

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

Допускається до захисту

“_____” _____ 2025 р.

Завідувач кафедри: _____

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»**

**«АНАЛІЗ СТАНУ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН ДЛЯ КАР'ЄРІВ
ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАСОБАМИ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

Виконала – студентка групи 31к-зм освітньої програми «Геодезія та землеустрій», спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Кривулько Олена Дмитрівна

Науковий керівник – д. техн. н., професор Рудий Р. М.

Умань 2025

Уманський національний університет

Кафедра

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

геодезії, картографії і кадастру Завідувач кафедри _____ Ю.О. Кисельов

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу освітнього рівня «Бакалавр»

студентці групи 31к-зм _____ О. Д. Кривулько

(підпис)

(ініціали, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ «АНАЛІЗ СТАНУ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН ДЛЯ КАР'ЄРІВ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАСОБАМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

затверджена наказом по університету № ____ від “ ____ ” _____ р.

2. Термін здачі студентом закінченої кваліфікаційної роботи _____

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи: матеріали щодо аналізу стану санітарно-захисних зон для кар'єрів гірничодобувних підприємств міста Кривий Ріг.

4. Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів):

1. Гірничодобувна промисловість в Україні та її вплив на довкілля

1.1. Особливості гірничої промисловості України

1.2. Санітарно-захисні зони та їх озеленення

1.3. Постановка завдання

2. Розробка геоінформаційної системи для аналізу ступеню озеленення санітарно-захисної зони кар'єра

2.1. Особливості збору і обробки інформації для створення бази геоданих

2.2. Особливості збору і обробки інформації для створення бази геоданих програми «ArcGIS Online»

2.3. Створення бази геоданих

2.4. Додання шейп-файлів до програми «ArcMap»

2.5. Нанесення контурів кар'єра та зелених насаджень на супутникові фотознімки

2.6. Нанесення санітарно-захисної зони

2.7. Нанесення територій озеленення, доріг та будівель

2.8. Визначення площ кар'єру, санітарно-захисної зони та зон зелених насаджень

2.9. Розрахунок ступеня озеленення санітарно захисних зон та зон перспективного озеленення

5. Дата видачі завдання “_____” _____ р.

Керівник _____ д. техн. н., проф. Р. М. Рудий

Завдання прийняв до виконання “_____” _____ р.

Студент _____.

(підпис)

Реферат

Аналіз стану санітарно-захисних зон для кар'єрів гірничодобувних підприємств засобами геоінформаційних технологій.

Кривулько Олена Дмитрівна – Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр». Кафедра геодезії, картографії і кадастру. – Умань, Уманський НУ, 2025. 43 с. текст. част., 34 рис., 9 табл., 20 джерел.

Об'єктом роботи є кар'єри міста Кривий Ріг.

Предметом роботи є методи та засоби оцінки санітарно-захисної зони кар'єрів.

Мета – проведення аналізу стану санітарно-захисних зон для кар'єрів гірничодобувних підприємств міста Кривий Ріг.

Кваліфікаційна робота передбачає етапи вирішення наступних **завдань**:

- визначення площі існуючих зелених насаджень у санітарно захисній зоні гірничодобувних підприємств міста Кривий Ріг;
- перевірка відповідності озеленення нормативам згідно з законодавством;
- визначення площі для перспективного озеленення.

Актуальність роботи полягає в тому, що в умовах високого рівня техногенного навантаження, характерного для міста Кривий Ріг, велике значення для оптимізації екологічної ситуації в районах підприємств гірничодобувної промисловості має організація зелених насаджень.

Ключові слова: гірничодобувна промисловість, довкілля, забруднення атмосфери, кар'єр, санітарно-захисна зона, зелені насадження, озеленення, інформаційна модель.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 Гірничодобувна промисловість в Україні та її вплив на довкілля	7
1.1 Особливості гірничої промисловості України	7
1.2 Санітарно-захисні зони та їх озеленення.....	9
1.3 Постановка завдання.....	11
2. Розробка геоінформаційної системи для аналізу ступеню озеленення санітарно-захисної зони кар'єра.....	12
2.1 Особливості збору і обробки інформації для створення бази геоданих...12	
2.2 Особливості збору і обробки інформації для створення бази геоданих програми «ArcGIS Online».....	19
2.3 Створення бази геоданих.. ..	22
2.4 Додання шейп-файлів до програми «ArcMap»	24
2.5 Нанесення контурів кар'єра та зелених насаджень на супутникові фотознімки.....	26
2.6 Нанесення санітарно-захисної зони	28
2.7 Нанесення територій озеленення, доріг та будівель	31
2.8 Визначення площ кар'єру, санітарно-захисної зони та зон зелених насаджень.....	33
2.9 Розрахунок ступеня озеленення санітарно захисних зон та зон перспективного озеленення.....	36
ВИСНОВКИ	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42

ВСТУП

Функціонування промислових, зокрема гірничодобувних, підприємств пов'язане із суттєвим забрудненням компонентів довкілля, зокрема пилом, блукаючими викидами та іншими видами забруднення. Як результат, у районі гірничого підприємства сформувалися непрості екологічні умови.

Вагому роль у мінімізації негативного впливу промислових зон на життя населення відіграють зелені насадження [14]. Вони поліпшують стан повітря через зменшення концентрації пилу й шкідливих речовин у ньому, сприяють формуванню сприятливого мікроклімату [1].

Ми ставимо на меті визначення площ наявних зелених насаджень у межах досліджуваної території й окреслення перспективних ландшафтних територій згідно з нормами природоохоронного законодавства.

Позаяк Україна є однією з найбільших країн світу з видобутку руд чорних металів і має потужний видобувний потенціал зі значною кількістю відкритих родовищ (кар'єрів), то обрана нами тема є дуже актуальною для нашої держави.

1. АНАЛІЗ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УКРАЇНІ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Особливості гірничої промисловості України

Україна має дуже вагомий гірничодобувний потенціал і посідає одне з чільних місць з-поміж європейських держав із видобутку як паливних, так і рудних і нерудних корисних копалин (рис. 1.1) [3].



Рис. 1.1 Загальний вид кар'єру Інгулецького гірничозбагачувального комбінату,
м. Кривий Ріг

Національне господарство України забезпечене вже розвіданими геологічними запасами приблизно на 20-30 років наперед [4]. Але в ХХ ст. в умовах совєтської окупації України внаслідок низького рівня технологічної культури й специфічної політики імперського центру щодо «союзних республік» нерідко велося екстенсивне й нераціональне використання мінеральних ресурсів. Важливим чинником було й те, що гірничодобувна

промисловість України розвивалася як складова єдиної всесоюзної економічної системи на засадах міжреспубліканського розподілу праці. Таке нераціональне використання надр мало наслідком передчасне відпрацювання багатьох родовищ [6].

У наш час гірничодобувна промисловість України налічує понад 2000 гірничодобувних та переробних підприємств, має досить розвинену наукову й технологічну структуру [7]. Станом на кінець XX ст. до промислового освоєння залучено 3349 родовищ, тобто 40-75% розвіданих запасів різних видів корисних копалин [4]. У цій галузі зосереджено близько третини всіх виробничих фондів України та близько 20% трудових ресурсів промисловості, щорічно виробляється до 25% ВВП, який 2000 р. становив 173 млрд. грн. Розвідані запаси українські фахівці оцінюють у 7,5 трлн. доларів США, а західні експерти – в понад 11 трлн. доларів США [5]. Загальна вартість річної продукції гірничодобувної промисловості України в 1990 р., коли було досягнуто найвищого рівня видобутку, становила майже 20 млрд. дол. США [4].

Аналіз стану гірничодобувної промисловості України свідчить про те, що, попри нераціональне використання мінеральних ресурсів за часів СРСР, Україна тепер має досить великі можливості використання надр, зокрема в частині видобутку чорних і кольорових металів.

1.2 Санітарно-захисні зони та їх озеленення

Санітарно-захисні зони являють собою території навколо потенційно небезпечних підприємств, де населенню заборонено мешкати й вести господарську діяльність [6]. Виокремлені навколо таких об'єктів санітарно-захисні зони призначені для захисту людей від джерел токсичних речовин, шкідливих запахів, високого рівня шуму, вібрацій, ультразвукових і електромагнітних хвиль та інших імовірних джерел згубного впливу на якість життя та здоров'я населення [3].

Санітарно-захисні зони створюються з метою захисту людей від негативних виробничих чинників (пилу, газу, шуму, вібрації), їхні значення на території санітарного заповідника не можуть перевищувати санітарні норми [2]. Ширина санітарно-захисної зони залежить від характеру й потужності виробництва, складності технологічного процесу та інших чинників [3].

Зокрема, для теплових та атомних електростанцій, сантехнічних споруд передбачений V клас, для підприємств із видобутку та нерудних корисних копалин – III або IV клас небезпеки [20].

Ширина санітарно-захисної зони для об'єктів I класу небезпеки мусить бути не меншою за 1000 м, II – не менше 500 м, III – не менше 300 м, IV – не менше 100 м, V – 50 м [8].

Територія санітарного заказника мусить бути озеленена, що має сприяти зменшенню рівня забруднення повітря й шуму, відповідно до нормативів [8]. Мінімальна площа озелененої зони санітарного заказника повинна становити: до 300 м – 60%, залежно від ширини ділянки, від 300 до 1000 м – 50%, понад 1000 м – 40%. Благоустрій території заповідника є невід'ємною частиною проектно-будівельної документації підприємства, для якої здійснено спеціальні дослідження природних і санітарно-гігієнічних умов, архітектурно-планувальних рішень, тощо. Ці насадження можуть мати вигляд щільних смуг, перпендикулярних напрямку скидання відходів, вони створюють механічні перешкоди на шляху потоків забрудненого повітря. Озеленені зони зменшують газоподібні домішки на 25-35% через диспергування й відхилення забрудненого повітряного потоку. З метою озеленення промислових підприємств, оздоровчих закладів і придорожніх смуг бажаним є добір найстійкіших до дії шкідливих чинників рослини (клени, тополі, акації тощо) [10].

Таким чином, відповідно до чинного законодавства України гірничодобувні підприємства мають IV клас небезпеки, і їх озеленення мусить відповідати встановленим критеріям щодо формування санітарно-захисних територій [8].

1.3 Постановка завдання

Аналіз історичних та екологічних чинників дає підстави стверджувати, що з XVI ст. й до сьогодні видобуток корисних копалин є однією з найважливіших сфер не лише національного господарства України, а й світової економіки, але, крім видобутку мінеральних ресурсів, вказаний виробничий процес може мати серйозні негативні екологічні наслідки [19].

Зокрема, забруднення повітря є однією з найбільших екологічних проблем у сфері видобутку мінеральних ресурсів, а також одним із найбільших негативних наслідків для атмосфери є видобуток корисних копалин відкритим способом [18].

Одним з ефективних шляхів зниження негативного впливу гірничодобувних підприємств на довкілля, зокрема на атмосферу, є розвиток санітарно-заповідних територій з обов'язковим озелененням [1].

Тому доцільним є створення інформаційної моделі, що відображала б фактичну зелену зону санітарного заказника та її озеленення згідно з природоохоронним законодавством [8]. Ми досліджуємо вищезазначену проблему на прикладі міста Кривий Ріг Дніпропетровської області.

2. РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТУПЕНЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ КАР'ЄРА

2.1 Особливості збору і обробки інформації для створення бази геоданих

У наш час створено значну кількість програм для роботи з просторовою інформацією, з них найбільше поширення отримали «ArcGIS», «QGIS», «MapCad» тощо [15]. Системні вимоги й експлуатаційні рівні цих програмних продуктів є різними, зокрема, вони представлені у праці [9].

З огляду на поставлене питання щодо формування власної бази даних просторової інформації й обробки супутникових зображень, ми вважаємо найбільш зручним застосовувати програмне забезпечення ESRI ArcGIS for Desktop, що охоплює інтегрований набір передових ГІС. До них входить значна кількість настільних програм, зокрема «ArcMap», «ArcCatalog», «ArcGlobe» тощо. Ці та інші програми дозволяють вирішувати будь-які завдання ГІС, в тому числі просторовий аналіз і картографування територій, 3D-моделювання, редагування та компіляцію даних, управління даними, візуалізацію й обробку просторової інформації [11].

Територією нашого дослідження є місто Кривий Ріг, у якомц густо сконцентровані підприємства гірничої промисловості, зокрема кар'єри (рис. 2.1).

Реальним об'єктом дослідження нами обрано найбільший кар'єр у м. Кривий Ріг завдовжки 2500 м, завширшки 3000 м та завглибшки 400 м (рис. 2.2). Нижній рівень сягає позначки (-)285 м. У кар'єрі ведеться видобуток залізистого кварциту, граніту, щебеню та іншої сировини. Відповідно до специфікації, рівень небезпеки кар'єру має III рівень, а санітарно-захисна зона становить 300 м [8].



Рис. 2.1 Загальний вигляд меж міста Кривий Ріг

На рис. 2.3 наведено зображення Ганнівського кар'єру. За проєктом, він має виробничу потужність 10 млн. т сирової руди на рік. Глибина його, за проєктом, дорівнює 450 м, ширина – 1200 м, довжина – 5250 м. У кар'єрі ведеться видобуток залізного кварциту, граніту та ін. Згідно зі специфікацією, рівень небезпеки кар'єру має III рівень, ширина санітарно-захисної зони становить 300 м [8].



Рис. 2.2 Загальний вигляд кар'єру в м. Кривий Ріг



Рис. 2.3. Загальний вигляд кар'єру «Ганнівський»

На рис. 2.4 зображений кар'єр Інгулецького гірничозбагачувального комбінату. Інгулецьке родовище міститься на півдні Криворізького залізрудного басейну. Геологічна будова цього родовища представлена породами криворізької серії (протерозойський граніт і залізистий кварцит), вкриті осадовими відкладами – глиною, піском, вапняком тощо. Потужність строматолітів становить 30-40 м, за мінеральним складом вони поділяються на силікатно-магнетитові, магнетитові, магнетитово-силікатні корнітові, та гематито-магнетитово-кальцієві. Запаси руди інгулецького родовища становлять близько 1,6 млрд. т із середнім вмістом заліза 32,4%. Згідно зі специфікацією, рівень небезпеки кар'єру – III рівень, ширина санітарно-захисної зони – 300 м [8].



Рис. 2.4 Загальний вигляд кар'єру Інгулецького гірничозбагачувального комбінату

На рис. 2.5 зображений кар'єр КГК. Його очікувана річна потужність становить 5 млн. т магнетитового ферокварциту на рік. Згідно зі специфікацією, рівень небезпеки кар'єру – III рівень, а санітарно-захисна зона – 300 м [8].



Рис.2.5 Загальний вигляд кар'єру «КГК»

На рис. 2.6 зображений Південний кар'єр, глибина якого сягає 410 м, а довжина – 3 км. Підприємство виробляє пересічно близько 8 млн. т концентрату й 4,5 млн. т агломератів на рік. Масова частка заліза в агломератах дорівнює 53,31-54,13% [4]. Згідно зі специфікацією, рівень небезпеки кар'єру – третій, а санітарно-захисна зона має завширшки 300 м [8].



Рис. 2.6 Загальний вигляд кар'єру «Південний»

На рис. 2.7 зображено кар'єри «№2 БІС» та «№3 БІС». Головним видом продукції цих підприємств є залізорудний концентрат із вмістом заліза 65,51% і вологи 10,5%. Глибина кар'єру «№2 БІС» становить 225 м (за проєктом – 415 м), кар'єру «№3 БІС» – 300 м (за проєктом – 500 м). Відповідно до норм, характеризований кар'єр має III клас небезпеки та санітарно-захисну зону завширшки 300 м [8].



Рис. 2.7 Загальний вигляд кар'єрів «№2 БІС» та «№3 БІС»

На рис. 2.8 зображений кар'єр Південного гірничозбагачувального комбінату. Напрямок діяльності цього підприємства є видобуток і збагачення бідного залізом кварциту з метою одержання залізного концентрату й доменного агломерату. Південний гірничозбагачувальний комбінат виробляє залізорудні агломерати, сланці, щебінь тощо. Згідно зі специфікацією, клас небезпеки кар'єру III, а санітарно-захисна зона має завширшки 300 м [8].



Рис. 2.8. Загальний вигляд кар'єру «Південний ГЗК»

У кар'єрі «Коломоевський» (рис. 2.9) здійснюється видобуток граніту.



Рис. 2.9 Загальний вигляд кар'єру «Коломоевський»

Супутникові знімки одержані за допомогою програми ArcGis Online, а основною атрибутивною інформацією об'єктів, що буде розрахована, є площа в квадратних метрах (m^2) [12].

Через те для розв'язання цієї проблеми наведено головні природні й технічні характеристики кар'єру.

2.2 Алгоритм отримання супутникового фотознімка кар'єра за допомогою програми «ArcGIS Online».

Для одержання фотознімка із ситуаційним планом кар'єру спочатку необхідно за допомогою браузера увійти на сторінку на www.arcgis.com й на власну сторінку користувача; якщо користувач на сайті не зареєстрований, то необхідно зареєструватися (рис. 2.10).

Рис. 2.10. Вхід до персональної сторінки «ArcGIS Online» [12]

Наступним кроком є вхід у меню «Карта» > «Базова карта» й обрання шару «Знімки з надписами» (рис. 2.11).

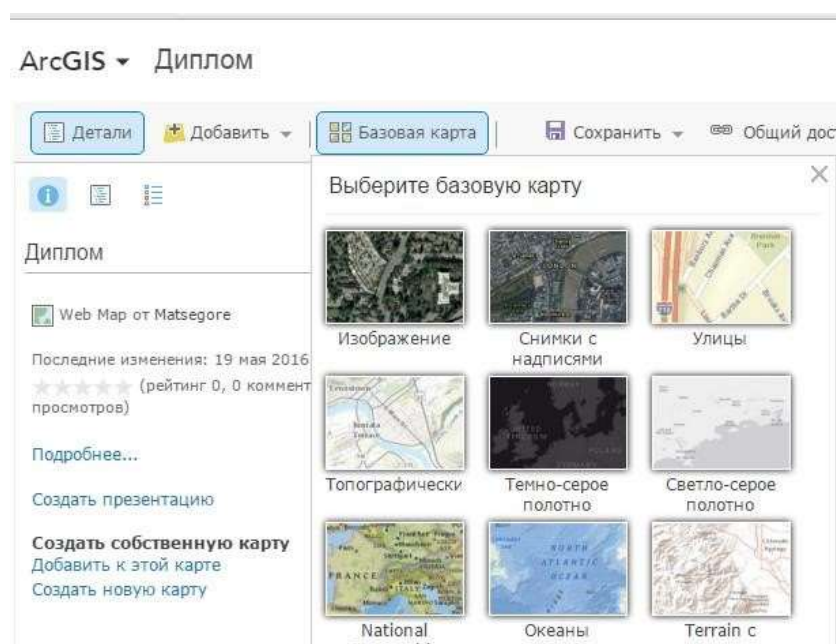


Рис. 2.11. Отримання супутникових фотознімків у «ArcGis Online» [12]

Відтак необхідно зберегти карту, після чого перенести її в ArcGIS for Desktop та, перейшовши на вкладку «Мої активи», обрати потрібну картку й натиснути «Відкрити в ArcGIS for Desktop» зі спадного списку «Відкрити» (рис. 2.12).

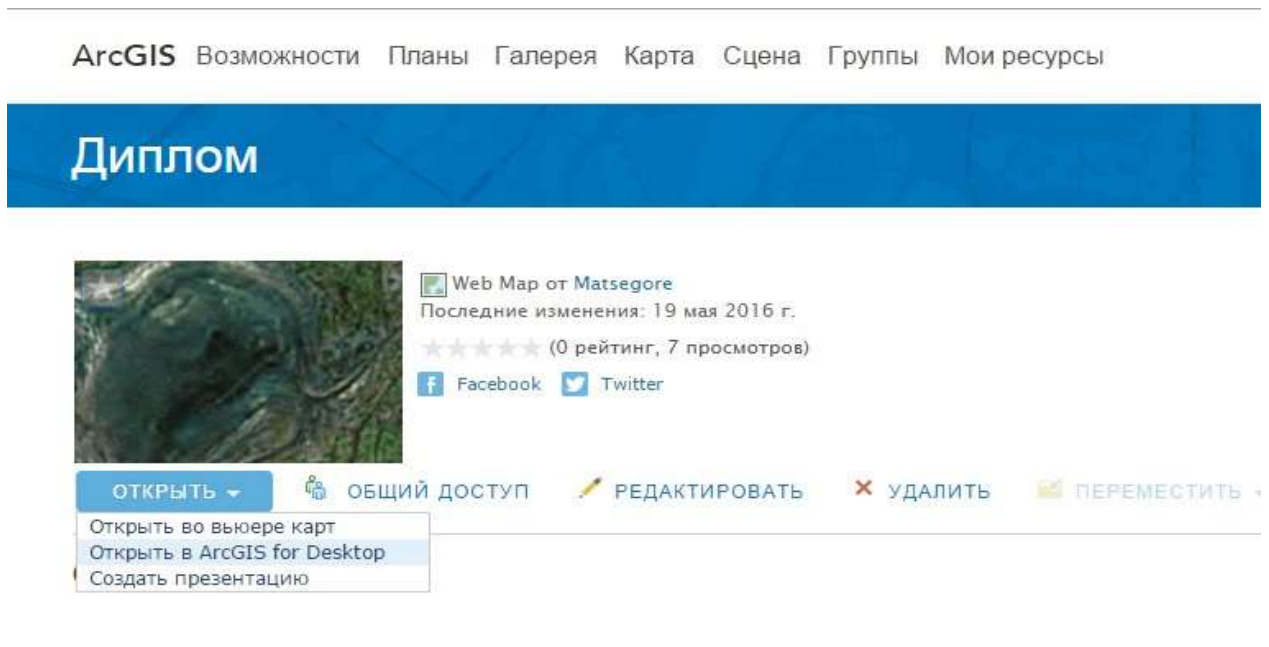


Рис. 2.12 Перенесення знімків до «ArcGIS for Desktop» [12]

Подальшою дією є відкриття скачаного файлу (рис. 2.13). Він відкривається в «ArcGIS for Desktop». Сам проєкт із базою даних, за її наявності, зберігається в теці «ArcGIS» > «Web Maps» (рис. 2.14), звідти його можна перемістити або скопіювати на розсуд користувача.



Рис. 2.13 Скачаний файл

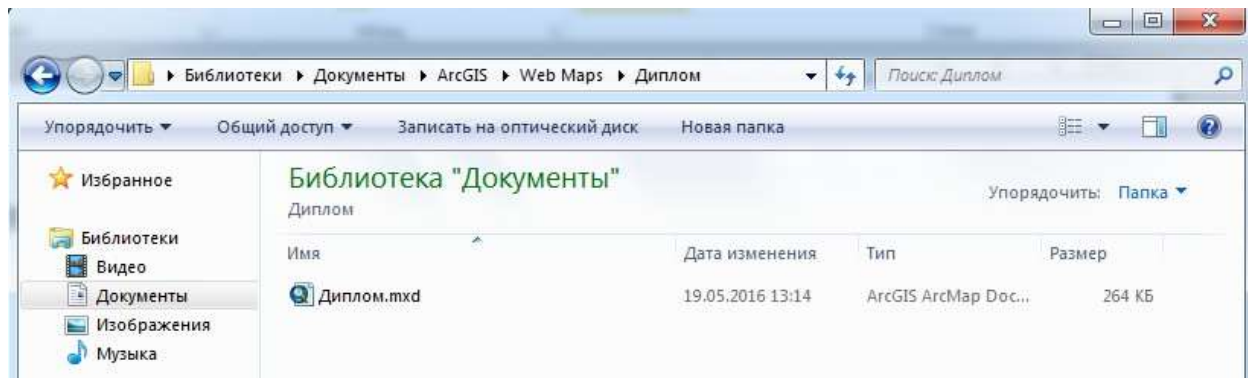


Рис. 2.14. Місцезнаходження проекту

Отже, одержано файл формату «.mxd», що містить шар із супутниковими знімками.

2.3 Створення бази геоданих

З метою створення бази геоданих, яка містить просторову та описову інформацію про межі кар'єру, його санітарну охорону й зелені насадження, слід зробити такі кроки.

1. Відкрити програму «ArcCatalog», що належить до комплексу програмних продуктів «ArcGIS», на панелі натиснути на кнопку «Connect to Folder» [12]. Інтерфейс програми зображений на рис. 2.15.

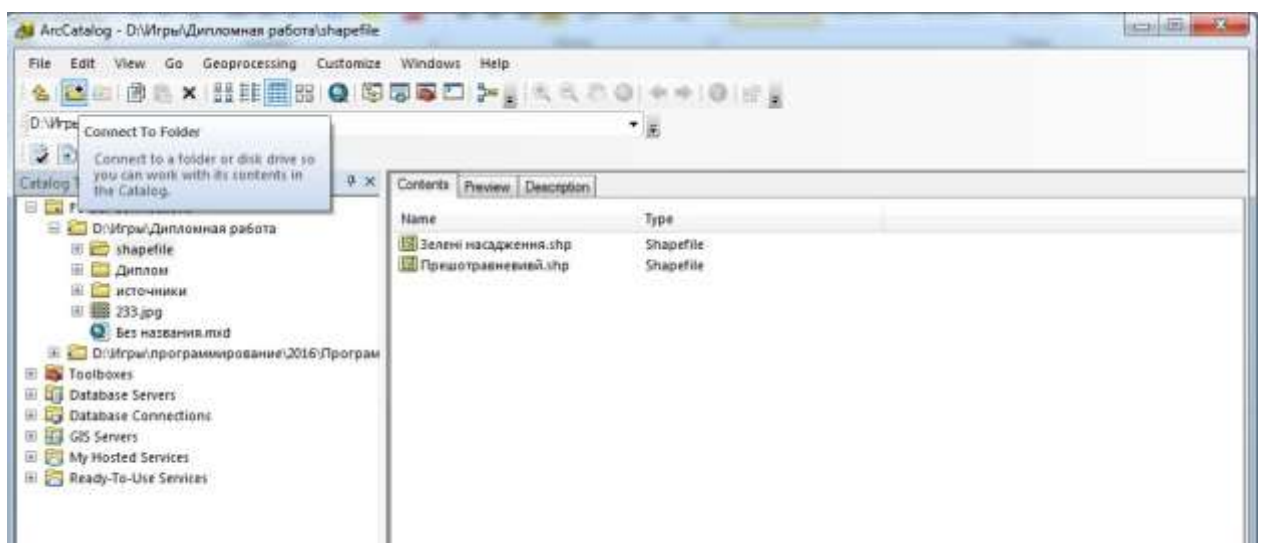


Рис. 2.15. Інтерфейс програми «ArcCatalog» [12]

2. У вікні інструменту «Connect to Folder» треба обирати шлях до теки, в якій зберігатимуться шейп-файли бази геоданих, та натиснути ОК (рис. 2.16).

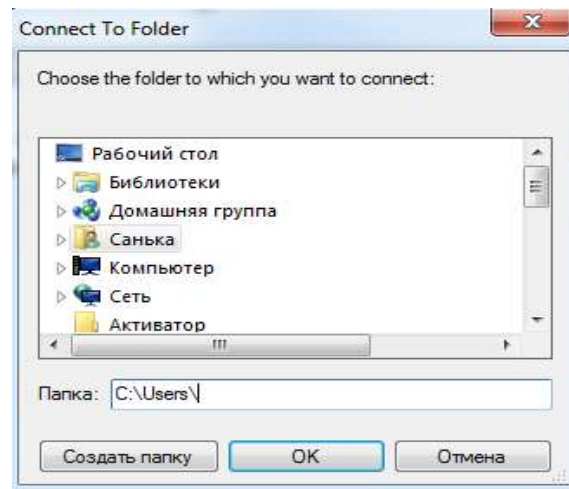


Рис. 2.16. Вікно інструменту «Connect to Folder» [12]

3. Наступним кроком є створення в теці для зберігання файлів бази геоданих необхідних шейп-файлів. У полі «Дерево каталогів» слід обрати опцію «Підключення папки», знайти потрібну теку й натиснути її правою кнопкою миші. Відтак у контекстному меню, що з'явиться, треба обрати: «Створити» > «Шейп-файл», і створити файл, який містить просторову інформацію. Також необхідно візуалізувати контур кордону кар'єру (рис. 2.17) .

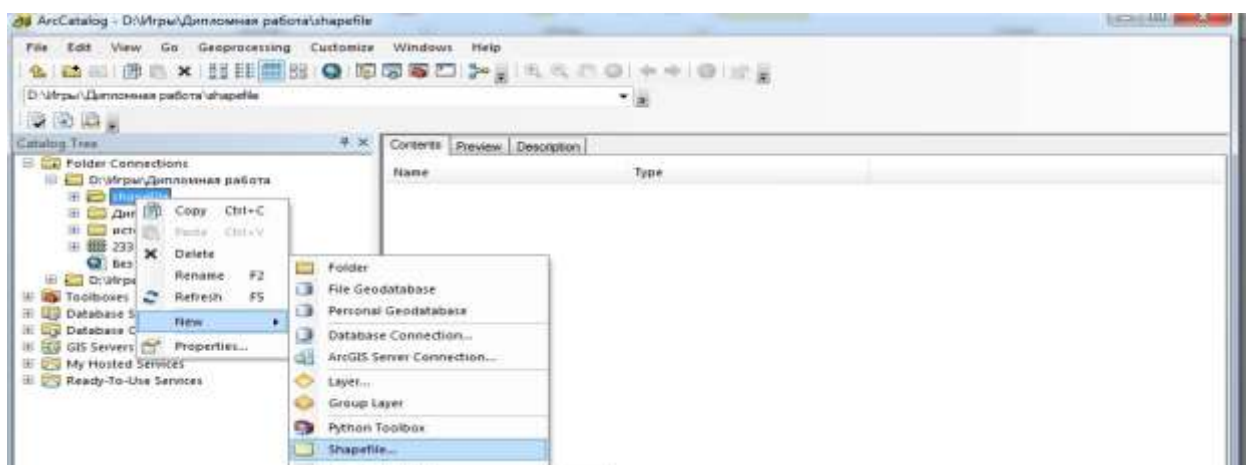


Рис. 2.17 Вікно для створення нового шейп-файлу у програмі «ArcCatalog» [12]

У полі «Name» слід ввести ім'я, зі спадного списку «Feature Type» обирати «Polygon» (рис. 2.18).

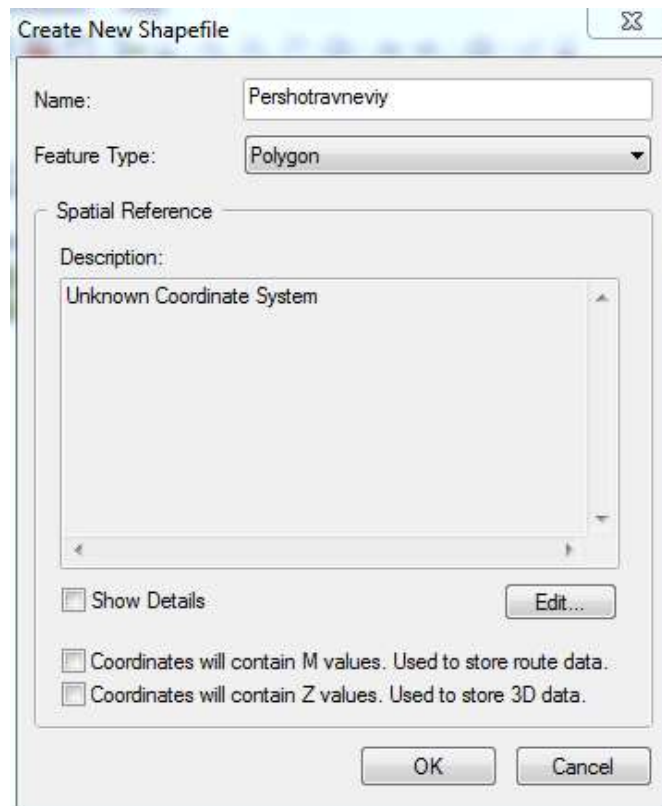


Рис. 2.18. Вікно створення шейп-файлу для нанесення контуру кар'єру [12]

Так само створюються шейп-файли для природних і антропогенних об'єктів будь-якого характеру.

Тому створюються файли фігур, які пізніше будуть містити просторову та описову інформацію для пов'язаних об'єктів [13].

2.4 Додання шейп-файлів до програми «ArcMap»

Для додавання необхідних шейп-файлів до ArcMap слід виконати наступні дії.

1. Запустити програму «ArcMap», натиснути кнопку «Додати дані» на панелі програми (інтерфейс програми представлений на рис. 2.19).



Рис. 2.19. Інтерфейс програми ArcMap [12]

2. У вікні, яке з'явилося, слід вказати шлях до теки з потрібними шейп-файлами, виділити їх та натиснути «Add» (рис. 2.20).

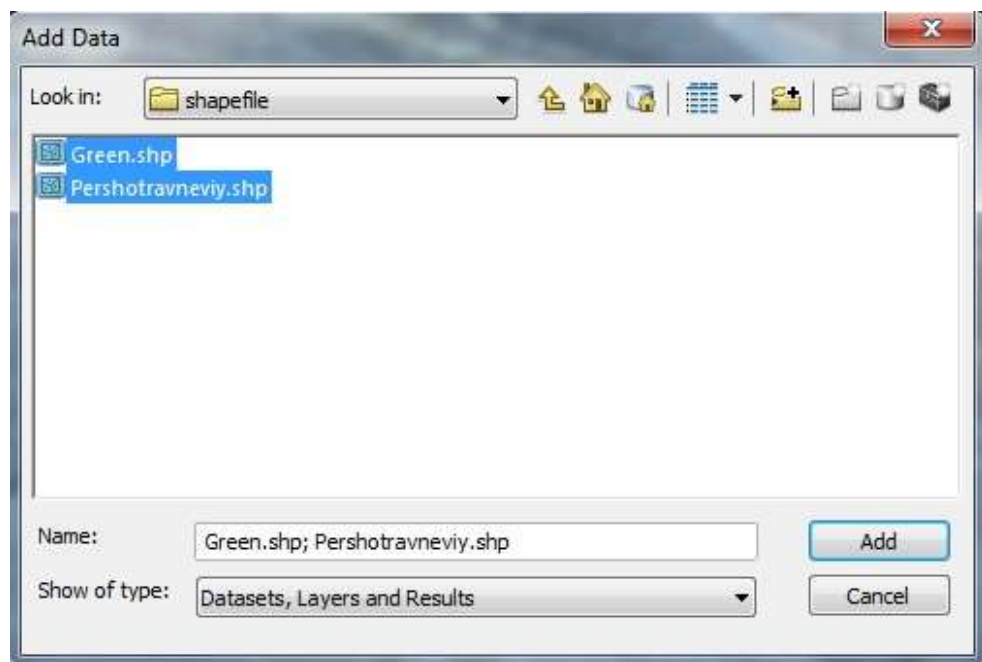


Рис. 2.20 Вікно «Add Data» [12]

3. У разі правильного виконання операцій обрані шейп-файли будуть додані до панелі програми «Table of Contents» і набудуть вигляду, подібного до того, що представлений на рис. 2.21.



Рис. 2.21. Панель програми «ArcMap» після додання шейп-файлів Таким чином, до програми «ArcMap» було додано створені шейп-файли [12]

2.5 Нанесення контурів кар'єра та зелених насаджень на супутникові фотознімки

Для початку зображення контурів кар'єра слід вдатися до таких кроків:

1. Обрати пункт меню «Налаштувати» > «Панель інструментів», знайти інструмент «Редактор» і додати його на панель інструментів «ArcMap» (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Інструмент «Editor» [12]

2. У меню інструменту «Editor» обрати пункт «Start Editing» (рис. 2.23).

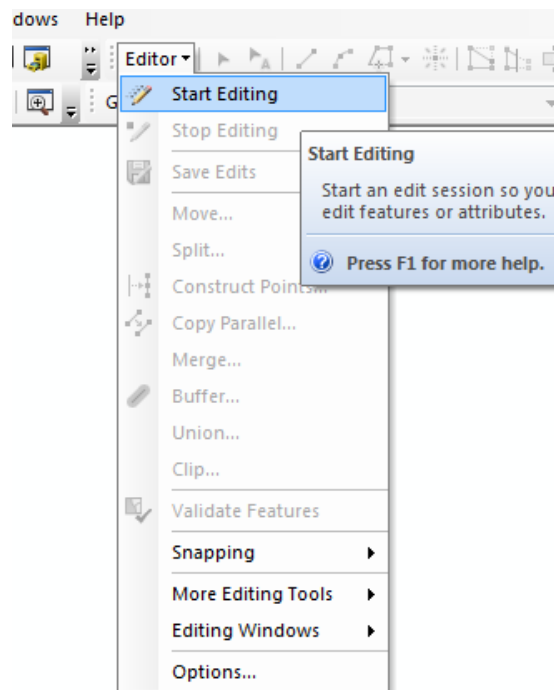


Рис. 2.23 Меню інструменту «Editor» [12]

3. Після налаштування інструменту відкриється нове поле «Create Features» (рис. 2.24).

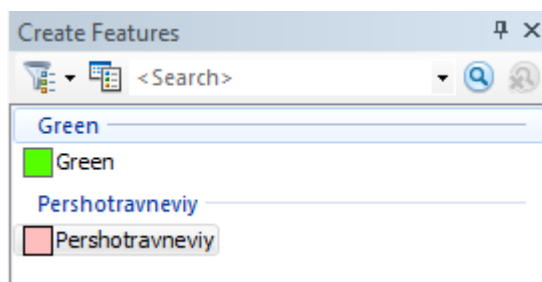


Рис. 2.24. Поле «Create Features» [12]

У полі «Створити об'єкти» слід обрати потрібний шар і розпочати опис кар'єра. Для зміни форми багатокутника треба обрати опцію «Редагувати вершини» в меню інструменту «Редактор» і ввести форму багатокутника на основі фотознімка (рис. 2.25).

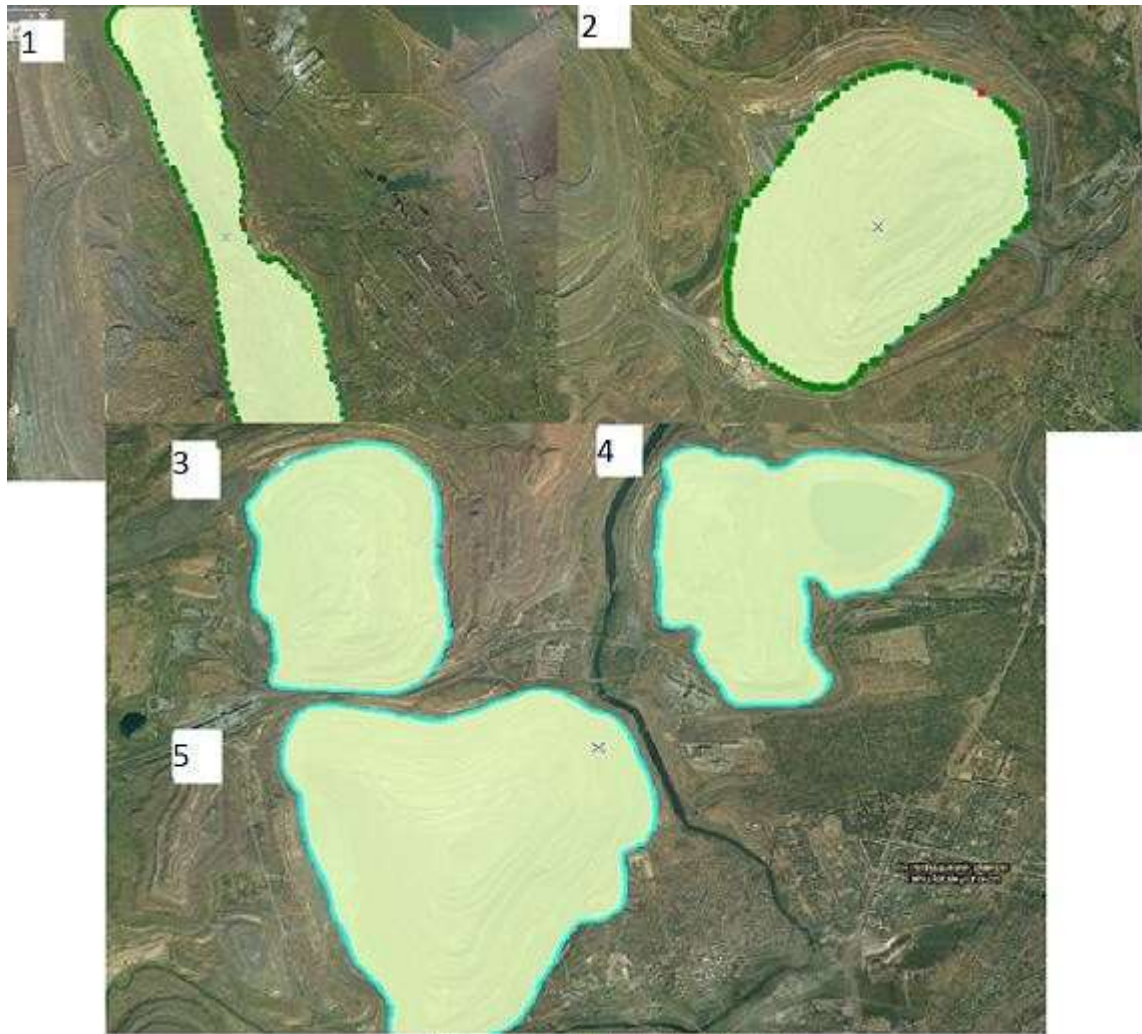


Рис. 2.25. Загальний вигляд створення та коригування контурів кар'єрів [12]

1) «Ганнівський», 2) кар'єр м. Кривий Ріг, 3) «№2 БІС», 4) «№3 БІС», 5) «Південний ГЗК»

2.6 Нанесення санітарно-захисної зони

Кар'єри Кривого Рогу є підприємствами III класу небезпеки, а тому від контурів кар'єрів потрібно нанести санітарно-захисні зони (СЗЗ) розміром 300 м [8], для цього слід вдатися до таких кроків:

1. У пункті меню «Geoprocessing» обрати інструмент «Buffer» (рис.2.26).

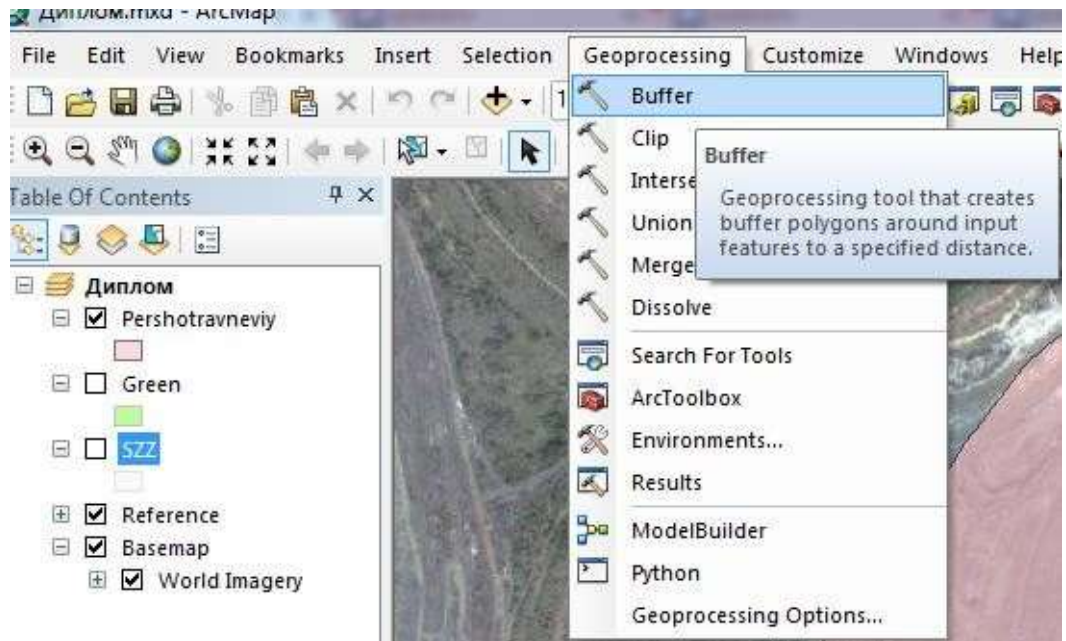


Рис. 2.26 Інструмент Buffer [12]

У результаті з'являється буферна зона, зображена на рис. 2.27, саме вона й становитиме санітарно-захисну зону кар'єру.



Рис. 2.27. Загальний вигляд буферних зон кар'єрів: 1) «Коломоєвський»;
2) «ІнГОК»; 3) «КГК»; 4) «Південний»

Таким чином нанесено санітарно-захисну зону відповідно до нормативів щодо всіх кар'єрів [8].

2.7 Нанесення територій озеленення, доріг та будівель

Для розмітки зелених насаджень, доріг і будівель необхідно виконати дії, виконані в розділі 2.5, та обвести обриси насаджень (лісосмуг, одиноких дерев тощо), доріг та будівель у буферній зоні с. санітарний буфер супутник. Захищені зони видно на зображенні. (рис. 2.28, рис. 2.29, рис. 2.30).

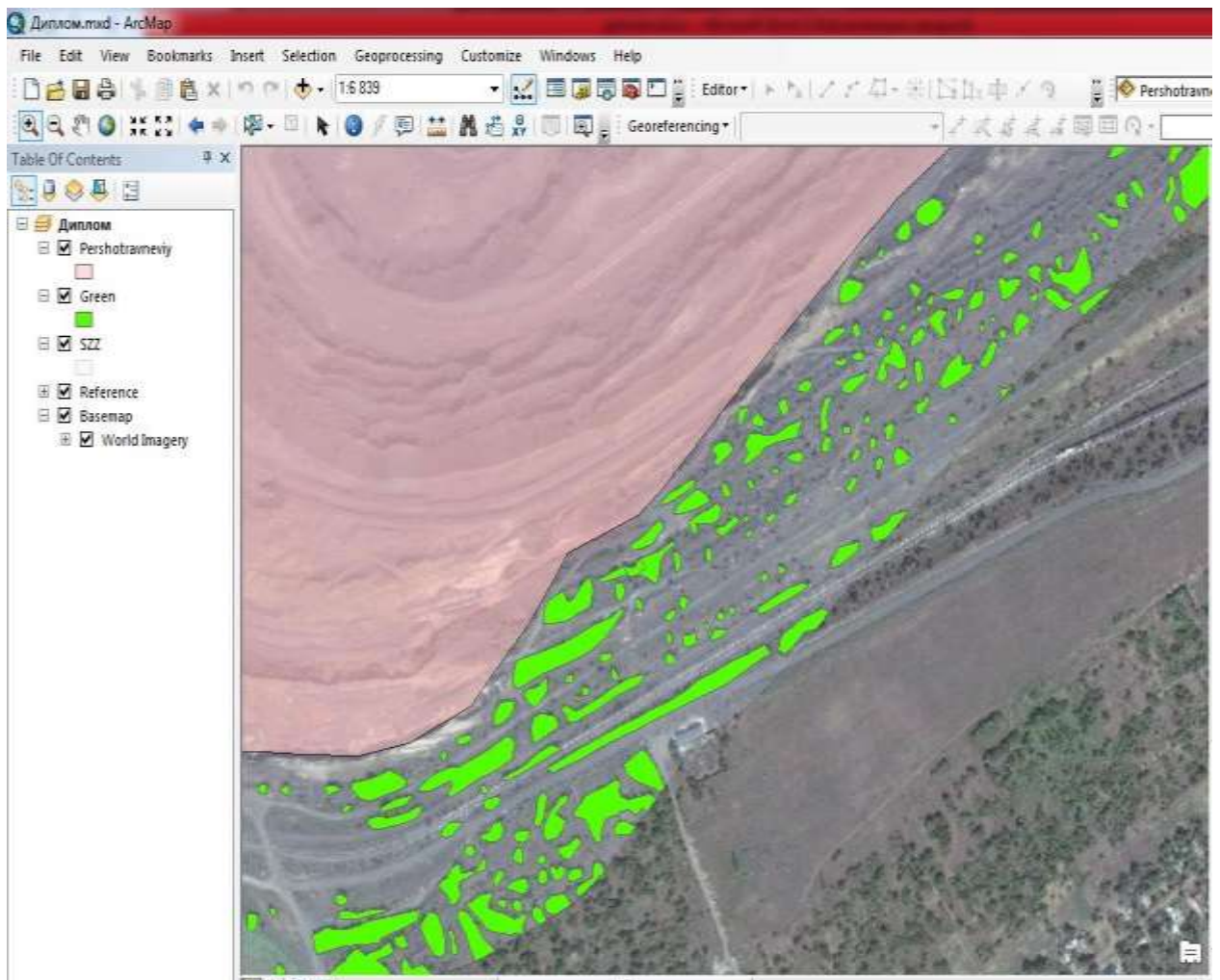


Рис. 2.28. Нанесення контурів зелених насаджень на території санітарно-захисної зони кар'єру м. Кривий Ріг

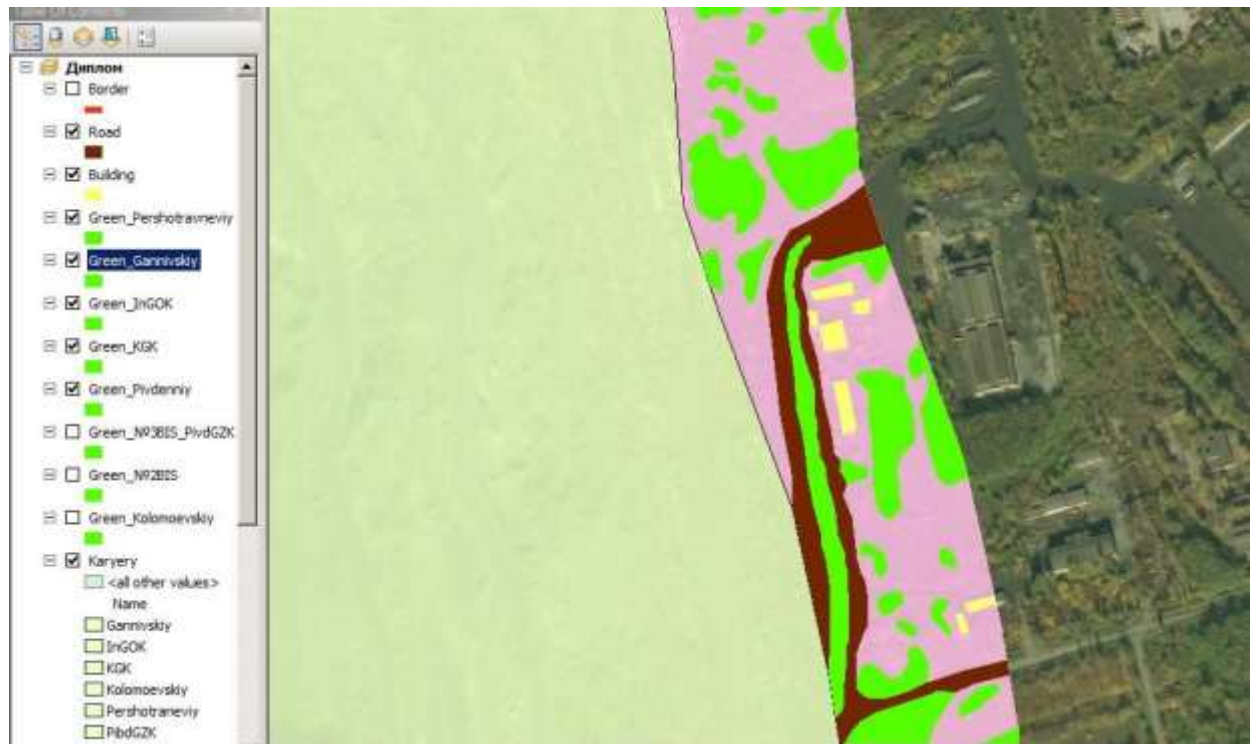


Рис. 2.29. Нанесення контурів зелених насаджень, будівель та доріг на території санітарно-захисної зони кар'єру «Ганнівський»



Рис. 2.30. Загальний вигляд оцифрованих кар'єрів: 1) «Першотравневий», 2) «Ганнівський», 3) «ІнГОК», 4) «КГК», 5) «Південний», 6) «№3 БІС», 7) «№2 БІС», 8) «Південний ГЗК», 9) «Коломоєвський»

Як результат, окреслено всі наявні зелені насадження, дороги й будівлі в межах Санітарного заказника та одержано загальний вигляд оцифрованого кар'єру (див. рис. 2.30).

2.8 Визначення площ кар'єру, санітарно-захисної зони та зон зелених насаджень

У програмі «ArcMap» задля розрахунку потрібно виконати такі дії:

1. Вивести на екран за допомогою правої кнопки миші контекстне меню шару необхідного кар'єру й обрати пункт «Open Attribute Table». У відкритій таблиці атрибутів натиснути на стовбчик «ID» правою кнопкою миші і з меню обрати пункт «Calculate Geometry» (рис.2.31).

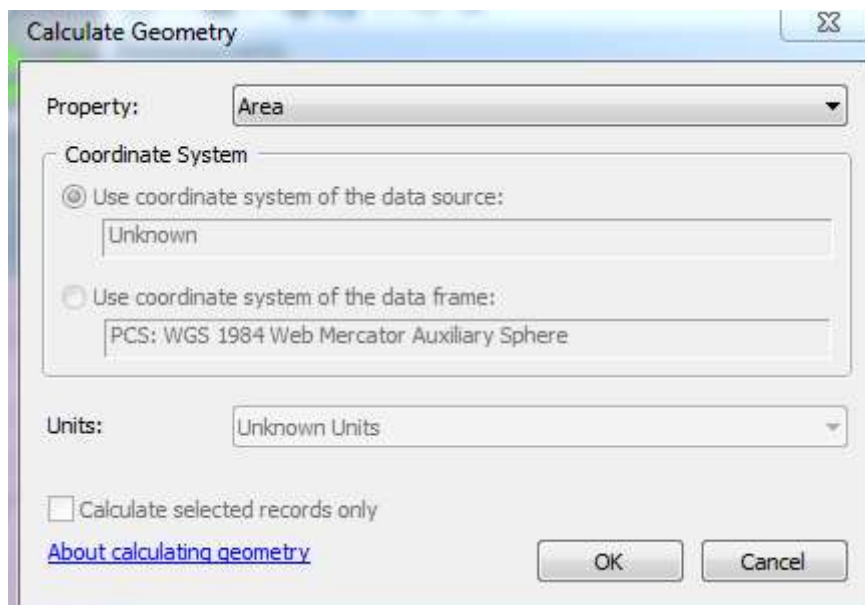


Рис. 2.31. Вікно Calculate Geometry

У вікні, що відкрилося, зі спадного списку «Property» слід обрати «Area» та натиснути «ОК» (рис. 2.32).

Table				
Karyery				
	FID	Shape *	Id	Name
	0	Polygon	9633683	Pershotraneviy
	1	Polygon	10825378	Gannivskiy
	2	Polygon	4957790	№ 3 BIS
	3	Polygon	10972575	PibdGZK
	4	Polygon	5903685	№ 2 BIS
	5	Polygon	6342597	Pivdennyi
	6	Polygon	10787548	KGK
	7	Polygon	12189572	InGOK
	8	Polygon	561836	Kolomoevskiy
	9	Polygon	16943858	SZZ Gannivskiy
	10	Polygon	13402841	SZZ Pershotraneviy
	11	Polygon	15739985	SZZ KGK
	12	Polygon	10900754	SZZ Pivdennyi
	13	Polygon	9453213	SZZ № 2 BIS
	14	Polygon	15259954	SZZ PibdGZK
	15	Polygon	7837857	SZZ № 3 BIS
	16	Polygon	16532696	SZZ InGOK
	17	Polygon	1757042	SZZ Kolomoevskiy

Рис. 2.32 Отримана площа кар'єрів

2. Такі само дії потрібно виконати й задля розрахунку площі зелених насаджень, доріг і будівель у межах кар'єрів [16]. Треба скористатися інструментом «Статистика» (рис. 2.33) для додавання всіх значень площі, аби одержати загальну площу, вкриту зеленими насадженнями, дорогами й будівлями в межах санітарного заповідника.

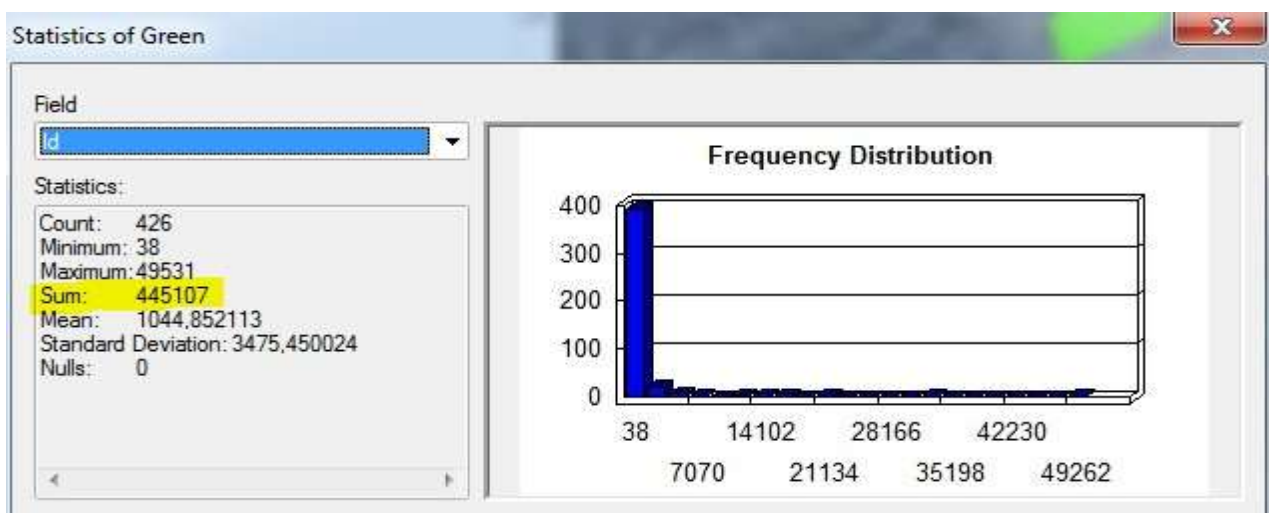


Рис. 2.33. Отримана площа зелених насаджень у кар'єрі и. Кривий Ріг

Площа зелених насаджень у кар'єрах:

- кар'єр м. Кривий Ріг – 445107 м²
- «Ганнівський» – 1266788 м²
- «№3 БІС» і «Південний гірничозбагачувальний комбінат» – 681157 м²
- «№2 БІС» – 211289 м²
- «КГК» – 743805 м²
- «Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат» – 664594 м²
- «Коломоєвський» – 312534 м²
- «Південний» – 1455965 м²

Площа доріг у кар'єрах:

- кар'єр м. Кривий Ріг – 129075 м²
- «Ганнівський» – 342115 м²
- «№3 БІС» та «Південний гірничозбагачувальний комбінат» – 265023 м²
- «№2 БІС» – 359801 м²
- «КГК» – 396576 м²
- «Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат» – 405462 м²
- «Коломоєвський» – 37451 м²
- «Південний» – 220190 м²

Площа будівель у кар'єрах:

- кар'єр м. Кривий Ріг – 11820 м²
- «Ганнівський» – 11988 м²
- «№3 БІС» та «Південний гірничозбагачувальний комбінат» – 38310 м²
- «№2 БІС» – 18463 м²
- «КГК» – відсутні
- «Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат» – 6391 м²
- «Коломоєвський» – 254 м²
- «Південний» – 39878 м²

3. З метою розрахунку площі санітарно-захисної зони навколо кар'єрів потрібно від площі буферу вилучити площу кар'єру, оскільки полігон буферу створюється не лише навколо контуру кар'єру, але вкриває всю площу включно з територією кар'єру [17]. Одержуємо такі результати:

Площа СЗЗ у кар'єрах:

- кар'єр м. Кривий Ріг – 445107 м²
- «Ганнівський» – 1266788 м²
- «№3 БІС» та «Південний гірничозбагачувальний комбінат» – 681157 м²
- «№2 БІС» – 211289 м²
- «КГК» – 743805 м²
- «Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат» – 664594 м²
- «Коломоявський» – 312534 м²
- «Південний» – 1455965 м²

Отже, визначено площу санітарно-захисної й промислової зон кар'єрів і площу озеленення.

2.9 Розрахунок ступеня озеленення санітарно-захисних зон та зон перспективного озеленення

Кар'єр у Кривому Розі віднесений до III класу небезпечних підприємств, яке, згідно з вимогами [8], має мінімальний рівень озеленення 60%. Виходячи з вищесказаного, потрібно знати відсоток зелених насаджень на підприємстві, порівняти його з нормативно передбаченими та визначити перспективні зелені насадження. Статистичні дані наведено в табл. 2.1 – 2.9.

Таблиця 2.1

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру м. Кривий Ріг

Параметр	кар'єр м. Кривий Ріг
Площа промислової ділянки, м ²	9633683
Площа санітарно-захисної зони, м ²	3769158
Площа реальної зеленої зони, м ²	445107
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	11,81
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	2261494.8
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	3182988
Перспективне озеленення, %	44,45

Таблиця 2.2

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «Ганнівський»

Параметр	«Ганнівський кар'єр»
Площа промислової ділянки, м ²	10825378
Площа санітарно-захисної зони, м ²	6118480
Площа реальної зеленої зони, м ²	1266788
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	20,7
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	760072.8
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	4497757
Перспективне озеленення, %	33,51

Таблиця 2.3

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «№3 БІС» та «ПівдГЗК»

Параметр	«№3 БІС» та «ПівдГЗК»
Площа промислової ділянки, м ²	15930365
Площа санітарно-захисної зони, м ²	7167446
Площа реальної зеленої зони, м ²	681157
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	9,5
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	4300467.6
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	6182956
Перспективне озеленення, %	46,26

Таблиця 2.4

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «№2 БІС»

Параметр	«№2 БІС»
Площа промислової ділянки, м ²	5903685
Площа санітарно-захисної зони, м ²	3549528
Площа реальної зеленої зони, м ²	211289
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	5,95
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	2129716.8
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	2959975
Перспективне озеленення, %	43,39

Таблиця 2.5

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «КГК»

Параметр	«КГК»
Площа промислової ділянки, м ²	10787548
Площа санітарно-захисної зони, м ²	4952437
Площа реальної зеленої зони, м ²	743805
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	15,02
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	2971462.2
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	3812056
Перспективне озеленення, %	36,97

Таблиця 2.6

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «ІнГОК»

Параметр	«ІнГОК»
Площа промислової ділянки, м ²	12189572
Площа санітарно-захисної зони, м ²	4343124
Площа реальної зеленої зони, м ²	664594
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	15,3
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	2605874.4
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	3266677
Перспективне озеленення, %	35,21

Таблиця 2.7

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «Коломоєвський»

Параметр	«Коломоєвський»
Площа промислової ділянки, м ²	561836
Площа санітарно-захисної зони, м ²	1195206
Площа реальної зеленої зони, м ²	312534
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	26,15
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	717123.6
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	805343
Перспективне озеленення, %	27,37

Таблиця 2.8

Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень
кар'єру «Південний»

Параметр	«Південний»
Площа промислової ділянки, м ²	6342597
Площа санітарно-захисної зони, м ²	4558157
Площа реальної зеленої зони, м ²	1455965
Реальний показник озеленення санітарно-захисної зони, %	31,94
Площа зеленої зони за нормативом [8], м ²	2734894.2
Озеленення санітарно-захисної зони за нормативом[8], %	60
Перспективна зелена зона, м ²	2881748
Перспективне озеленення, %	23,22

Виходячи з розрахунків, варто зауважити, що озеленення кожного кар'єру станом на цей час не відповідає нормам і потребує вжиття додаткових заходів.

У табл. 3.9 наведено узагальнюючі результати для всіх досліджених кар'єрів.

Таблиця 2.9

Зведена таблиця результатів розрахунків щодо всіх кар'єрів

Назва кар'єру	Реальний показник озеленення, %	Площа для перспективного озеленення, %
«Першотравневий кар'єр»	11,81	43,45
«Ганнівський кар'єр»	20,7	33,51
«№3 БІС» та «ПівдГЗК»	9,5	46,26
«№2 БІС»	5,95	43,39
«КГК»	15,02	36,97
«ІнГОК»	15,3	35,21
«Коломоевський»	26,15	27,37
«Південний»	31,94	28,06

ВИСНОВКИ

У ході дослідження досягнуто наступних результатів:

- створено алгоритм оцінювання техногенного ландшафту гірничодобувних підприємств за допомогою процедур ArcGIS 10.2;
- розроблено інформаційну модель, що відображає рівень озеленення санітарно-захисної зони кар'єру в м. Кривий Ріг та визначено перспективні ділянки озеленення;
- ділянки озеленення досліджуваного кар'єру не відповідають встановленим нормам і підлягають проведенню подальших заходів з озеленення.

Застосований у роботі метод, базований на використанні програми ArcGIS 10.2, дає змогу швидко визначити територію гірничодобувного підприємства, його санітарні резерви й зелені насадження, знайти потрібні об'єкти в межах санітарних заказників, визначити перспективні ділянки нових зелених насаджень, а також встановити рівень озеленення окремих територій.

Практичне значення нашого дослідження полягає в тому, що запропонований метод дозволяє контролювати не лише рівень озеленення гірничодобувних підприємств, а й рівень озеленення житлових територій. Регулюючий персонал може використовувати цей метод із метою визначення рівня озеленення промислових підприємств та їх відповідності діючим екологічним і санітарним нормам і правилам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць .Львів: Світ, 2005. 456 с.
2. Гірнича промисловість// Гірнича енциклопедія/ Головний редактор Е.А. Козловський. К.: Енциклопедія, 1986. 375 с.
3. Гірничий енциклопедичний словник : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького: Східний видавничий дім, 2004. 295 с.
4. Корисні копалини України / В. Білецький, В. Суярко // Донец. вісн. Наук. т-ва ім. Шевченка. Т. 9 : Техніка, гірнича справа, хімія, медицина, біологія. Донецьк, 2005. 344с.
5. Байсарович І.М., Коржнев М.М., Шестопапов В.М. / Базові поняття екологічної геології. К., 2008. 265 с.
6. Екологія гірничого виробництва / Пірський А.А., Рижов Г.М. К.: Національний технічний університет України, 1997. 175 с.
7. Джигерей В.С., Сторожук В.М., Яцук Р.А. / Основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Вид. 3-тє, доп. Львів, Афіша, 2001. 236 с.
8. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів: Закон України від 19.06.96 № 173.
9. Гончаревський К.В. Методика розрахунку викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря при видобуванні корисних копалин. К., 2021. 26 с.
10. Дубова О. В., Фендюр Л. М. Озеленення міських територій. Запоріжжя : ЗГУ, 2001 32 с.
11. Огляд проєкту Google Планета Земля від компанії Google [Електронний ресурс]. / URL: <http://earth.google.com>, http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Планета_Земля.
12. Огляд продукції ARCGIS [Електронний ресурс]. / URL: <http://www.esri.com>, <http://ru.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>.

13. Кривулько О. Д. Створення бази геоданих. *Дослідження у сфері геодезії і землеустрою: теорія та практика: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтер.-конф. (м. Умань, 20-21 травня 2025 р.).* Умань, 2025. С. 94–96.
14. Левон Ф. М. Біолого-екологічні основи створення зелених насаджень в умовах урбогенного і техногенного середовища. Львів, 2004. 30 с.
15. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Лазоренко Н.Ю., Кінь Д.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. К.: КНУБА. 2023.302 с.
16. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навчальний посібник. Харків: ХНАМГ, 2010. 313 с.
17. Бересневич П.В. Екологія гірничого виробництва: навчальний посібник / [Бересневич П.В., Вілкул Ю.Г., Голишев О.М. та ін.]. Кривий Ріг: Мінерал, 1998. 152 с.
18. Екогеологія України. Навчальний посібник \ В.М. Шестопапов, М.М. Коржнев, С.А. Вижва та ін. К.: ВПЦ „Київський університет, 2011. 671 с.
19. Екологічна геологія. Підручник \ За ред. Коржнева М.М. К.: ВПЦ„Київський університет, 2005. 250 с.
20. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: ОКТАНТ-ПРИНТ, 2003. 252 с.