення та спільного використання. Функціональність GeoMedia робить його ідеальним для вилучення інформації з масиву даних, що динамічно змінюються, для підтримки прийняття обґрунтованих та розумніших рішень [29].

MapInfo – універсальна географічна інформаційна система, призначена для збору, зберігання, відображення, редагування й аналізу просторових даних. Сфери застосування ГІС MapInfo: бізнес і наука, освіта й управління, соціологічні, демографічні й політичні дослідження, промисловість і екологія, транспорт і нафтогазова індустрія, землекористування та кадастр, служби комунального господарства й швидкого реагування, армія й органи правопорядку, а також багато інших галузей народного господарства [34].

Global Mapper – це доступна та проста у використанні ГІС-програма, яка пропонує доступ до незрівнянної різноманітності просторових даних і забезпечує потрібний рівень функціональності, щоб задовольнити як досвідчених ГІС-професіоналів, так і початківців користувачів.

GvSIG Desktop – це ГІС-програма, яка має великий набір для оперування векторними та растровими файлами, базами даних у різних форматах. Завжди доступні різноманітні інструменти для аналізу географічної інформації та керування нею [29].

GRASS GIS – програма, що містить потужні механізми растрової, векторної та геопросторової обробки в єдиному комплексі програмного забезпечення. Вона включає інструменти для моделювання рельєфу та екосистем, гідрології, візуалізації растрових і векторних даних, керування та

аналізу геопросторових даних, а також обробки супутникових і аерофотознімків. Вона поставляється з часовою структурою для розширеної обробки часових рядів і Python API для швидкого геопросторового програмування. GRASS GIS оптимізовано для продуктивності та аналізу великих геопросторових даних.

Whitebox - це вдосконалена платформа аналізу геопросторових даних із відкритим кодом, розроблена Дослідницькою групою геоморфометрії та гідрогеоматики (GHRG) університету Гвельфа. Проект розпочався в січні 2017 року та швидко розвивався з точки зору своїх аналітичних

можливостей. Зараз він містить понад 500 інструментів, від відкритого ядра WhiteboxTools до розширень, для обробки різних типів геопросторових даних. Він має багато привабливих функцій для програмного забезпечення

ГІС, таких як паралельні обчислення, відсутність зовнішніх залежностей, вбудовану функціональність у гетерогенні сценарні середовища та служить аналітичною підсистемою для інших програм ГІС та дистанційного зондування. WhiteboxTools можна використовувати для виконання загальних операцій аналізу географічних інформаційних систем (ГІС), дистанційного зондування та обробки зображень. WhiteboxTools також містить розширений

інструментарій для просторового гідрологічного аналізу та обробки даних LiDAR. WhiteboxTools не є пакетом візуалізації картографічних чи просторових даних; натомість він призначений для використання як аналітичний бек-енд для іншого програмного забезпечення візуалізації даних, наприклад QGIS та ArcGIS.

Smallworld - програмне забезпечення, що надає комплексний набір інтегрованих інструментів GE, що дозволяє знизити вартість володіння, спростити критичну мережеву інфраструктуру та забезпечити гнучкість, необхідну для задоволення вимог динамічної мережі [29].

AutoCAD 3D - це набір інструментів Map 3D, що входять до складу AutoCAD. Програмне забезпечення ГІС-карт на основі моделей забезпечує доступ до даних САПР та ГІС для підтримки планування, проектування та

управління. За допомогою набору інструментів Map 3D є можливість прямого доступу до просторових даних за допомогою технології Feature Data Objects (FDO), прямого редагування геопросторових даних, керування інфраструктурними системами за допомогою корпоративних галузевих моделей [35].

Martitude – програмне забезпечення для ГІС і картографування, що надає інструменти, карти та дані, необхідні для аналізу та розуміння того, як географія впливає на навколишнє середовище і організацію. За допомогою Martitude є можливість створювати карти та зображення карт з електронних таблиць, а також банити зовнішні дані на карті з різних джерел, включаючи файли KML/KMZ Карт Google. Призначений для візуалізації даних і географічного аналізу, Martitude постачається з повною бібліотекою карт і даних ГІС для обраної країни [36].

Програмне забезпечення TerraSync призначене для швидкого та ефективного збору та обслуговування даних ГІС у польових умовах. Просте, ефективно та продуктивно в польових умовах.

MAGNET Field GIS – це потужне інтуїтивно зрозуміле польове прикладне програмне забезпечення, яке підвищить продуктивність вашої ГІС і з'єднає вас з іншими як у полі, так і в офісі. Графічні значки та інтуїтивно зрозумілі робочі процеси допомагають виконувати польові завдання ГІС, такі як збір, навігація, оновлення даних, бібліотеки кодів і вимірювання [29].

.Програмне забезпечення з відкритим кодом:

Open Source Geospatial Foundation (OSGEO) підтримує декілька активно керованих ГІС-платформ:

QGIS – це професійна ГІС-програма, яка створена на основі вільного програмного забезпечення з відкритим кодом (FOSS) і пишається тим, що вона сама по собі. QGIS написаний на Python, але має кілька інтерфейсів, написаних на R, включаючи RQGIS.

GRASS GIS, яку зазвичай називають GRASS (система підтримки аналізу географічних ресурсів), – це пакет програмного забезпечення FOSS-

GIS, який використовується для керування та аналізу геопросторових даних, обробки зображень, створення графіки та карт, просторового моделювання та візуалізації. Наразі ГІС GRASS використовується в академічних і комерційних установах по всьому світу, а також багатьма державними установами та екологічними консалтинговими компаніями. Він є членом-засновником Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

GDAL – це багатоплатформний набір інструментів для перекладу між форматами геопросторових даних. Він також може виконувати повторне проектування та різноманітні завдання геообробки. GDAL вбудовано в багато програм як FOSS, так і комерційних, включаючи GRASS і QGIS.

SAGA-GIS або система автоматизованого геонаукового аналізу – це програма FOSS-GIS, розроблена невеликою групою дослідників з кафедри фізичної географії Геттінгена та кафедри фізичної географії Гамбурга. SAGA розроблено для легкої та ефективної реалізації просторових алгоритмів, пропонує всебічний набір геонаукових методів, що постійно зростає, забезпечує легкодоступний інтерфейс користувача з багатьма параметрами візуалізації та працює під керуванням операційних систем Windows і Linux.

PostGIS – це геопросторове розширення реляційної бази даних PostgreSQL [29].

3.2 Створення наборів геопросторових даних для геоінформаційного моніторингу модельної території

Першим етапом дослідження є створення наборів геопросторових даних, щоб визначити актуальний стан досліджуваної території з точки зору виявлення та локалізації різних забрудників (зокрема хвостосховищ, рудних та уранових відходів) та кар'єрів. Для цього було використано тематичне оброблення. Тобто було здійснено класифікацію. Класифікація – це спосіб дешифрування космічних знімків, тобто розпізнання та виокремлення на космічних знімках будь-яких об'єктів.

Керована класифікація буде обрана тому що вона застосовується, коли наперед відомі типологічні особливості об'єктів та їх кількість класів. В ході

керованої класифікації розподіл пікселів на класи здійснюють на основі порівняння значень характеристик кожного пікселя з навчальними вибірками, тобто еталонами, які формують для кожного класу шляхом відбору пікселів з певним діапазоном характеристик відповідно до реальних об'єктів місцевості на знімку.

В дослідженні було використано метод керованої класифікації, використання якого має такий порядок:

- підбір, знаходження і виділення еталонних полігонів, тобто було виділено максимальну кількість покриттів, що були ідентифіковані на знімку;

- призначено кожному типу покриття специфічного ідентифікатора;

- створення спектральних сигнатур для кожного типу покриття;

- аналіз пікселів у межах кожного еталонного полігона;

- оцінка якості еталонних ділянок за допомогою створення гістограм – графіків сигнатур та скаттерограм.

Вибір еталонних ділянок має на увазі фрагментів знімка, однорідних по яскравості й розташуванню.

Об'єкти, які приймаються за еталони, було визначено заздалегідь на підставі попереднього візуального дешифрування із залученням додаткових дешифрувальних ознак.

Для еталонних ділянок необхідно оцінити якість навчальної вибірки: репрезентативність, однорідність, розрізнення, схожість з нормальним розподілом.

Для того щоб виділити основні об'єкти моніторингу були використані специфічні характеристики кожного з об'єктів.

Хвостосховище уранових відходів перш за все ідентифікується своїм спектральним значенням. Оскільки рідкі радіоактивні уранові відходи вирізняються яскравим світло-зеленим кольором, навколо яких

локалізуються тверді відходи, що теж мають своє унікальне спектральне значення. Також чітко видно контур хвостосховища (рисунк 3.1).

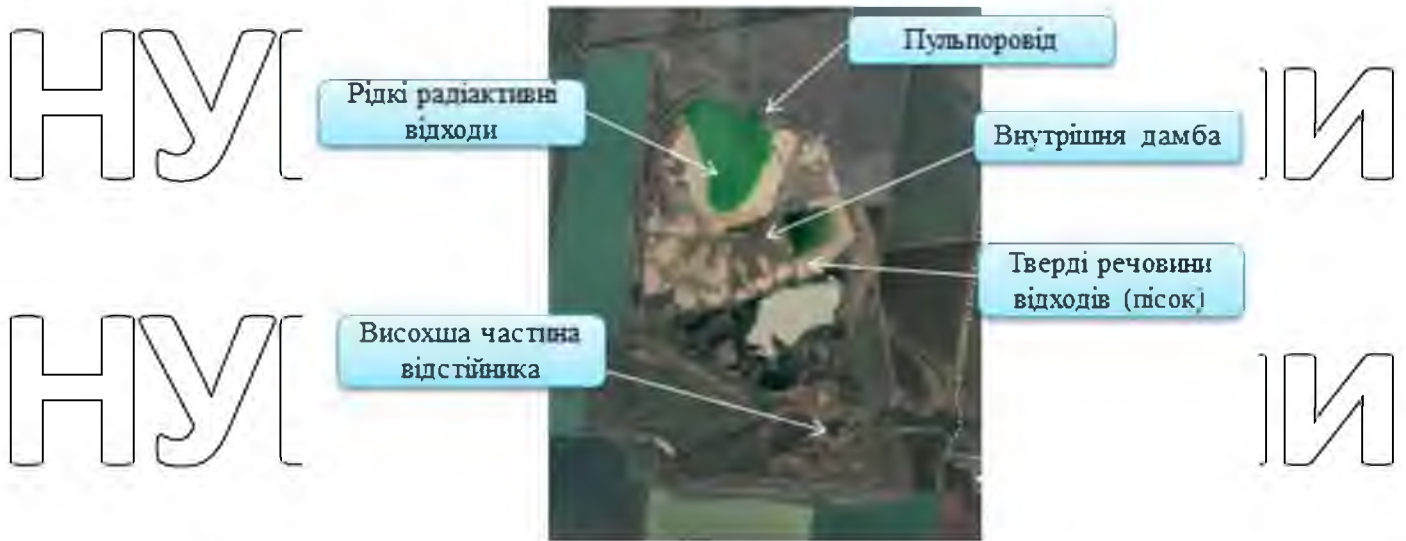


Рисунок 3.1 - Дешифрувальні ознаки хвостосховища уранових відходів

Кар'єр алюмінієвих руд ідентифікується за такими дешифрувальними ознаками: структурні ознаки (специфічна шероховатість), спектральні ознаки (специфічний рудий колір) (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 - Дешифрувальні ознаки кар'єру алюмінієвих руд

Також, можна чітко ідентифікувати нещочі кар'єри, що затоплені водою за такими ознаками: структурні ознаки свідчать, що це кар'єр відкритого типу, а за спектральними ознаками можна виділити воду (рисунок 3.3).

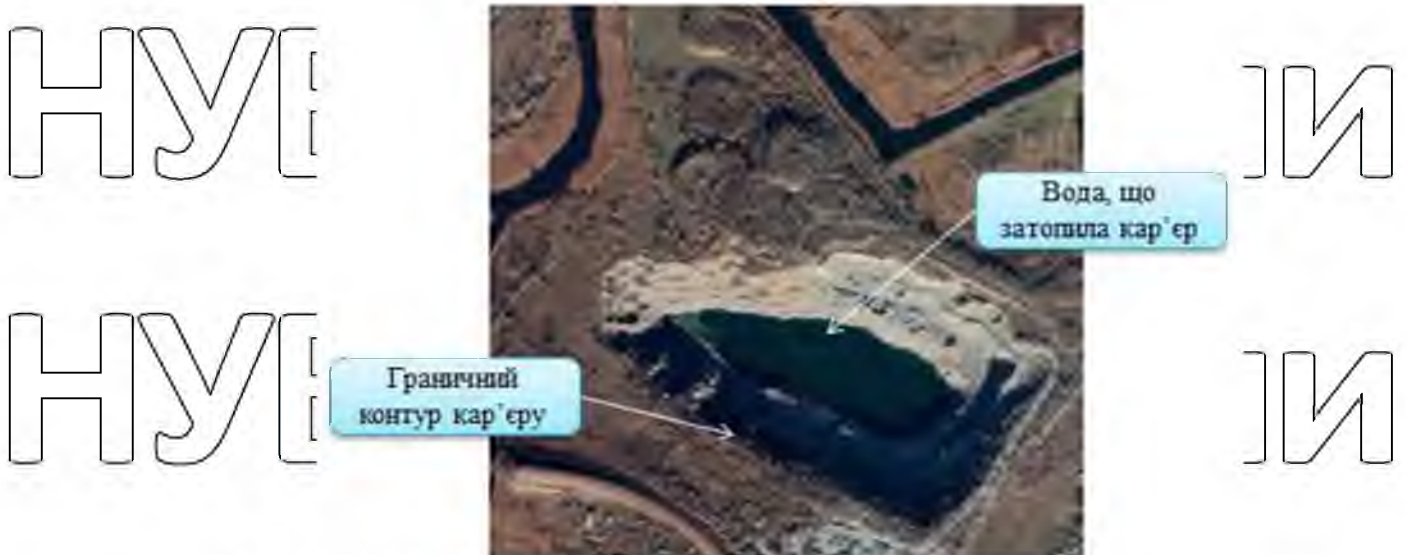


Рисунок 3.3 – Дешифрувальні ознаки недіючого кар'єру відкритого типу

Території, на яких розташовані колишні шахти, так звані зони обвалу, ідентифікуються за такими знаками: спектральні (світлий колір говорить про те, що ця зона піддана частим обвалам, темніший колір свідчить про незначну рослинність на схилах, темний колір свідчить про глибину ділянки), (рисунок 3.4)



Рисунок 3.4 – Дешифрувальні ознаки зони обвалу на території недіючих кар'єрів закритого типу

Недіючий кар'єр титано-цирконієвих пісків достатньо ідентифікувати лише за спектральними ознаками, оскільки він містить унікальні яскраві сині значення. Оскільки води, що зайняли місце колишнього кар'єру

профільтрувались через пісок та мають яскравий колір. Більш лазурний колір свідчить про те, що глибина незначна, а темніший – про найглибші частини кар'єру (рисунк 3.5)

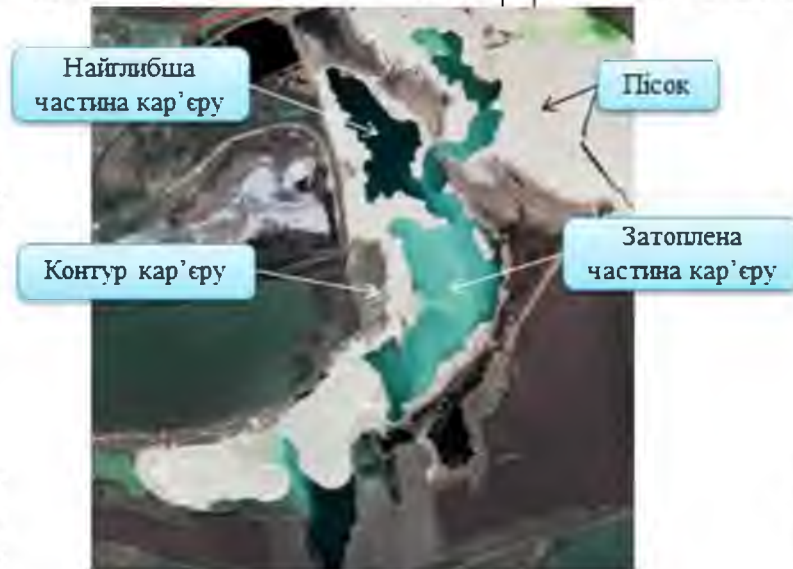


Рисунок 3.5 – Дешифрувальні ознаки недіючого кар'єру титано-цирконієвих пісків

Досліджуючи об'єкти антропогенної трансформації, важливо ідентифікувати чисті та забруднені водні об'єкти, які теж розрізняються за спектральними значеннями. Чиста вода має темний синьо-зелений колір, а забруднена – бурий або темно-зелений колір.



Рисунок 3.6 – Дешифрувальні ознаки чистих та забруднених вод

Для дослідження були взяті знімки, а саме їх спектральні канали, космічного апарату Sentinel – синій, зелений, червоний та інфрачервоний. 1,95 млн. га.

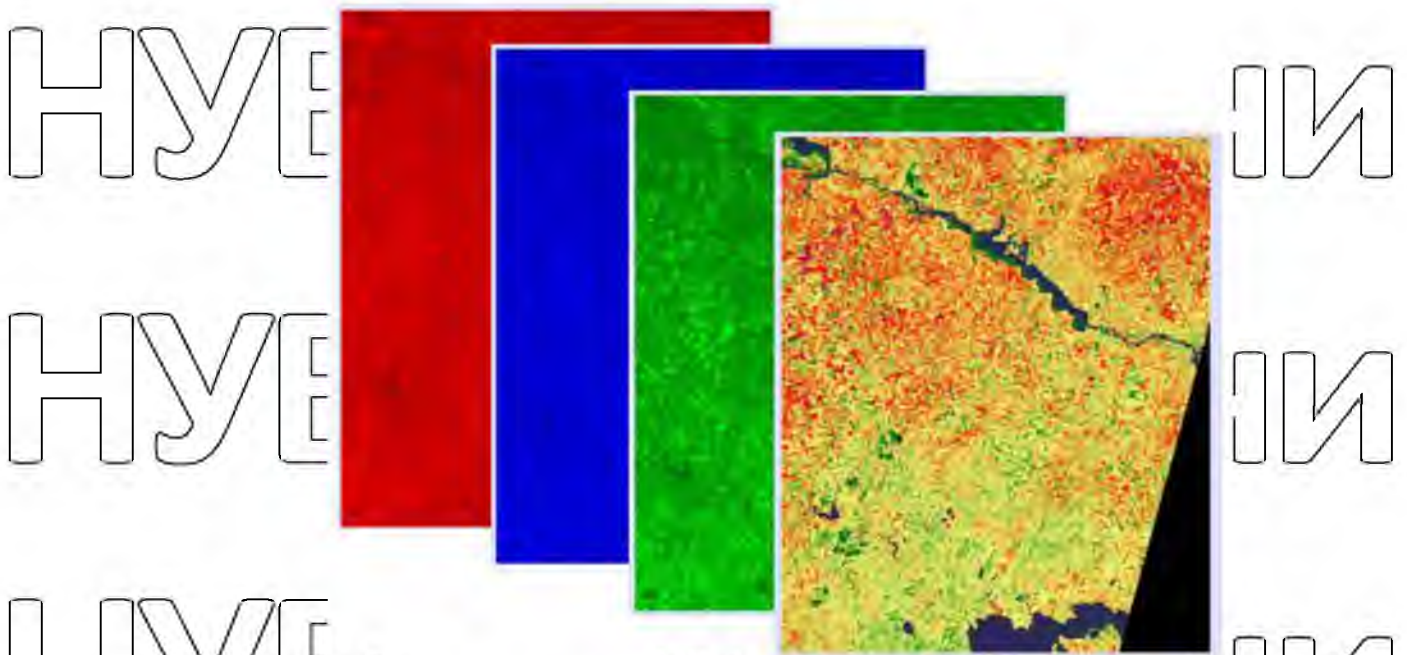


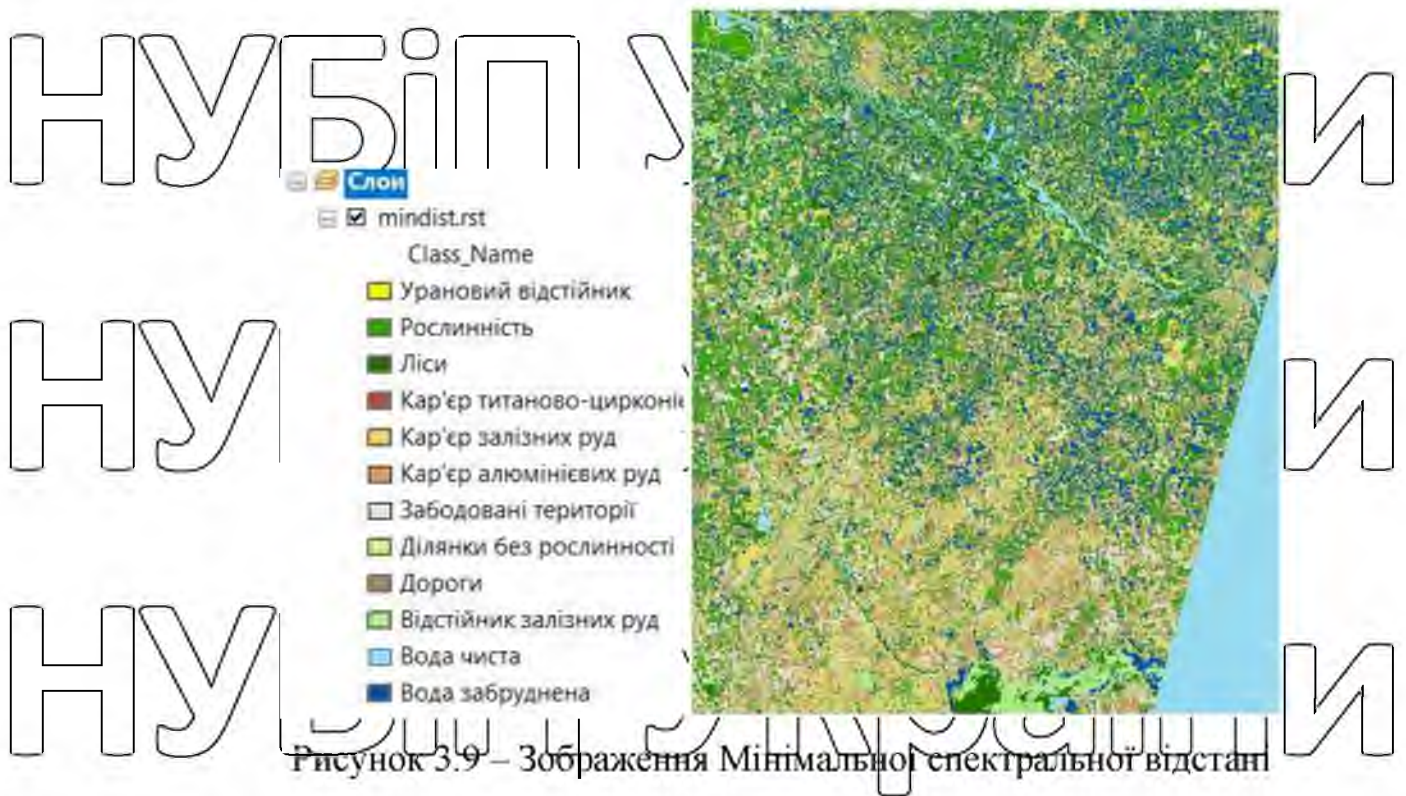
Рисунок 3.7 – Спектральні канали космічного апарату Sentinel взяті для дослідження



Рисунок 3.8 – Кольорова композиція території дослідження

Ідентифікувавши перелічені вище об'єкти, було створено спектральні сигнатури, які використовувалися для класифікації.

Для тематичної обробки було обрано метод керованої класифікації - Мінімальної спектральної відстані (рисунок 3.9).



Саме цей алгоритм був застосований у зв'язку з тим, що він вважається найкращим, якщо до кожного об'єкту невелика кількість пікселів. Метод мінімальної відстані застосовують, коли спектральні ознаки різних класів схожі, а діапазони значень їх яскравості перекриваються. Коли пікселі ідентифікуються і відносяться до кожного класу, використовується правило Евкліда, евклідова відстань. Згідно евклідової відстані схожість або відмінність між об'єктами встановлюється в залежності від метричної відстані між ними, яке розраховується за відповідною формулою.

Створюємо тематичну карту. На ній видно що в такій частині ідентифікувалися такі хвостосховища (Додаток А). Тобто було визначено, де знаходяться ці об'єкти на великій території

За допомогою інструменту Reclass (перекласифікація) в програмному засобі ArcMap, було розраховано площу об'єктів-забрудників та об'єктів антропогенної трансформації (рисунок 3.10 та рисунок 3.11).

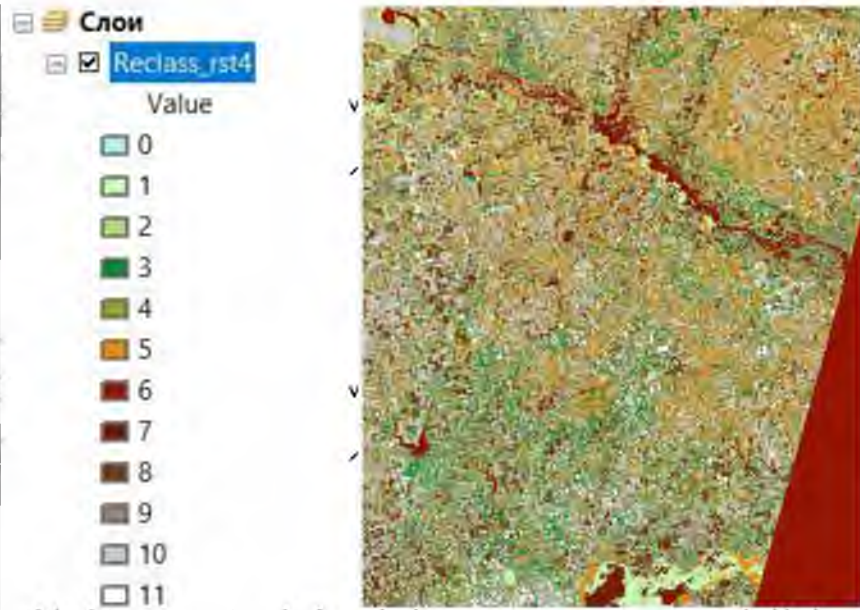


Рисунок 3.10- Перекласифіковани зображення

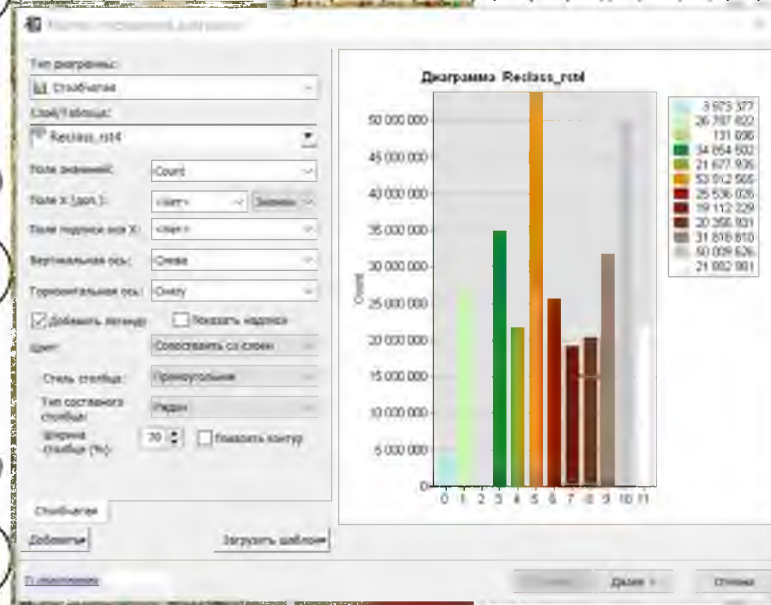


Рисунок 3.11 – Діаграма перекласифікації

Також було створено 3D модель території хвостосховища уранових відходів (Рисунок 3.12). Для цього з онлайн-ресурсу було скачано дані топографічної цифрової моделі висот у форматі SRTM (рисунок 3.13).

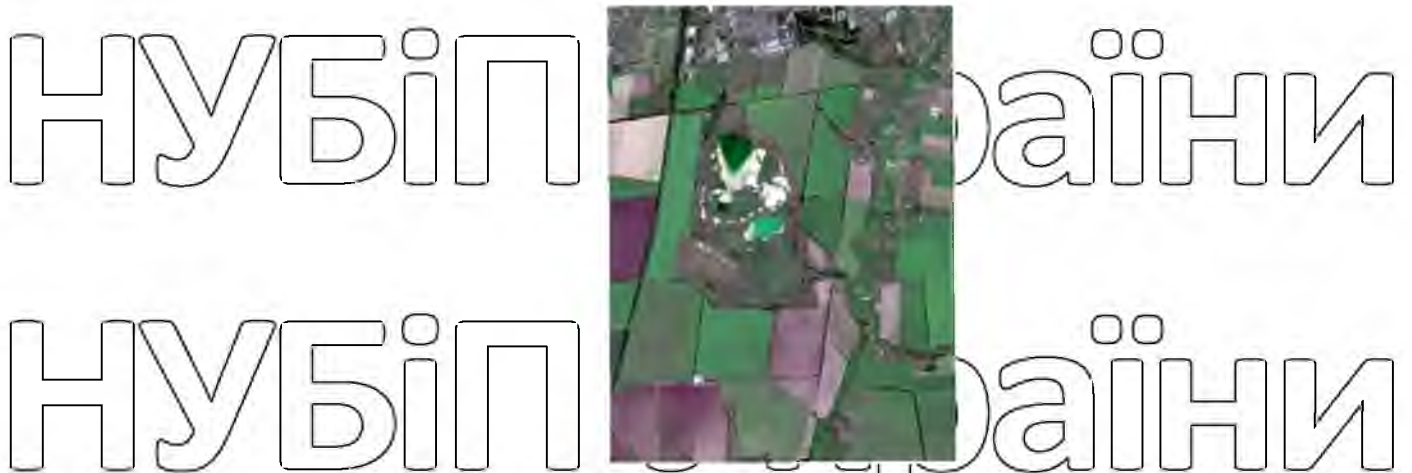


Рисунок 3.12 – Хвостосховище для якого розроблено 3D – модель

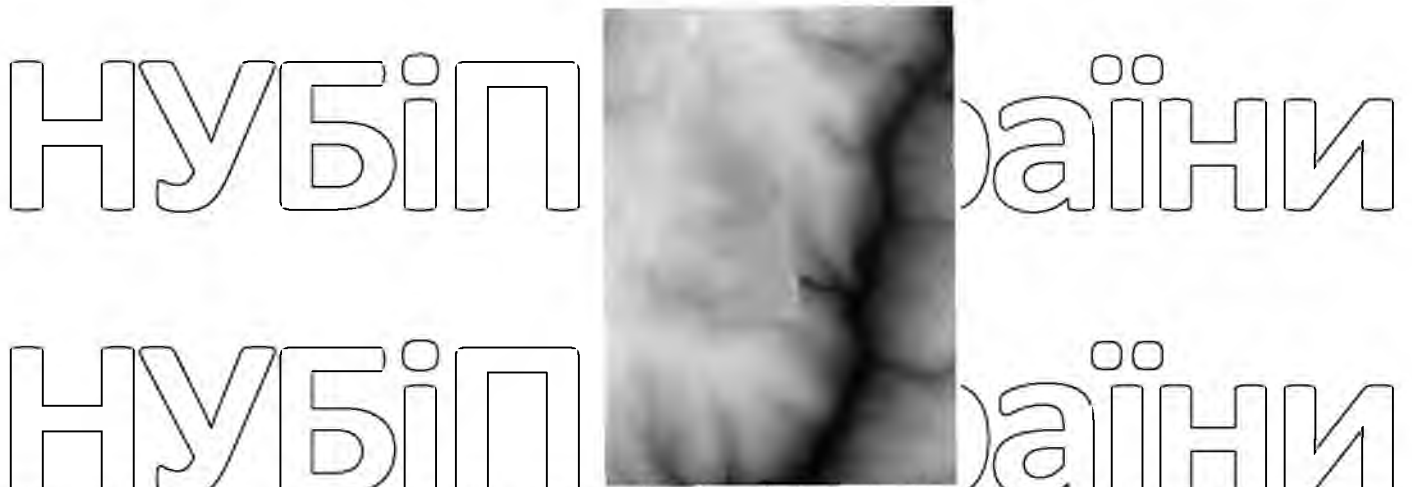


Рисунок 3.13 - Дані топографічної цифрової моделі висот у форматі SRTM для території хвостосховища

На основі даних SRTM було створено TIN-модель та модель GRID (рисунк 3.14).

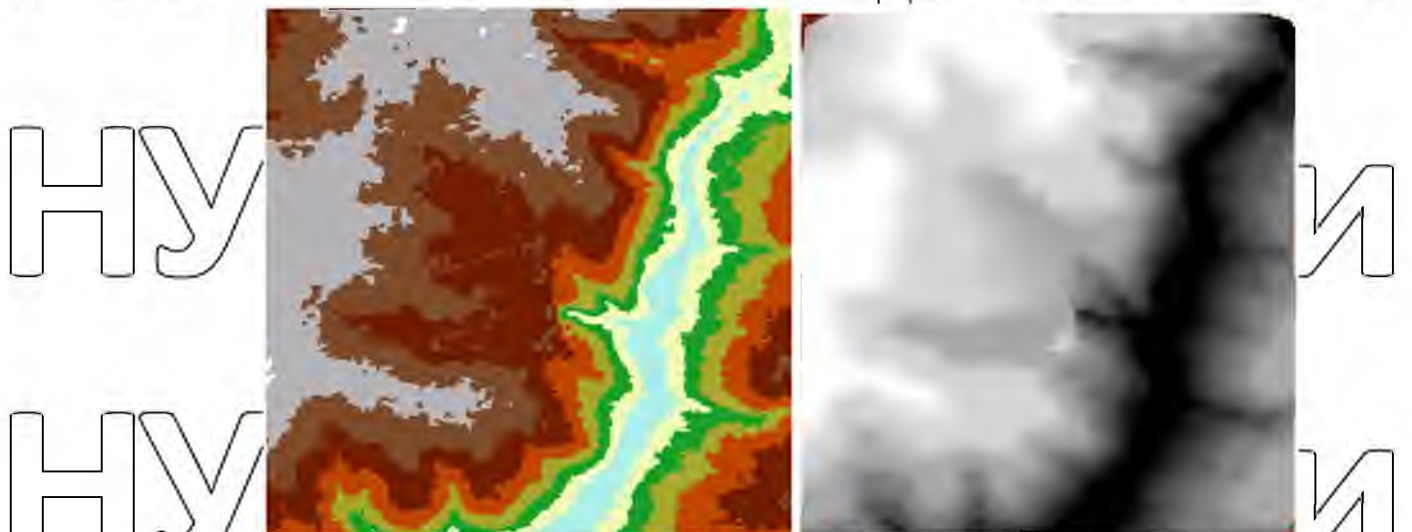


Рисунок 3.14 - TIN-модель та модель GRID Території хвостосховища

Оцифровано межі хвостосховища (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15 – Оцифровані елементи хвостосховища

Створено 3D – модель території хвостосховища уранових відходів, на якій зображені схили та напрямки імовірного забруднення території навколишнього природного середовища (Додаток Б).

3.3 Використання геопросторових даних для оптимізації охорони навколишнього природного середовища

Прийняття рішень щодо оптимізації охорони навколишнього природного середовища базується на широкому використанні геоінформаційних технологій, що передбачене Законом України «Про національну програму інформатизації» і Постановою Кабінету Міністрів України «Про заходи по створенню електронної інформаційної системи». Але оптимізація охорони навколишнього природного середовища на сьогодні недостатньо врегульоване у єдиній інфраструктурі геопросторових даних, порядку використання і обміну інформацією, а головне – у фінансуванні необхідних заходів [37].

Поточний моніторинг навколишнього середовища і природних ресурсів базується на основі спеціалізованих систем спостережень і подальшої обробки отриманих даних. Комп'ютерна обробка реалістичних картографічних зображень ландшафтних об'єктів в геоінформаційних системах моніторингу передбачає зазвичай реалізацію етапів попередньої обробки, сегментації, розпізнавання та інтерпретації [38].

Особливий практичний інтерес представляють завдання розпізнавання об'єктів за супутниковими знімками і аерознімками. До основних труднощів такого розпізнавання відноситься зміна видимості об'єктів, що викликається різними внутрішніми та зовнішніми чинниками (освітлення, орієнтація, стан, наявність спотворених фрагментів зображення тощо). Аналіз і інтерпретація знімків є важливою частиною реалізації багатьох ГІС додатків (наприклад, побудова топографічних карт, кадастрових планів, локалізації районів забруднення, моніторинг зміни контурів окремих ділянок зображень під впливом природних і антропогенних факторів). Завданням обробки просторових даних (ПД) в ГІС екологічного моніторингу природних ресурсів (зокрема, ландшафтних об'єктів) може бути як поліпшення (відновлення) зображення за деяким критерієм, так і спеціальне перетворення зображень. В останньому випадку обробка зображень може бути проміжним етапом для подальшого розпізнавання зображення (наприклад, для виділення контуру об'єкта). Оброблені зображення, як правило, спотворені шумами та викривленнями різної природи. Функціями пониження шумів в задачах обробки просторових даних в ГІС можуть бути як поліпшення візуального сприйняття аналізованих зображень, так і збільшення міткості при виділенні контурів об'єктів, що є необхідним для їх подальшого розпізнавання [39].

Було запропоновано геоінформаційний моніторинг навколишнього природного середовища з боку об'єктів забруднювачів та об'єктів антропогенної трансформації.

Перевагою використання ГІС є те, що географічна інформація з часом втрачає свою актуальність. Темпи зменшення вартості географічних даних

залежать і від інтенсивності трансформації природного середовища.

Простота і швидкість опрацювання вхідних даних та їхня актуалізація – це величезна перевага використання ГІС. Головною властивістю об'єктів,

відображених у геоінформаційних системах, є наявність інформації про них

та можливість проведення різних операцій з ними. Всі дані стосовно об'єктів

необхідно систематизувати та структурувати, що вимагає створення банку чи бази даних [40].

У природоохоронній справі ГІС застосовують при проектуванні і створенні природоохоронних територій та забезпеченні ефективної

діяльності (функціонування) створеного природоохоронного об'єкта. Для

першого напрямку в Україні існує чітка система нормативно-правових вимог,

які передбачають застосування геоінформаційних засобів для розроблення

високоякісних картографічних матеріалів, що необхідні для здійснення

Особливістю ГІС вважають наявність у їхньому складі специфічних методів аналізу просторових даних, які в сукупності з засобами введення,

зберігання, маніпулювання та представлення просторово-координованої інформації становлять основу технологій географічних інформаційних

систем, або ГІС-технологій. Саме сукупність специфічних методів аналізу,

які здатні генерувати нові знання з використанням як просторових, так і

непросторових атрибутів, і визначає головну відмінність ГІС-технологій від

технологій, наприклад, автоматизованого картографування або систем

автоматизованого проектування [41].

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі було розглянуто загальні поняття геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища.

А саме: було висвітлено стан вивчення і основні проблеми геоінформаційного моніторингу природного середовища, включаючи характеристики та властивості різнорідних геопросторових даних, стандарти щодо використання геопросторових даних та їх походження, характеристику і класифікацію природних та антропогенних ландшафтів, висвітлено особливості антропогенної трансформації та загальне поняття геоінформаційного моніторингу. Також було охарактеризовано об'єкт дослідження (Придніпров'я) та розроблено узагальнену структуру ГІС моніторингу. Було створено концептуальну структурну модель ГІС моніторингу навколишнього природного середовища, діаграму логічної моделі геоінформаційного моніторингу, та діаграму діяльності геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища Придніпров'я.

В дослідженні було проведено геоінформаційний моніторинг природного навколишнього середовища Придніпров'я, а саме: описані застосовані в роботі програмні платформи для геоінформаційного моніторингу, створено набори геопросторових даних для геоінформаційного моніторингу модельної території; описано використання геопросторових даних для оптимізації охорони навколишнього природного середовища.

Практична частина дослідження полягала полягає в розробці структури системи геоінформаційного моніторингу навколишнього природного середовища на прикладі модельної території. На основі спектральних каналів космічних знімків супутникового апарату Sentinel було створено спектральну композицію. Ця композиція лягла в основу виділення еталонних ділянок.

Еталонні ділянки були обрані за ідентифікативними ознаками об'єктів-забруднювачів (хвостосховища) та об'єктів антропогенної трансформації (діючі кар'єри, недіючі кар'єри, недіючі шахти)

Створивши еталонні ділянки, було створено файли сигнатур, які в свою чергу були використані для класифікації. Було обрано метод керованої класифікації – метод мінімальної спектральної відстані та обгрунтовано, чому саме він був використаний. В процесі керованої класифікації було отримано зображення на якому чітко видно проідентифіковані об'єкти на території дослідження, площею 1,94 мли га (Придніпров'я).

Також було створено 3D-модель хвостосковища уранових відходів. Мета цієї моделі – показати імовірність витоку радіоактивних відходів в навколишнє середовище. Для створення цієї моделі були застосовані дані цифрової модельної території SRTM, на основі яких було створено TIN-модель та модель GRID., а за допомогою програмного засобу ArcScene ці зображення перетворили в 3D-модель, яка показує схили модельної території та імовірні напрямки витоку радіоактивних відходів в навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kristin Stock, Hans Guesgen: Geospatial Reasoning With Open Data in Automating Open Source Intelligence, 2016
2. Caitlin Dempsey. Types of GIS Data Explored: Vector and Raster. GIS Data. 2022.
3. Essentials of Geographic Information Systems, 2021 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/index.html
4. Properties of Geographic Data: Requirements for Spatial Access Methods. Conference: Advances in Spatial Databases, Second International Symposium, SSD'91, Zürich, Switzerland, August 28-30, 2014
5. Varanka, D. E. (2021). Data Properties. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (1st Quarter 2021 Edition), John P. Wilson (Ed.), DOI: 10.22224/gistbok/2021.1-15 (link is external).
6. Технічні вимоги до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37358?an=9>
7. Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20>
8. Ю.О Карпінський А.А Лященко Є.П Волчко. Стандартизація географічної інформації. Міжнародний досвід та шляхи розвитку в Україні. 2018.
9. EDUCATIONAL RESOURCES: USGS Geospatial Data Sources [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.usgs.gov/educational-resources/usgs-geospatial-data-sources>
10. David Jones: Geospatial (GIS), Spatial Data and Map Resources, 2022
11. Л. Полшук, А. Мороз, Р.Кравченко: Природні та антропогенні ландшафти як складова знань про довкілля. Харків, 2018.

12. Г.А. Білецька. Генезис міських ландшафтів. Антропогенний та урбанізований ландшафт. 2017

13. Денисюк Г. І., Задорожня Г. М. Похідні процеси та явища в ландшафтах зон техногенезу. 2013

14. Кохан С.С. Геоінформаційний аналіз і моделювання / С. С. Кохан. – Київ, 2018. – 93 с.

15. Кохан С.С., Полшук І.П. Методи дистанційного зондування Землі в управлінні територіями. – К.: НАУ. – 2006. – 88 с.

16. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/785-93-%D0%BF#Text>

17. Бондар О.І. та ін. Моніторинг стану навколишнього середовища засобами ГІС / О.І. Бондар та ін.. // К. : ДЕА (Державна екологічна академія), 2018. – 52 с

18. Паспорт Дніпропетровської області [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/pasport_obl_fuLL_2021_compressed.pdf

19. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області у 2020 році [Електронний ресурс] // Міністерство екології та природних ресурсів України: [сайт]. – Режим доступу: <https://mepz.gov.ua/files/docs/EkoMonitoring/2021/regional>

20. Ландшафтна карта України. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://geomap.land.kiev.ua/landscape.html>

21. О.В. Плотніков, В.С. Стадай, В.В. Єфіменко. Еколого-геохімічні проблеми розробки глибоких горизонтів залізрудних родовищ у Криворізькому рудному районі. Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», Кривий Ріг, 2018

22. В.Л. Ізачков, С.В. Ярков. Антропогенні ландшафти Криворіжжя: історія розвитку, структура, 2008

23. Сайт Гідрометалургійного заводу (ГМЗ) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://yostgok.com.ua>

24. ДБН Б.2.3.-5:2012 Державні будівельні норми України «Хвостосховища і шламонакопичувачі Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво.»

25. Є. Пванов, Аналіз формування рослинних угруповань в межах Стебницького хвостосховища на основі дешифрування космічних знімків 2020,

26. В. Д. Погребенник, Е. А. Джумеля Засади створення геоінформаційних систем моніторингу територій гірничо-хімічних підприємств Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,

27. В.І. Зацерковний, Н.В. Оберемок: Застосування геоінформаційних систем та геоінформаційних технологій у дослідженні ландшафтів Національний авіаційний університет, Київ 2016

28. О.Б. Дудніна, С.Г. Удовенко, Л.Е. Чапа: Інтелектуальна обробка просторових даних в ГІС ландшафтно-екологічного моніторингу

29. Best GIS Software [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.g2.com/categories/gis>

30. Esri [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.esri.com/en-us/home>

31. QGIS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.qgis.org/en/site/>

32. IDRISI Selva Gis And Image Processing Software [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.environmental-expert.com/software/idrisi-selva-gis-and-image-processing-software-342737>

33. Global Mapper [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.bluemarblegeo.com/global-mapper/>

34. MapInfo [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.precisely.com/products/locate>

35. AutoCAD 3D [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://autocad-specialist.ru/video-uroki-autocad/s-cllego-nachinavetsya-3d-modelirovaniye-v-autocad.html>

36. Maptitude [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.google.com/search?q=Maptitude&oq=Maptitude&aqs=chrome..69i57j0i3019j247j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

37. Є. Гванов. Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні 2020 : зб. матер. VIII-ої міжнарод. наук.-практ. Інтернет-конф.

38. О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець: Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS

39. Луньова О.В. Методологічні засади застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища та програмне забезпечення досліджень / О.В. Луньова, О.В. Буглак // Український журнал дистанційного зондування Землі – 2019. № 22. – С.27–34

40. Bezonov O. Processing of noisy digital images with use of evolving autoencoders / O. Bezonov, O. Rudenko, S. Udovenko, O. Dudinova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – V. 6/9(90). – 2017. – P. 63-69

41. Hnatushenko V.V. Satellite Monitoring of Consequences of Illegal Extraction of Amber in Ukraine / V.V. Hnatushenko, D.K. Mozgovyi, V.V. Vasyliiev, O.O. Kavats // Scientific bulletin of National Mining University. State Higher Educational Institution «National Mining University