

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування  
(інститут)

Кафедра Відкритих гірничих робіт  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалаври, спеціаліста, магістра)

Студента Сливенко Максима Миколайовича  
(ПІБ)

академічної групи 184м-19-8 III  
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»  
(офіційна назва)

на тему: «Обґрунтування раціонального підходу до вибору геоінформаційної системи на гірничому підприємстві».  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Собко Б.Ю.			
розділів:				
Теоретичний	Собко Б.Ю.			
Дослідницький	Собко Б.Ю.			
Технологічний	Собко Б.Ю.			
Охорона та безпека праці	Собко Б.Ю.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Пчолкін Г.Д.			
----------------	--------------	--	--	--

Дніпро  
2020

Відкритих гірничих робіт\_\_\_\_\_ Собко Б. Ю.  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
ступеня \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)студенту Сливенко М.М. академічної групи 184М-19-8 III  
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності \_\_\_\_\_ 184 Гірництво  
спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ «Відкрита розробка родовищ»за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_ «Гірництво»  
(офіційна назва)на тему: «Обґрунтування раціонального підходу до вибору геоінформаційної системи на гірничому підприємстві»  
(назва за наказом ректора)затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від  
30.11.2020 № 988-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ВИХІДНІ ДАНІ	14.10 – 30.10.20
2.	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15.10 – 31.10.20
3.	ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПІДХОДУ ДО ВИБОРУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ГІРНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	01.11 – 15.11.20
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ І ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ	15.11 – 30.11.20

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)Собко Б.Ю.  
(прізвище, ініціали)Дата видачі 14.10.20р.

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)Сливенко М. М.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 69 с., 32 рис., 3 табл., 2 додатки, 33 посилання.

**Об'єкт дослідження.** Геоінформаційні системи (ГІС) що використовують при проектуванні та плануванні гірничих робіт при розробці родовищ корисних копалин.

**Предмет дослідження.** Обґрунтування раціонального підходу до вибору геоінформаційної системи.

**Мета науково-дослідної роботи** – розглянути сучасні ГІС програми та підходи до їх вибору в умовах діючих гірничих підприємств України .

**Методи дослідження:** узагальнення та аналіз літературних джерел та інформації з інтернету; аналіз теорії і практики використання програмного продукту на підприємствах; статистична обробка інформації.

**Наукова новизна результатів** полягає в обґрунтуванні критеріїв вибору раціональних ГІС і програмних продуктів що використовують в умовах діючих гірничовидобувних підприємств.

**Галузь використання** Гірниче підприємство з видобутку корисних копалин.

**Практичне значення.** Раціонально обрана ГІС система в подальшому дає можливість в умовах діючих гірничих підприємств створити умови для автоматизованого здійснення операцій з проектування гірничих виробок і ведення швидкого обміну інформацією між відділами.

**Ключові слова:** ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ГІРНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО, ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
<b>1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>6</b>
1.1 Загальні відомості про ГІС .....	6
1.2 Алгоритм Лерча-Гроссмана.....	12
1.3 Загальні відомості про K-mine .....	15
1.4 Загальні відомості про Surpac .....	18
1.5 Загальні відомості про Micromine.....	20
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>27</b>
2.1 Використання програмного продукту в умовах діючих підприємств.....	27
2.2 Маркшейдерський блок .....	27
2.3 Геологічний блок.....	29
2.4 Гірничий блок.....	35
Висновки до розділу 2.....	45
<b>3 ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПІДХОДУ ДО ВИБОРУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ГІРНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ....</b>	<b>46</b>
3.1 Можливість використання ГІС при підготовці фахівців за напрямком «Гірництво»	46
3.2 Вибір критерію з оцінки програмного продукту .....	50
3.3 Аналіз програмних продуктів за обраними критеріями .....	51
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ.....</b>	<b>56</b>
Основні вимоги щодо правил безпеки прописані в НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин» [33] .....	56
4.1. Основні положення .....	56
4.2. Вимоги до працівників.....	59
4.3 Пожежна безпека .....	62
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>64</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>65</b>
<i>Додаток А .....</i>	<i>68</i>
<i>Додаток Б .....</i>	<i>69</i>

## ВСТУП

Сучасні ринкові відносини і кон'юнктура ринку що до програмного забезпечення для гірничовидобувних підприємств показують що зараз є великий попит на геоінформаційні системи і комплекси.

Серед відомих виробників сучасних програмних продуктів в галузі гірничого виробництва слід зазначити компанії з брендами Surpac, Micromine, K-mine, Datamine та інші.

Попит на сучасні геоінформаційні системи пов'язаний з стрімко зростаючими об'ємами видобутку корисних копалин і необхідністю автоматизації процесу автоматизації процесу проектування, а також збільшення масиву інформації і необхідністю швидкого зв'язку між відділами в процесі видобутку корисних копалин.

При плануванні гірничих робіт використання ГІС дозволяє визначати об'єми гірничих робіт, створювати календарні плани гірничих робіт у поточно та довгостроковому періоді, оптимізувати ведення гірничих робіт з урахуванням сучасних економічних показників, що впливають на послідовність формування кар'єру і якість видобуваної корисної копалини.

Відповідно до поставленої мети та завдань в кваліфікаційній роботі розглянуті сучасний стан програмного забезпечення в гірництві, можливості окремих програмних продуктів та обґрунтовано критерії які впливають на вибір геоінформаційних систем.

# 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Загальні відомості про ГІС

Геоінформаційна система (ГІС) – це програмний продукт що забезпечує можливість збереження, обробки, відображення, аналізу просторових та інших даних що, пов'язані з ними, та даних про об'єкти [1].

Геоінформаційні системи за досить короткий час набули широкого розповсюдження і увійшли в більшу частину життя сучасної людини, найбільш ефективно себе зарекомендували в таких сферах як:

- Земельний кадастр і землекористування.
- Сільське господарство.
- Екологія і природокористування.
- Геоурбаністика, містобудування, ландшафтна архітектура.
- Транспорт і комунікації;
- Керування регіонами;
- Соціологія;
- Оперативне керування і планування надзвичайних ситуацій.
- Демографія.[2]

Для зберігання і обробки даних в геоінформаційних системах використовують два основних типи даних: векторний і растровий.

Векторний тип даних має три основні складові точки, лінії і полігони, всі складові зберігаються у вигляді набору координат (x, y, z). В залежності від масштабу зображення полігони і точки можуть змінюватися. Наприклад в залежності від масштабу населений пункт на карті може бути зображений як точка, або як полігон. Векторний тип даних найбільш зручний для обробки просторової інформації яка має дискретний характер, тобто має точно

визначену координатну прив'язку. До таких об'єктів можна віднести дороги, населені пункти, родовища корисних копалин.

Растровий тип даних зберігається у вигляді графічних зображень або у бінарному вигляді в базах даних (у вигляді двійкового коду нуля або одиниці). збирають растрову інформацію найчастіше за допомогою дистанційного зондування землі. Використовують растровий тип даних для опису безупинно мінливих властивостей, наприклад погодних явищ. [3 – 4]

На сьогоднішній день у світ геоінформаційні системи класифікують по таким ознакам:

1. За призначення:
  - багатоцільові (призначення для розв'язання великого спектру завдання);
  - спеціалізовані (розв'язання однієї або декількох задач)
2. За проблемо тематичною орієнтацією:
  - земельно – кадастрові;
  - екологічно і природокористувальницькі;
  - інженерних комунікацій і міського господарства;
  - надзвичайних ситуацій;
  - навігаційні;
  - соціально – економічні;
  - геологічні;
  - транспортні;
  - торгово-маркетингові;
  - археологічні;
  - військові;
  - та інші.

3. За територіальним охопленням:

- глобальні;
- загальнонаціональні;
- регіональні;
- локальні.

Також класифікують за додатковими ознаками:

За способом організації даних:

- растрові;
- векторні;
- векторно-растрові;
- тривимірні

За ступенем доступу до даних:

- глобальні в мережі Internet;
- корпоративні в мережі Internet;
- групові в локальній мережі;
- персональні.

[5 6]

В історії розвитку геоінформаційних систем виділяють три основних етапи:

- перший етап з кінця 50 – х до кінця 70 – х років;
- другий етап з початку 80-х до початку 90-х років;
- третій етап з 90-х по теперішній час.[7]

Історія розвитку геоінформаційних систем починається із створення комп'ютерних систем просторового аналізу растрових даних з використанням



пир'яних і лінійних плотерів. Першою популярним програмним продуктом, для побудови картограм карт ізоліній і трендових поверхонь став пакет SYMAP (Synagraphic Mapping System) розроблений Гарвардською лабораторією комп'ютерної графіки і просторового аналізу. У подальшому були розроблені програмні пакети що забезпечували, цифрування карт і автоматичне картографування, просторовий аналіз.

Найбільшу популярність на той час отримав пакет аналізу растрових даних MAP (Map Analysis Package), який реалізував алгоритм картографічної алгебри.

Також в цей період удосконалювалися методи аналізу просторових даних, технології їх кодування і представлення. Були розроблені основи геостатистики, векторна топологічна структура просторових даних, технології графічного зображення тривимірних поверхонь.

В кінці першого етапу розвитку геоінформаційних систем, вони все ще залишаються спеціалізованими, причиною цього є їх реалізація на базі дорогих електронно обчислювальних машин.

Другий етап розвитку геоінформаційних систем починається значними інвестиціями в цю галузь з боку урядових і комерційних організацій. Значний вплив також мала децентралізація досліджень геоінформаційних системи у зв'язку з появою персональних комп'ютерів. Тісна інтеграція між дисциплінарних досліджень на вирішення завдань пов'язаних з територіальним проектуванням, плануванням і управлінням призвели до створення інтегрованих геоінформаційних систем.

Загалом другий етап розвитку геоінформаційних систем пов'язаний з усвідомленням необхідності створення державних інтегрованих геоінформаційних систем для управління природними ресурсами та моніторингу навколишнього середовища, та бажання асимілювати для вирішення наукових і практичних завдань, накопичених на той час масивів дистанційного зондування землі.

Третій етап розвитку геоінформаційних систем пов'язаний з бурхливим розвитком апаратних засобів як комп'ютерів так і засобів вводу і виводу просторових даних. Також значного поширення отримали геоінформаційні системи створенні в 80-х роках. Світовими лідерами серед комерційних геоінформаційних систем стають програмні продукти Arc/Info і Arc View GIS, MGE, MapInfo.

У розвинутих країнах світу геоінформаційна технологія стає повсюдно використовуваною технологією обробки, аналізу і представлення просторово-координатної інформації при вирішенні завдань в сферах географії геології і екології, при виконанні великих проектів містобудівного планування, на транспорті, кадастрі і регіональному управлінні.

Простежується тенденція до переключення масового інтересу від великих професійних геоінформаційних систем для роботи яких потрібні робочі станції великих комп'ютерних фірм, до настільних геоінформаційних систем що здатні працювати на персональний комп'ютерах. [8,9]

За час свого розвитку геоінформаційні технології глибоко проникли в життя людини, сьогодні вони допомагають нам з орієнтуванням в незнайомих нам місцях, з вибором закладів харчування, громадського транспорту на якому краще добратися до місця призначення, з видобутком корисних копалин.

В деяких наукових статтях використовують поняття гірничо-геологічна інформаційна система під цим поняттям розуміють геоінформаційну систему призначену для вирішення завдань гірничого виробництва.

В залежності від призначення цих інформаційних систем їх класифікують за наступними ознаками:

- 1) Гірничі системи загального призначення. Ці системи стандартно включають в себе такі розділи, як: геологічне моделювання, оцінка запасів, проектування і планування гірничих робіт, календарне планування і маркшейдерський модуль.

- 2) Спеціалізовані гірничі програми. До них відносяться спеціалізовані програми для області технологій які поки що (повністю або частково) не забезпечуються універсальними гірничими системами.
- 3) Системи управління виробництвом. Ця категорія об'єднує програми і обладнання, використовуване для управління виробництвом в реальному часі.
- 4) Системи реєстрації виробництва. Існує велике різноманіття таких систем, які ведуть облік виробництва в реальному часі і формують різноманітні звіти. [10]

Всі гірничо-геологічні інформаційні системи мають схожий набір складових частин ядро (базова програма) і прикладні модулі.

Обов'язковими складовими ядра гірничо-геологічної інформаційної системи є:

- графічний інтерфейс користувача (GUI) – це система засобів для взаємодії користувача з програмним забезпеченням заснована на представленні системних функцій у вигляді графічних компонентів.[11]
- графічний редактор – це складова програмного забезпечення що надає користувачеві можливість створювати і редагувати зображення на моніторі персонального комп'ютера.[12]
- система управління базами даних (СУБД) – призначення для створення для створення структури нової бази даних, наповнення, редагування вмісту бази даних та візуалізації інформації.[13]

Іншою складовою гірничо-геологічної інформаційної системи що відповідає за виконання нею специфічних функцій для вирішення завдань в гірничому виробництві є модулі (прикладні програми). В залежності від виробника програмного забезпечення набір і назва модулів можуть відрізнятися, але є основні завдання які мають виконувати модулі гірничо-геологічні інформаційні системи:

- обробку геологорозвідувальної інформації;

- геологічне моделювання і підрахунок запасів;
- маркшейдерські розрахунки;
- проектування відкритих гірничих робіт;
- проектування підземних гірничих робіт;
- планування і розвитку гірничих робіт;
- планування і проектування буровибухових робіт;
- моделювання природоохоронних заходів.

На сьогоднішній день на ринку геоінформаційних систем для вирішення завдань в гірничій галузі велика кількість компаній, основними з яких є:

- Dassault Systèmes – провідна компанія в галузі програмного забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) і керування життєвим циклом виробу PLM. Заснована в 1981 р. в Франції. [16]

- Micromine Pty Ltd – компанія заснована в 1986 р. в Австралії. Один із лідерів постачання програмного забезпечення що охоплює весь виробничий цикл гірничого виробництва. Надає консультативні послуги по питанням геологорозвідки і видобутку твердих корисних копалин.[15]

- Datamine – провідний постачальник технологій для комплексного планування і управління гірничим виробництвом, надає програмне забезпечення для геологорозвідки, ресурсного моделювання, планування гірничих робіт, керування виробництвом, логістики і маркетингу. Надає послуги по впровадженню програмного забезпечення і навчанню персоналу. Заснована компанія в 1982 р. в Великій Британії [14].

## **1.2 Алгоритм Лерча-Гроссмана**

Алгоритм Лерча-Гроссман заснований на теорії графів його основним завданням є пошук оптимальних контурів кар'єру. Алгоритм реалізований в

майже всіх відомих геоінформаційних системах та програмах призначених для оптимізації кар'єрів, його також називають промисловим стандартом.

Побудову оптимального контуру кар'єру проводять на основі блочної моделі, кожному блоку якої задають числове значення яке відповідає вартості видобутку корисної копалини, також задаються значення кутів бортів кар'єру, витрати на збагачення, продаж концентрату, податки, коефіцієнти втрат, значення розубоження і збагачення. Основною умовою є те, що корисна копалина має позитивне значення, розкривні породи негативне. Також враховуються якісні показники наприклад, вміст корисних компонентів, чим більше їх значення тим більше число значення буде задано блоку рис. 1.1.

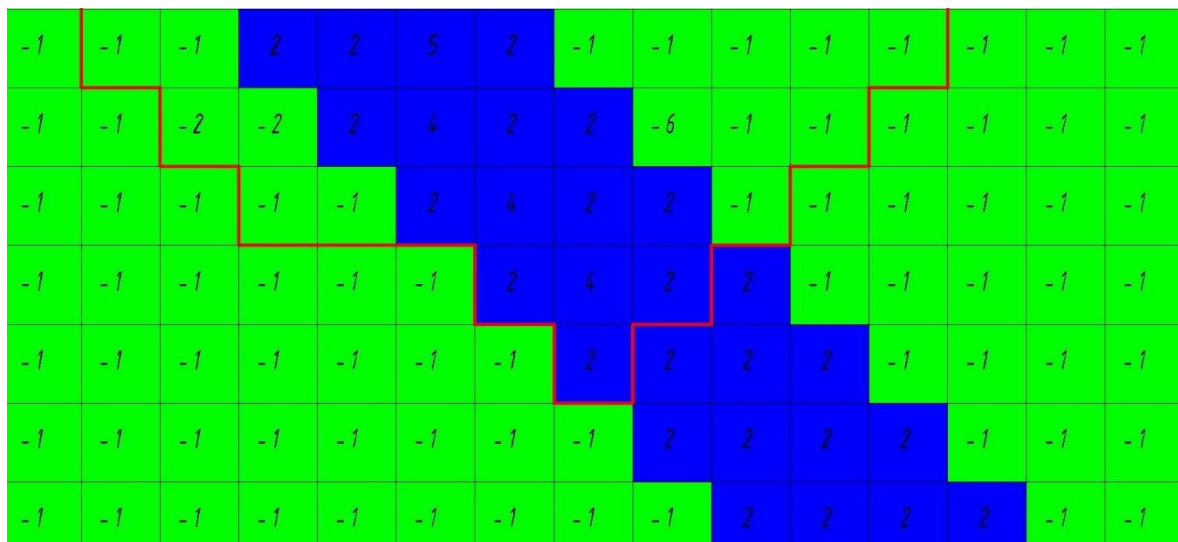


Рисунок 1.1 Схема розрізу блочної моделі з заданими числовими атрибутами вартості видобутку

Виймання нижнього блоку не починається до того моменту доки не будуть вийняті верхні блоки, схематично це зображено на рисунку 1.2. Як видно зі схеми блок А буде вийнятий лише в тому випадку якщо буде вийнято блок В, в свою чергу для виймання блоку В потрібно вийняти блок С.

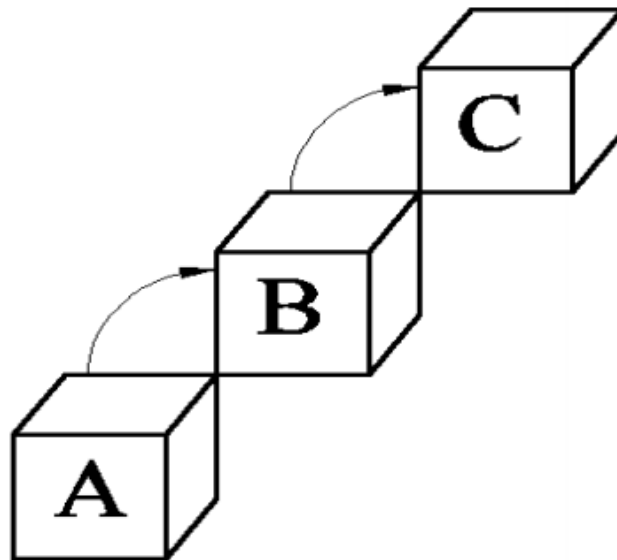


Рисунок 1.2 Схема обмежень на виїмку блоків [19]

Як видно зі схеми блок А буде вийнятий лише в тому випадку якщо буде вийнято блок В, в свою чергу для виймання блоку В потрібно вийняти блок С.

Таким чином будується оптимальний контур кар'єру, який є основою для подальшого проектування а саме створення уступів, з'їздів, і каркасної моделі уже самого родовища.

Для більш точної відбудови оптимального контуру рекомендується використовувати блоки які відповідають технології відпрацювання кар'єру. Наприклад, ширина блоку має відповідати ширині заходки екскаватора або в випадку проведення буро-вибухових робіт для виймання породи ширині бурового блоку, висота блоку повинна дорівнювати висоті уступу, довжина блоку має бути в межах фронту робіт виймального обладнання.

Розрахунок оболонок відбувається при різних значеннях ціни на корисну копалину з визначеним кроком, тоді буде побудовано декілька різних за розмірами оболонок. Після відбудови оболонок по кожній з них створюються звіти у вигляді таблиці або графіку. Аналіз звітів полягає у знаходженні середнього значення дисконтованого доходу від розробки

оболонки за найкращим і найгіршим сценарієм, та вибору максимального середнього значення. [20, 21, 19]

Таким чином реалізація алгоритму Лерча-Гроссмана в сучасних геоінформаційних системах дає змогу визначати контури кар'єру в залежності від прибутку який буде отриманий при поточній ціні на кінцевий продукт гірничого підприємства. При проектуванні гірничих робіт в загальні відповісти на питання можливості видобутку корисної копалини при поточних і можливості розробки родовища в майбутньому .

### 1.3 Загальні відомості про K-mine

K-mine – програмне забезпечення призначене для повного циклу гірничого виробництва призначене для використання в геології, геодезії, маркшейдерії, картографії під час плануванні і проектування гірничих робіт. [23]

В своїй структурі K-mine включає 15 модулів основні з яких:

1. Маркшейдерський модуль – повнофункціональний комплекс для вирішення завдань в процесі виконання маркшейдерських робіт при відкритій і підземній розробці корисних копалин. Основні функції якого:

- обробка даних польових вимірів;
- вирішення позиційних геометричних завдань;
- автоматизація вимірів і підготовка до перенесення даних в натуру;
- побудова профілів і розрізів;
- розрахунок відстаней транспортування;
- побудова призм обрушення;
- розрахунок об'ємів і площ;

- вирішення спеціалізованих завдань для екскаваторного, залізничного, бурового комплексу;
- ведення облікової маркшейдерської документації.

2. Геологічний модуль представлений програмним комплексом для три вимірною моделювання геологічних структур різної складності і морфології. Основні функції якого:

- робота з геологічними базами даних різної структури;
- статистичний аналіз даних;
- розрахунки якісних і кількісних показників корисної копалини;
- формування каркасних і блочних моделей родовища;
- геостатичний аналіз моделей корисних копалин;
- економічна оцінка запасів корисних копалин на основі різних систем класифікацій;
- формування звітної документації.

3. Проектування – модуль що містить необхідний набір інструментів для відкритих і підземних гірничих робіт для проектування гірнотехнічних споруд. Основними набор функціоналу якого:

- проектування бортів кар'єра і їх ділянок, з'їздів, ярусів відвалів траншей і т. д.;
- проектування транспортних об'єктів;
- проектування комунікацій;
- побудова розрізів в довільних місцях і довільної форми;
- розрахунок об'єму виймання і засипки;
- розробка паспортів ведення гірничих робіт;



- оформлення графічної документації відповідно до вимог і норм технічного проектування.

4. Модуль проектування буро-вибухових робіт призначений для розробки проектів буро-вибухових робіт при відкритій розробці корисних копалин.

Основні функції якого:

- автоматизація створення проекту на буріння;
- автоматичний розрахунок необхідних параметрів бурового блоку;
- створення і ведення паспортів БВР;
- моделювання і візуалізація свердловин;
- обмін даними з буровим обладнанням;
- визначення фактичних параметрів пробуреного блоку;
- розрахунок свердловинних зарядів;
- облік пробуреної і підірваної гірничої маси;
- визначення і візуалізація небезпечних зон різного призначення;
- візуалізація підриву блоків;
- проектування і автоматичний розрахунок схем комутації, вирішення задачі підбою в блоці при масовому вибуху.

5. Модуль для планування гірничих робіт призначений для техніко-економічного планування з метою збільшення рентабельності видобутку корисної копалини. Основні функції якого:

- розрахунок і оптимізація критеріїв з обмеженнями на базі економічних критеріїв оцінки;
- набір об'ємів відпрацювання по етапам і стадіям, оцінка якості руди на ділянках;

- економічна оцінка варіанта плану по основним технологічним процесам з урахуванням діючих цін на витратні матеріали;
- формування вантажопотоків корисної копалини і розкривних порід в прив'язці до діючих одиниць техніки, стану пропускної можливості станції;
- підрахунок рудопотоків заданої якості по типам руд;
- оцінка підготовлених і готових до виймання запасів.[22]

#### **1.4 Загальні відомості про Surpac**

Surpac – програмне забезпечення для планування гірничих робіт в кар'єрах і шахтах, а також для підтримки геологорозвідувальних проектів. Дане програмне забезпечення забезпечує точність і ефективність за рахунок використання потужної трьох вимірної графіки і автоматизації робочих процесів з урахуванням специфіки роботи підприємства і отриманих ним потоків даних.

Основні модулі:

1. Модуль блочного моделювання. Призначений для аналізу просторової зміни характеристик порід і створення об'ємних моделей на основі об'єднаних характеристик, розрахунку якості корисної копалини в блоках на різні етапах роботи кар'єру. Основні функції модулю:

- розрахунок об'ємів і якості корисної копалини в межах досліджуваної області;
- створення звітів про геологічні об'єкти в відповідності до міжнародних стандартів;
- створення об'ємних блочних моделей і їх геостатичний аналіз;
- оцінка запасів;
- створення матеріалів для регулярних звітів і техніко-економічного обґрунтування.

2. Геологічний модуль. Призначений для візуалізації і аналізу свердловин, а також інших поверхневих вимірів і зразків. Виконання композиційного і селекційного геологічного моделювання, створення сітки поверхонь і підв поверхневих геологічних об'єктів, розрахунків якості корисної копалини на різних рівнях кар'єру. Основні функції модулю:

- Введення, обробка і вивід різних типів геологічних даних;
- вибір, обмеження, перегляд і інтерпретація геологічних даних;
- створення геологічних, структурних моделей і моделей областей;
- співставлення граней хмар точок і фотограметричних сіток;
- розрахунок об'ємів і моделювання якості корисної копалини в досліджуваній області.

3. Модуль структурно-геологічного аналізу. Комплекс інструментів для аналізу будь яких орієнтованих даних і їх візуалізації, включаючи хмари точок, свердловини, і текстуровані сітки. Основні функції модулю:

- видобуток і візуалізація орієнтацій безпосередньо із моделей свердловин, блоків, точок;
- аналіз поверхневих градієнтів;
- візуалізація площини на основі хмар точок або текстурованих сіток, аналіз їх в стереографічній проекції;
- структурний аналіз трендів в складних і великих наборах даних;
- структурний аналіз наборів фотограметричних даних і хмар точок.

4. Маркшейдерський модуль. Призначений для вставки обробки даних зйомки, оновлення початкової геометрії об'єкту. Основні функції:

- розрахунок загальної кількості добутої породи або складованої в відвали чи склади;
- встановлення або окреслення розміщення чи кордонів;

- забезпечення відповідності геодезичним нормам і стандартам;
- публікація геодезичних вимірів в процесі гірничого виробництва (геодезичні станції, інфраструктура гірничих робіт, порівняння карт об'єкту з проектом, щомісячні об'єми для звірки даних).

5. Модуль проектування гірничих робіт. Призначений для перетворення стратегічних планів гірничих робіт в практичні проекти, враховуючи поверхні об'єкту, ухили, шляхи транспортування і відвали. Створення звітів і планів за будь який період: щоденні, щомісячні, щонедільні і довгострокові. Основні функції модуля:

- проектування уступів, відкосів для відкритих гірничих робіт;
- проектування очисних виробок, уклонів, стволів шахт і тунелів для підземних гірничих робіт;
- врахування геотехнічних обмежень;
- використання геологічних даних для звітів про запаси з вказанням тону, об'ємів і якості руди.
- створення візуально інформаційних матеріалів для робітників.[18]

### **1.5 Загальні відомості про Micromine**

Micromine – комплексне рішення для три вимірною моделювання родовищ корисних копалин, що пропонує засоби оцінки родовищ, проектування оптимізації, планування гірничих робіт.

Версія Micromine 2020 складається з 11 модулів

1. Модуль розвідка. Призначений для управління і візуалізації свердловин, включає в себе аналітичні інструменти і можливості моделювання, інструменти статистики і геостатистики. Основні особливості:

- розрізи по полілінії для нанесення поперечних розрізів, з багатьох сегментів;
- створення буфера з ліній, полігонів або точок;

- додаткові орієнтовані структури свердловин і траєкторій в Візексі;
- гео-зв'язок вікон для синхронізації інформації по мірі додавання просторових даних.
- статистичні графіки, звіти з можливістю інтерактивної синхронізації даних, режимами аналізу і вибору.
- розширені можливості оконтурювання в Візексі;
- динамічний режим вводу для побудови об'єктів з використанням команд типу CAD;
- аналіз тренду поверхні і аналіз парних проб;
- створення схеми свердловини для попереднього розвідувального буріння;
- інструменти для звітності, каротажу, звітності створення композитів і об'єднання даних свердловин;
- розрахунки по свердловинам включають в себе різноманітні опції розрахунків координат покрівлі і підшви, композитів, зон впливу для стратиграфічних родовищ, глибини точок повороту каркасу, істинної потужності;
- інтерактивний розрахунок перетину вмістів;

2. Модуль Умовного моделювання. Призначений для моделювання оболонок по вмісту, розломів, поверхонь, літологічних кордонів на основі радіально-базисних функцій. Основні особливості модулю:

- моделювання оболонок по вмісту даних свердловин, створення декількох і більше оболонок по бортовим значенням;
- моделювання по літології з інтерактивними інструментами створення і груп які необхідно включити в процес або виключити з процесу моделювання;

- моделювання поверхні розломів з будь якої комбінації три вимірних стрінгів і точок, з урахуванням кута і напрямку кута;
- моделювання поверхонь по три вимірним точкам;
- моделювання атрибуту по три вимірній хмарі точкам (с негативними і позитивними значеннями)
- інтерполяція по рідким точкам;
- моделювання по полігонам із полігональних профілів;
- для зменшення масиву даних присутня опція відбору точок;
- автоматична прив'язка або створення каркасів до вхідних даних.

3. Модуль Каркасне моделювання. Призначений для управління, аналізу і побудови три вимірних солідів і поверхонь для заглибленої розвідки, оцінки запасів, гірничого і геологічного моделювання. Основні особливості:

- централізована область управління каркасами та їх атрибутами;
- опції звітності (площа поверхні, координати центроїда, об'єми) для декількох вибраних каркасних моделей;
- інтерактивний редактор каркасів на базі Візекса;
- інструменти для роботи с ЦМП по їх перевірці і створенню;
- створення оболонок вмісту корисної копалини і зовнішніх оболонок;
- звіт по вмісту корисної копалини її розподілу і тонажу, призначення атрибутів каркасу;
- режим перегляду в Візексі заповнення кольором згідно атрибутів.

4. Модуль Стратиграфічного моделювання. Призначений для моделювання пластових родовищ, створення блочної моделі пласта (БМП). Основні особливості:

- інструмент діаграм свердловин для побудови поперечних розрізів, які прив'язуються до гирл свердловин;
- інструмент перегляду кореляції пластів необхідний для відображення зв'язку геологічних одиниць по свердловинам;
- інструмент для стратиграфічного моделювання слугує для визначення, підготовки, відображення кореляції між пластами;
- інструменти інтерполяції пласта дозволяють вручну визначити ступінь вкладу дочірніх пластів в моделювання материнського пласту;
- інструменти для додавання пустих прослойків блоків для створення повної моделі пласту;
- інструменти класифікації;
- інструменти перетворення інтерпольованих сіток по висотній відмітці і сіток по потужності в блочну модель пласту;
- інструменти каркасного моделювання для створення каркасної моделі по вмісту корисного компоненту;
- опція обрізки блочної моделі пласту топографією, або розділення зоною вивітрювання;
- інструменти для створення, об'єднання, перевірки, індексування, кодування блочної моделі пласту;
- розрахунок відношень об'ємів або вирахування коефіцієнтів розкриву кожного блоку;
- опції звітності по кожному пласту родовища корисних копалин, що включають в себе будь яку кількість полів і наборів бортів.

5. Модуль Оцінки запасів. Призначений для детального аналізу ресурсів і звітності, створена в цьому модулі блочна модель може бути використана для планування гірничих робіт. Основні особливості:

- підтримка поворотів блоків по осям в будь якій тривимірній площині;
- моделі можуть зміщувати будь які комбінації поворотів блоків і субблоків;
- інструменти створення простих полігональних ресурсних моделей;
- можливість перегляду відносного вкладу кожної із проб в оцінку ресурсів родовища;
- опція Крикінгу для видалення тренду логнормального перетворення;
- запис кількості точок для кожного блоку, стандартні відхилення, середньої і мінімальної відстані від проб до центру блоку;
- детальний звіт про зважування для розширеної перевірки;
- автоматизація всіх кроків моделювання за допомогою макросів на мові програмування Python.

б. Модуль Гірничий. Призначений гірничих інженерів, містить в собі інструменти для проектування і планування відкритих і підземних гірничих робіт, дозволяє розробляти плани гірничих робіт. Основні особливості:

- набір інструментів для роботи із усіма видами корисної копалини і методами її відпрацювання;
- розріз по полілінії дозволяє створювати поперечні січення, що складаються з декількох елементів;
- гео-зв'язок вікон дозволяє проводити синхронізацію даних по мірі їх відкриття;
- розширені можливості проектування в Візексі;
- інструмент анотації слугує для визначення розмірів, створення зносок, підписів, стрілок в вікні Візекса або редактора креслень.
- можливість динамічного вводу для створення об'єктів САД подібних команд;



- панелі контролювання вмісту корисного компоненту, проектування віял (підземні гірничі роботи), кар'єрів, виробок (підземні гірничі роботи), свердловин буро-вибухових робіт;

- розрахунок контролю вмісту з використанням каркасів і замкнених стрінгів;

7. Маркшейдерський модуль. Призначений для імпорту і обробки маркшейдерських даних і розрахунку ліній, точок, об'ємів і поверхонь. Основні особливості модулю:

- окремі об'єкти в Візексі для відображення ізоліній;

- режим динамічного вводу для креслення об'єктів за допомогою CAD інструментів;

8. Модуль Оптимізації кар'єра. Призначений модуль для визначення оптимальних оболонок кар'єра, враховуючи показники якості корисної копалини і набори економічних і гірничотехнічних показників. Основні особливості:

- режим оптимізації і аналізу отриманих даних;

- можливість оптимізації без блоків розкриву;

- можливість налаштування області оптимізації;

- підтримка різного набору кутів відкосу, можливість їх задання за допомогою значень або каркасів;

- використання перемінних втрат якості корисної копалини, витрат на рекультивацію земель порушених гірничими роботами;

9. Планувальник. Модуль призначений для планування гірничих робіт в геоінформаційній системі Micromine. Основні особливості:

- підтримка календарів з налаштуванням робочого часу та днів виключень (вихідних);

- інтерактивна діаграма Ганта для визначення послідовності виконання робіт;
  - створення анімації для перегляду послідовності відпрацювання кар'єру.
10. Оптимізатор виїмкових одиниць. Модуль призначений для підземних гірничих робіт і є аналогом модулю оптимізації кар'єра.[17]

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Використання програмного продукту в умовах діючих підприємств

На теперішній час використання програмних продуктів ГІС є найбільш поширеним в умовах гірничих підприємств України: Полтавського ГЗК, Південного ГЗК, Східного ГЗК, Єристівського ГЗК, Північного ГЗК, та інших. В умовах кар'єрів Кривбасу найбільш поширений програмний продукт підприємства КАІ (Кривбас Академ Інвест) K-mine. Використання цього продукту дозволяє здійснювати маркшейдерські роботи з побудови поверхні, поповнювати геологічну базу, вести облік корисних копалин та порід розкриття, здійснювати поточне планування гірничих робіт, створювати паспорти ведення гірничих робіт для існуючого обладнання. Найбільше використання цей продукт отримав в технічних відділах.

Полтавський ГЗК також використовує програмний продукт K-mine. Під час його використання працівники технічного відділу, постійно спілкуються з розробниками програмного продукту з метою покращення функціональних можливостей програмного комплексу і забезпечення виробничих потреб.

Єристовський ГЗК на теперішній час має намір використання програмного комплексу Surpac. Для використання цього програмного продукту робітники маркшейдерського, геологічного та технічного відділу проходять стажування і навчання в учбовому комплексі.

Програма Micromine здебільшого використовується в Російській Федерації, Республіці Казахстан, Китайській Народній Республіці та на багатьох гірничих підприємствах Австралії та Океанії.

### 2.2 Маркшейдерський блок

Маркшейдерський блок представлений засобами імпортування даних з маркшейдерських GPS пристроїв, функціями для вирішення геодезичних завдань, та побудови топографічної наземної поверхні та кар'єру.

Програма Micromine дозволяє імпортувати базу даних за допомогою файлів з наступним розширенням jdbms mdb txt dxf dbase CAD гіс MAPгіс за допомогою китайського стандарту dem і стрінгами Surpac. Імпортування точок дозволяє побудувати цифрову модель поверхні і в подальшому за допомогою Візекса отримати наглядну 3D проекцію.

Програма Surpac дозволяє імпортувати базу даних за допомогою файлів з наступним розширенням txt (з одого файлу або декількох сторінок), dxf, CAD, шейп файлів ARKinfo, MAPгіс. Імпортування точок дозволяє побудувати цифрову модель поверхні і в подальшому за допомогою Візекса отримати наглядну 3D проекцію (рис. 2.1).

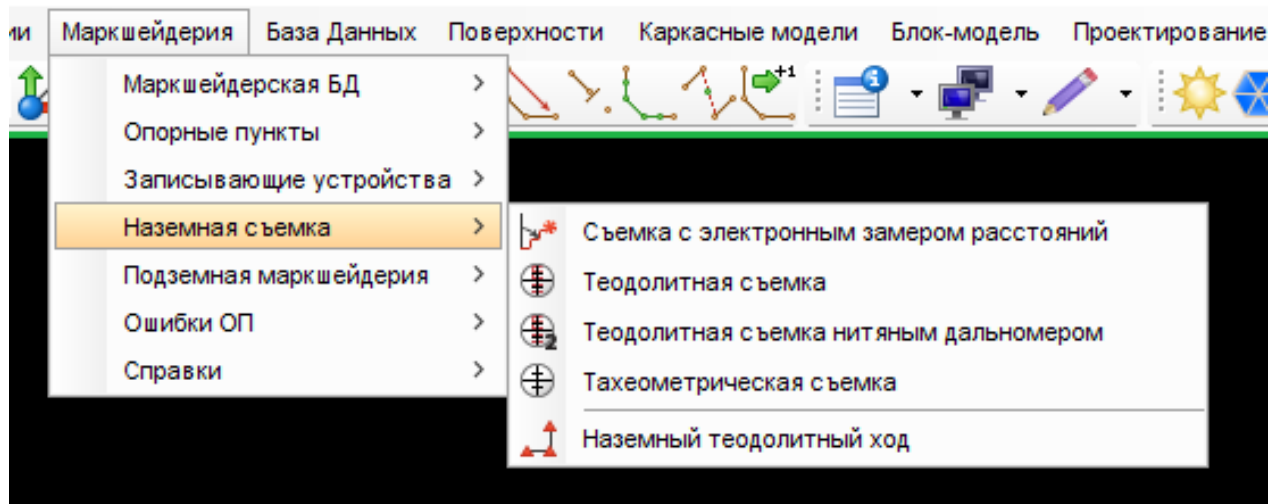


Рисунок 2.1 Маркшейдерський блок в програмі Surpac

Програма K-mine дозволяє імпортувати базу даних за допомогою файлів з наступним розширенням csv, файлів Micromine форматів DAT, STR, файлів з програмного комплексу Datamine, формату DFX, файлів Surpac форматів DAT, STR. Імпортування точок дозволяє побудувати цифрову модель поверхні і в подальшому за допомогою Візекса отримати наглядну 3D проекцію. Основні функції маркшейдерського модулю наведені на рис. 2.2 і 2.3

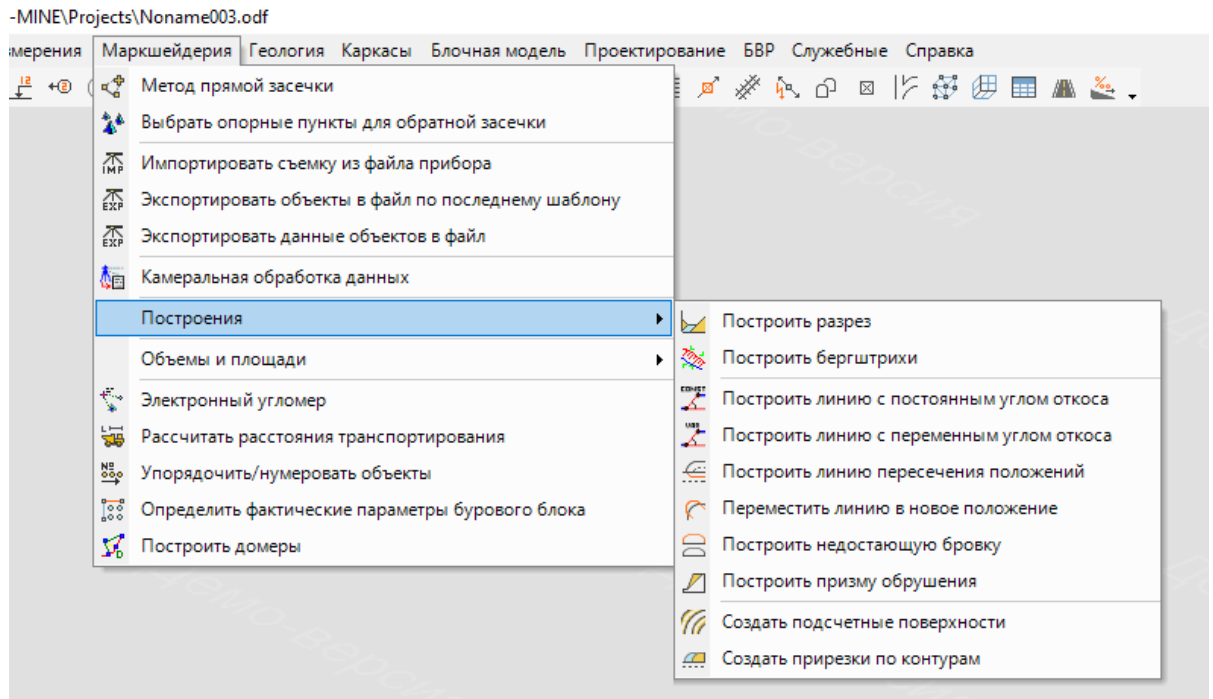


Рисунок 2.2 - Меню маркшейдерського блоку K-mine

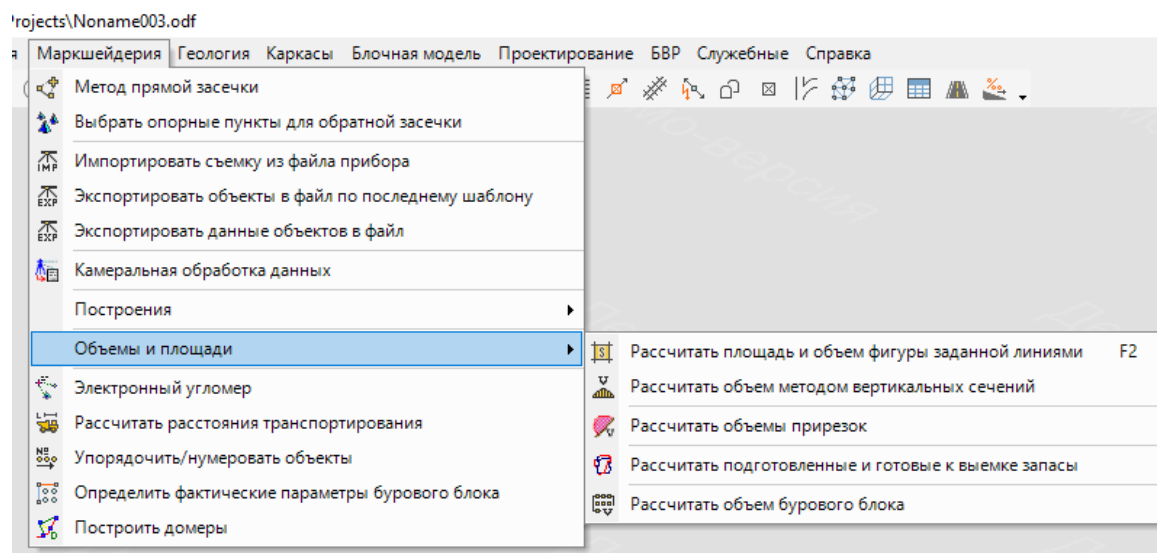


Рисунок 2.3 - Меню маркшейдерського блоку K-mine

### 2.3 Геологічний блок

Геологічний блок в програмі K-mine представлений інструментами (рис 2.5) створення геологічної бази MySQL, інструментами графічної побудови геологічних розрізів, сортових колонок, проєкцій вигляду в площині екрану, зон впливу свердловин, інструменти розрахунку сортності, хімічних компонентів, розрахунків якостей методом середньозваженого по виділених інтервалах, зонам впливу, інтервалам. Особливістю проектування геологічної бази даних в програмі K-mine, є створення зв'язків за допомогою редактора з

візуалізацією коду, створення довідників займає час але дає можливість більш детального проектування бази під будь які специфічні потреби.

Процес підключення геологічної бази даних зображено на рис. .Назва відповідає за назву підключення, сервер – назва сервера на якому зберігається база даних (рис 2.4).

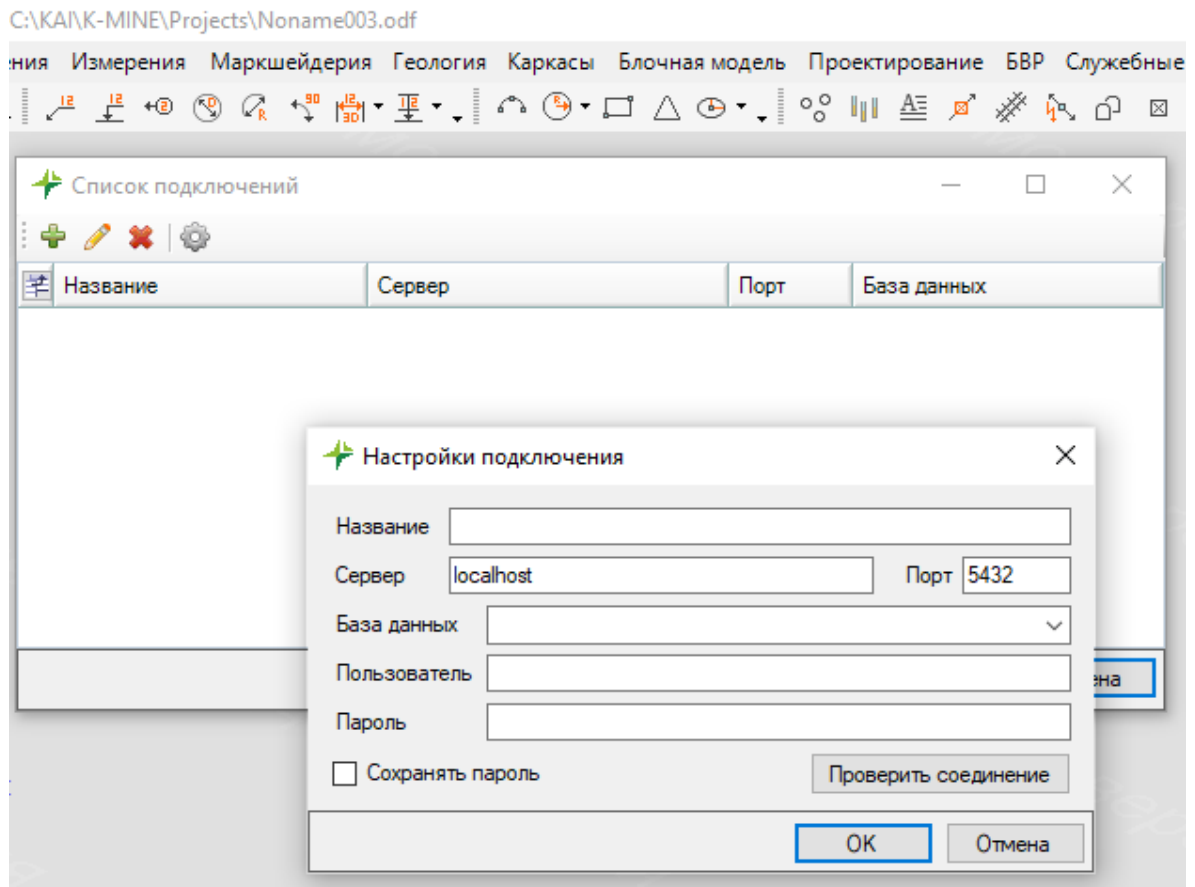


Рисунок 2.4 - Процесс подключения геологической базы даних в программе K-mine.

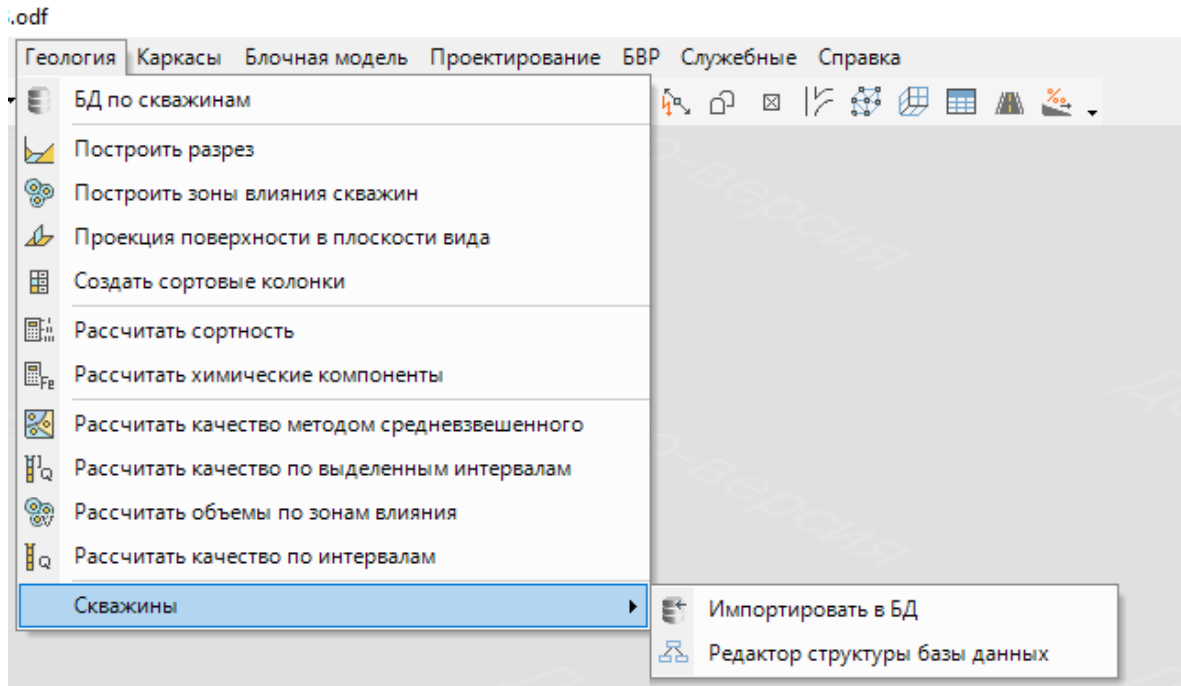


Рисунок 2.5 - Меню геологического блока K-mine

В геоинформационной системе K-mine, геологический блок внесен в отдельный пункт меню «Геология» (рис. 2.6)

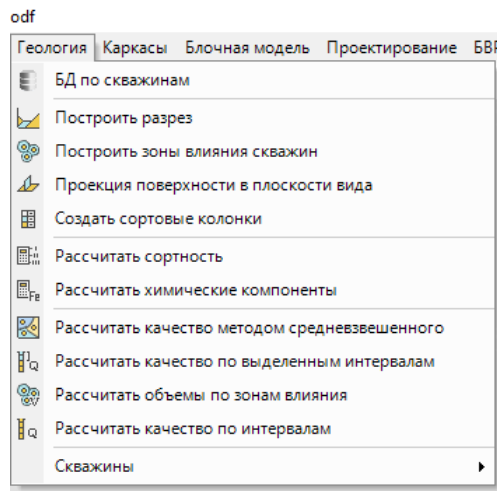


Рисунок 2.6 - Меню геологического блока K-mine.

В пункте меню находятся основные функции такие как: БД по скважинам, построить разрез, построение зон влияния скважин, проекция поверхности в плоскости вида, создание сортовых колонок, расчет сортности, расчет химических компонентов и т. д.

За допомогою меню можливо спроектувати або підключити існуючу базу геологічних даних. За допомогою функції «Побудувати розріз» можливо

збудувати і відобразити геологічний розріз на певній ділянці, по полініям проведеним в зоні впливу свердловин.

Геологічний блок в програмі Surpac, не представлений окремим пунктом меню (рис. 2.7), всі основні функції такі як: створення геологічної бази даних, побудова свердловин, геолого-графічні побудови розміщені в різних пунктах меню.

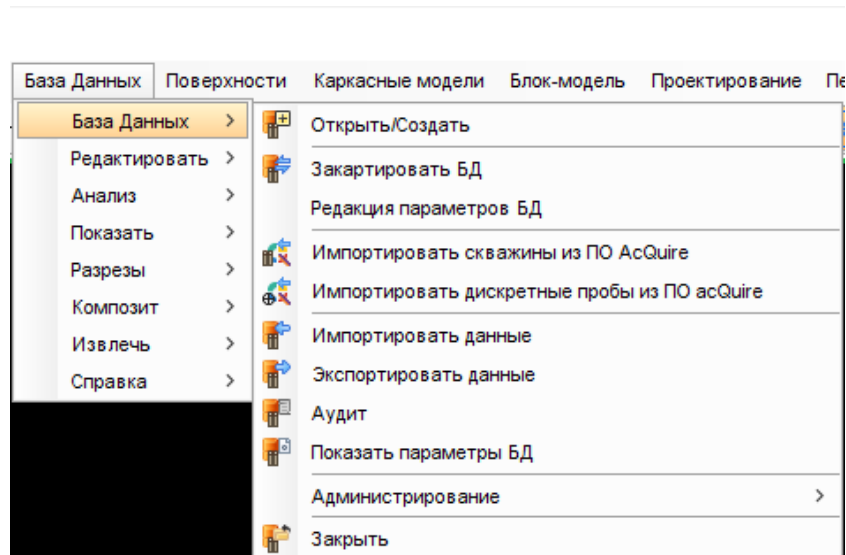


Рисунок 2.7 - Створення геологічної бази в меню програми Surpac

В Surpac є можливість імпорту свердловини з програмного забезпечення Acquire а також імпортувати проби з цієї ж програми. Можна також імпортувати та експортувати базу даних.

Геологічний блок Micromine представлений інструментами для створення геологічної бази, побудови свердловин, побудови графічних об'єктів таких як каркаси, блочної моделі



МІСРОМІНЕ - Донське

Файл Правка Вид Фільтр Формат Записи Просмотр Стринги Сквaziни/борозды Статистика Сетка ЦМП Каркас

Наборы форм

Визек опробование.DAT устья.DAT x

	EAST	NORTH	RL	HOLE	DEPTH	DNO
1	86949,8	86239,7	151	A-789	60,8	90,2
2	86275	84387,8	147,5	A-879	24	123,5
3	86597,5	83575	108,5	A-2170/2	13,3	95,2
4	87000	83535	106,3	A-2170/3	40,6	65,7
5	86230,5	83832,1	112	A-2170/4	16,6	95,4
6	86428	83801,7	112,5	A-2170/5	19,8	92,7
7	86627,5	83775,5	122	A-2170/6	38,8	83,2
8	86061,1	84067,7	128,8	A-2170/7	9,6	119,2
9	86463,8	83998,3	127,5	A-2170/9	20	107,5
10	86272	84023,9	127	A-2170/8	30,2	96,8
11	86653,4	83963,7	135	A-2170/10	57,3	77,7
12	86791,2	83544,5	117,5	A-2170/11	41,7	75,8
13	85899,8	84295,2	125,2	A-2170/12	12,5	112,7
14	86088,2	84263,2	137,5	A-2170/13	14	123,5
15	86285,8	84226,9	140,8	A-2170/14	33,2	107,6

Рисунок 2.8 - Вікно бази даних свердловин в програмному комплексі Micromine

При створенні бази даних свердловин враховується їх просторове положення (рис. 2.8) по широті і довготі, відмітка гирла свердловини, назва свердловини, її глибина. Після створення таблиці з гирлами свердловин необхідно створити таблицю з випробуваннями де вказується назва свердловини, відстані між прошарками породи стратиграфічної колонки, та вміст корисного компоненту в кожному прошарку корисної копалини (рис. 2.9). Створення бази здійснюється у вікні (рис. 2.10). На основі цих таблиць відбувається створення бази даних шляхом об'єднання двох таблиць в спеціальному меню (рисунок 2.11).

The screenshot shows the MICROMINE software interface with a table of drill test results. The table has columns for HOLE, FROM, TO, and pi. The data is as follows:

	HOLE	FROM	TO	пи
1	A-789	0	48,5	0
2	A-789	48,5	60,8	1
3	A-879	0	9,3	0
4	A-879	9,3	24	1
5	A-2170/2	0	12,6	0
6	A-2170/2	12,6	13,3	1
7	A-2170/3	0	26,1	0
8	A-2170/3	26,1	40,6	1
9	A-2170/4	0	14,4	0
10	A-2170/4	14,4	16,6	1
11	A-2170/5	0	19	0
12	A-2170/5	19	19,8	1
13	A-2170/6	0	35	0
14	A-2170/6	35	38,8	1
15	A-2170/7	0	8	0
16	A-2170/7	8	9,6	1
17	A-2170/9	0	19,9	0
18	A-2170/9	19,9	20	1
19	A-2170/8	0	17,6	0
20	A-2170/8	17,6	30,2	1

Рисунок 2.9 – Таблица випробувань свердловин

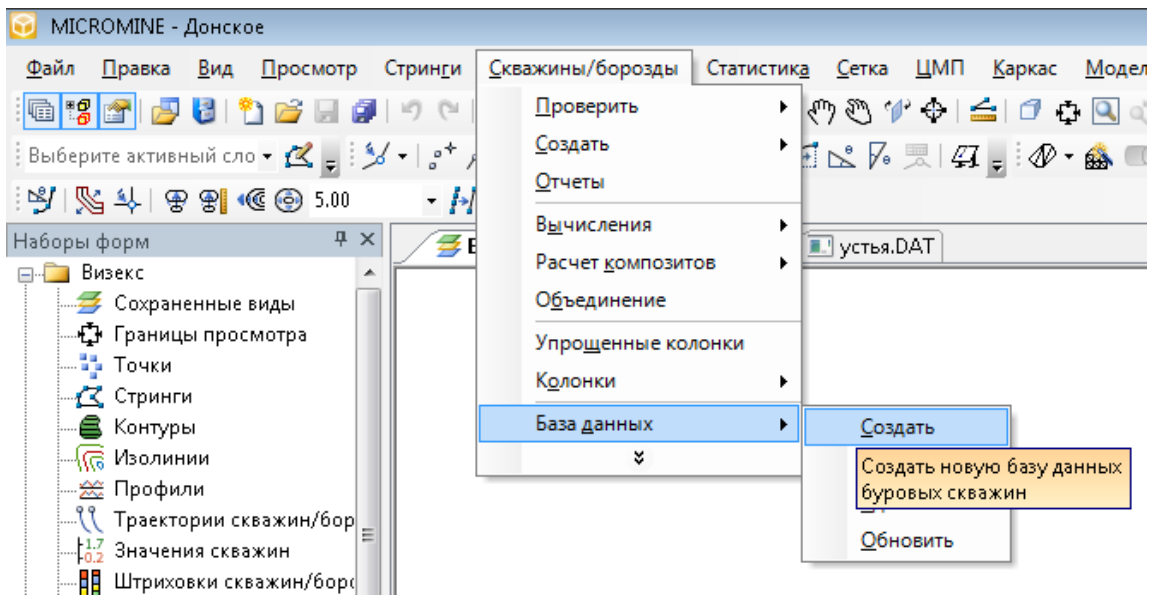


Рисунок 2.10 – Меню створення геологічної бази даних в Місроміне

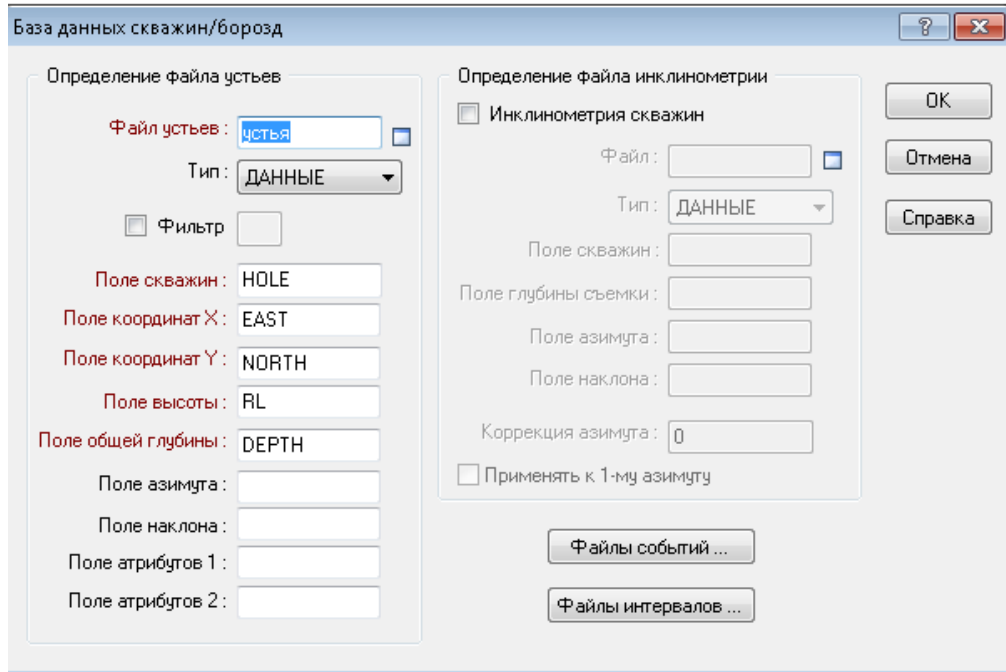


Рисунок 2.11 – Вікно створення геологічної бази даних в Micromine

Після створення бази геологічних даних в меню «Набор форм» можна відобразити в вікні Візекса створені свердловини з кольоровими штриховками свердловин та борозд (рис. 2.12)

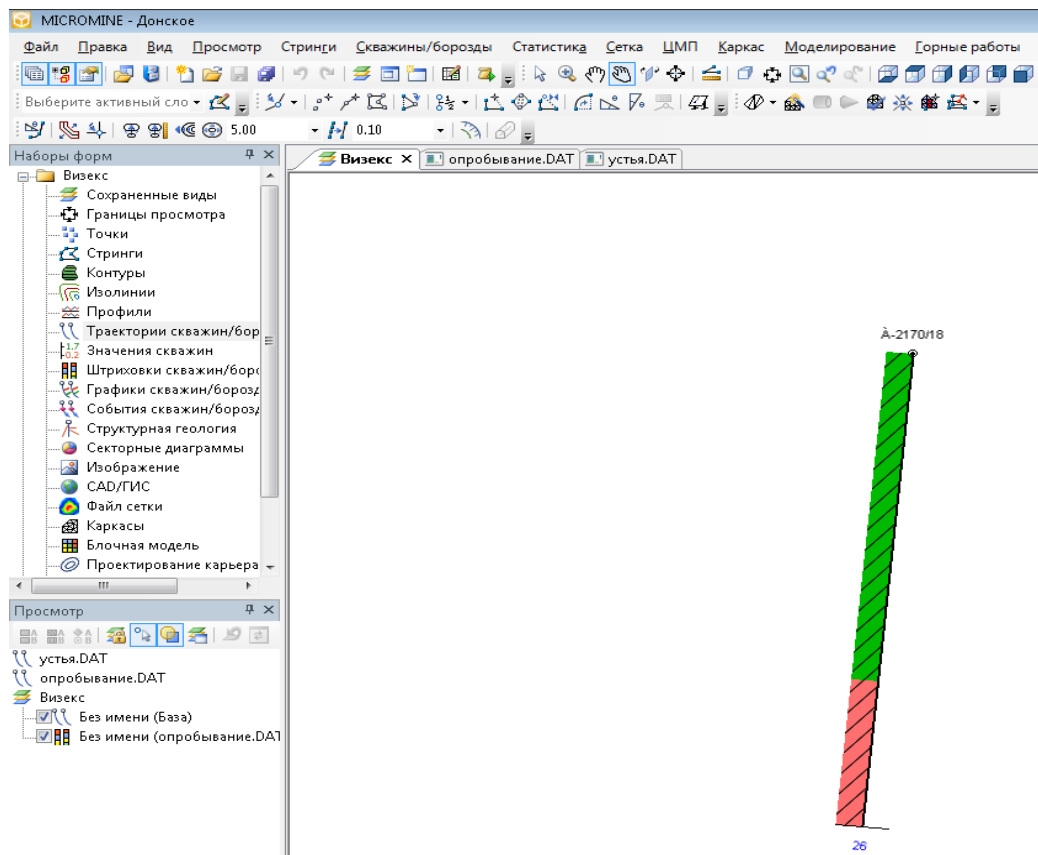


Рисунок 2.12 – Відображення в Візексі геологічної свердловини.

## 2.4 Гірничий блок.

В програмі K-mine гірничий блок представлений пунктом меню проектування, в меню представлені такі функції: побудувати розріз, побудувати бергштрихи, побудувати лінію з постійним кутом укосу, побудувати лінію з переміним кутом відкосу.

Основними функціями при побудові гірничих виробок є «Проектування уступів», «Проектування з'їздів», створення розворотів на горизонтальних ділянках. Вбудована функція побудови бергштрихів для порід розкриву, корисної копалини, а також змішаних уступів (рис. 2.13).

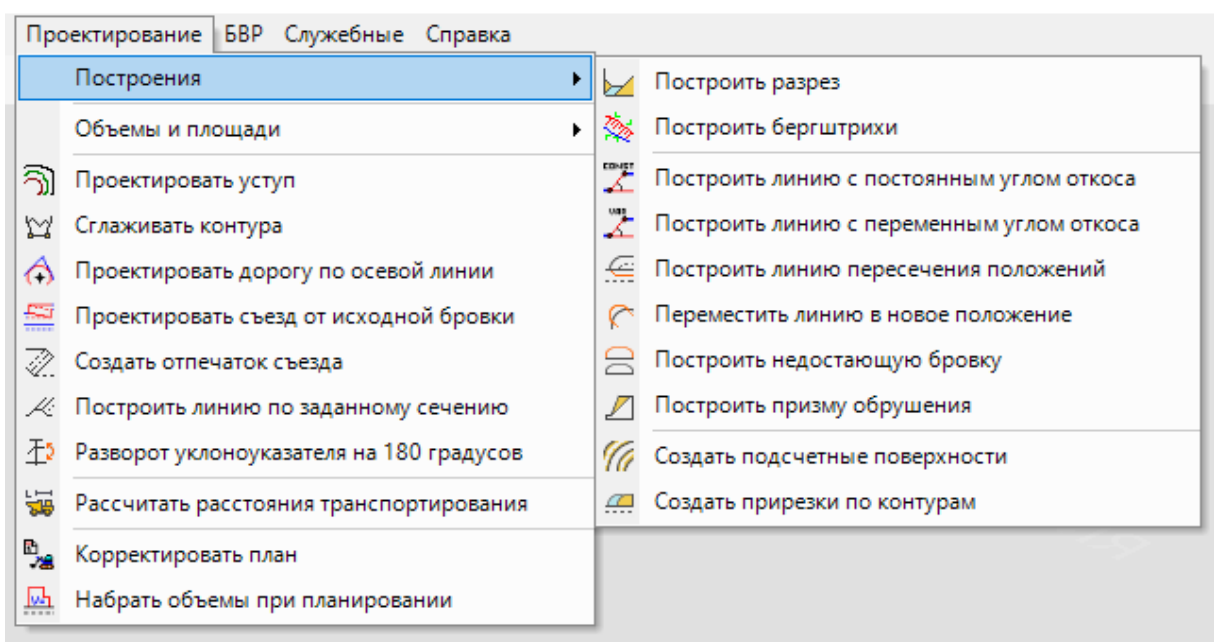


Рисунок 2.13 - Меню гірничого блоку в програмі K-mine

Програма K-mine дає можливість розрахунків площі та об'єму фігури з заданими лініями, є можливість розрахунку методами вертикальних січень, об'ємів прирізок, бурового блоку.

Для побудови уступу потрібно спочатку вибрати або створити стрінг від якого програма буде будувати уступ, наступним кроком в меню «Проектування» потрібно вибрати пункт «Проектувати уступ». В вікні налаштувань встановлюються параметри побудови, такі як висота уступу, кут укосу уступу, ширина берми, кількість уступів що будуть побудовані і

вибирається вихідна бровка нижня або верхня (рис 2.15), напрям побудови задається мишою.

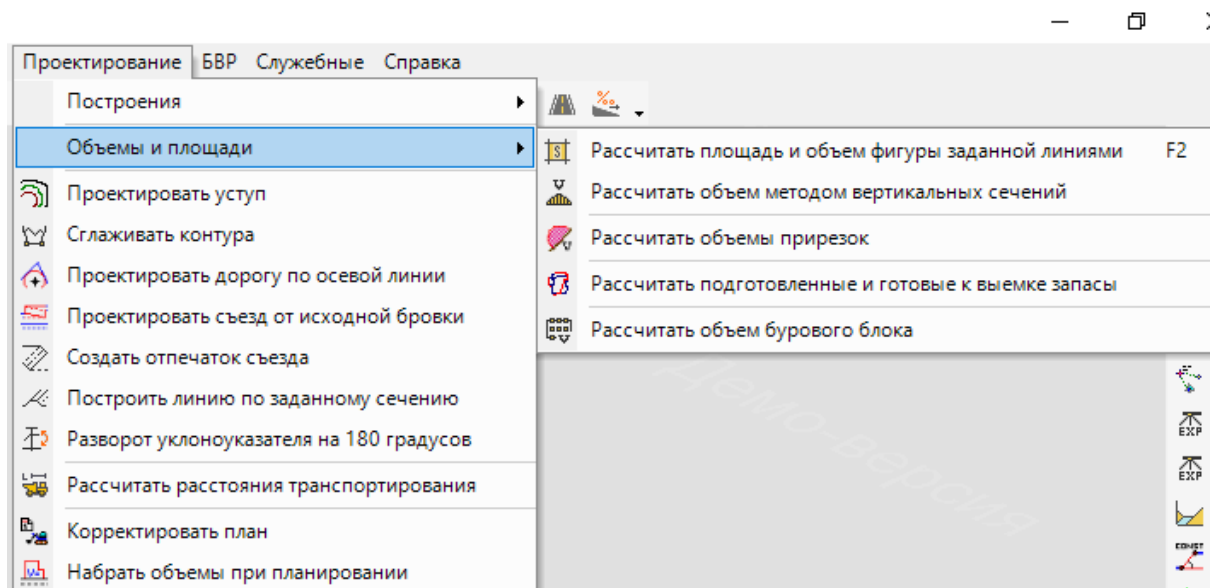


Рисунок 2.14 - Меню гірничого блоку в програмі K-mine

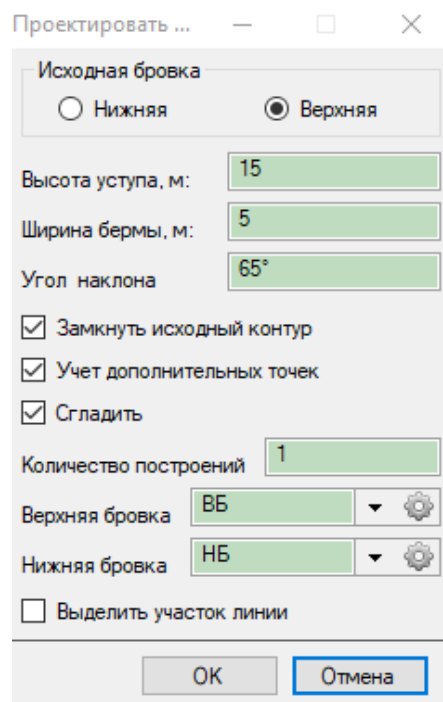


Рисунок 2.15 – Вікно пункті меню «Проектувати уступ».

Після того як був побудований уступ окремо будується з'їзд. Відбудувати з'їзд можливо декількома способами через побудову лінійного об'єкту або через пункт меню «Проектування» де потрібно обрати підпункт «Проектувати з'їзд від вихідної бровки» (рис. 2.16).

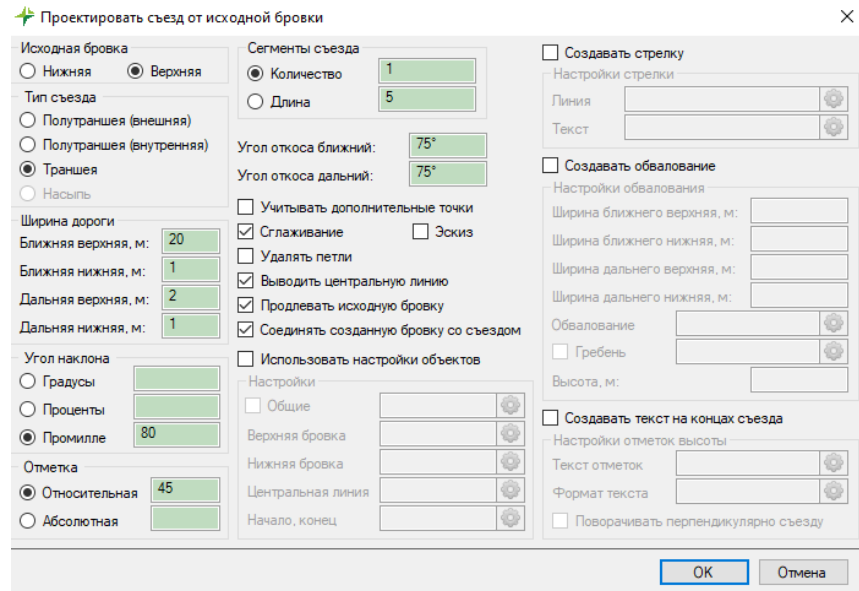


Рисунок 2.16 – Вікно меню «Проектувати з’їзд від вихідної бровки»

Відбудований з’їзд потрібно з’єднати з лініями верхньої і нижньої бровки уступу, шляхом видалення частини цих ліній і об’єднання їх з лініями бровок з’їзду. Так потрібно повторювати цю операцію доки не будуть створення всі потрібні з’їзди для транспортного зв’язку дна кар’єра з поверхнею (рис. 2.17).

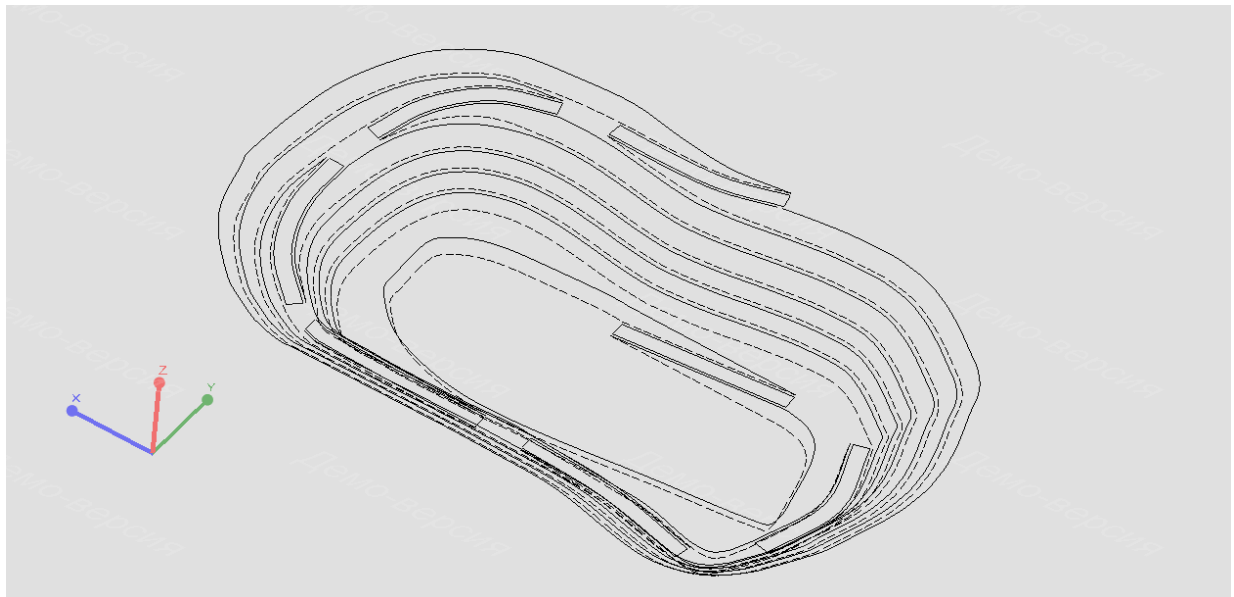


Рисунок 2.17 Кар’єр побудований в геоінформаційній системі K-mine.

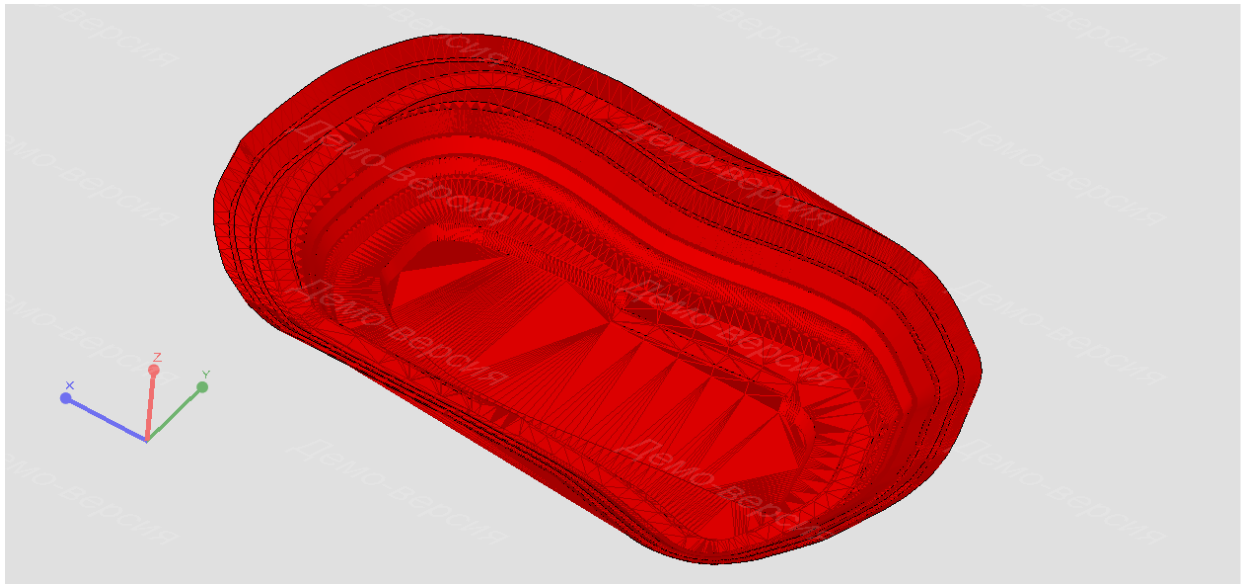


Рисунок 2.18 Каркасна модель кар'єру в ГІС K-mine

Гірничий блок Surpac представлений набором функцій для побудови уступів кар'єру, з'їздів (рис 2.19).

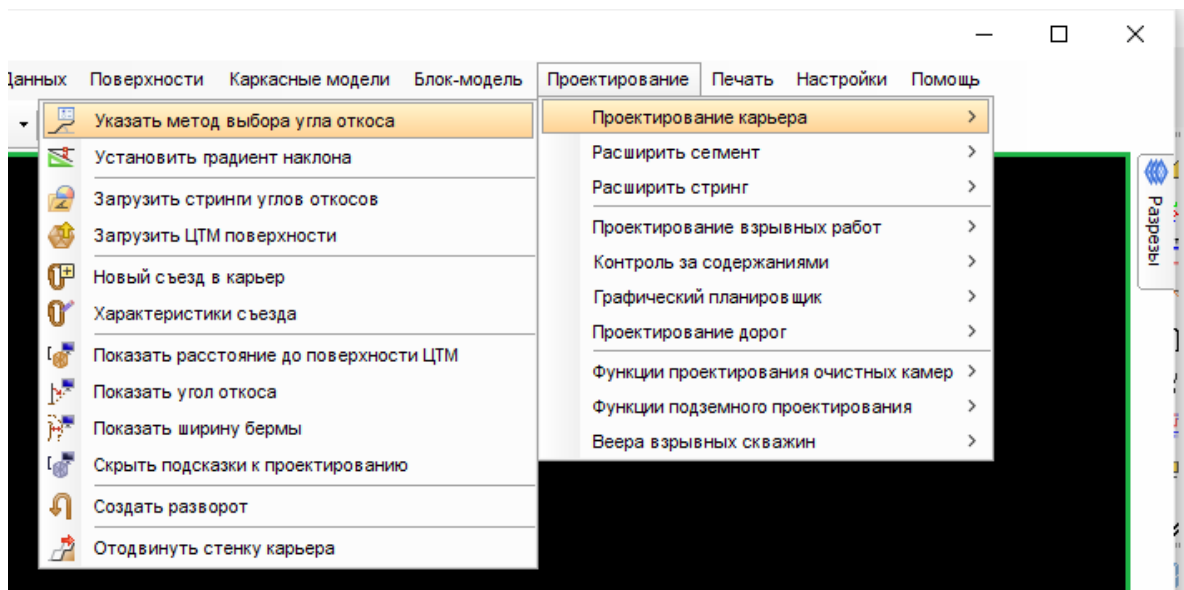


Рисунок 2.19 Гірничий модуль в програмі Surpac

Для відбудови уступу кар'єру потрібно спочатку задати кут укосу кар'єру, для цього потрібно в пункті меню «Проектування кар'єра» в підпункті «Встановити градієнт нахилу» (рис. 2.20). В цьому пункті меню можна встановити різні одиниці виміру укосу уступу в градусах, процентах, і в відношенні 1 до х.

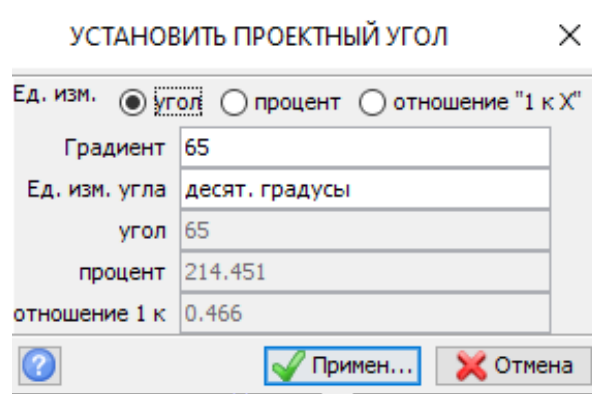


Рисунок 2.20 – Пункт меню «Встановити градієнт нахилу»

Наступним кроком є задання напряму побудови та висоти уступу, для цього потрібно в пункті меню «Проектування» вибрати підпункт «Розширити сегмент» далі вибрати потрібний пункт із запропонованого списку. Для побудови берми потрібно в списку вибрати пункт меню «Розширити по ширині берми» і задати необхідні значення (рис. 2.21).

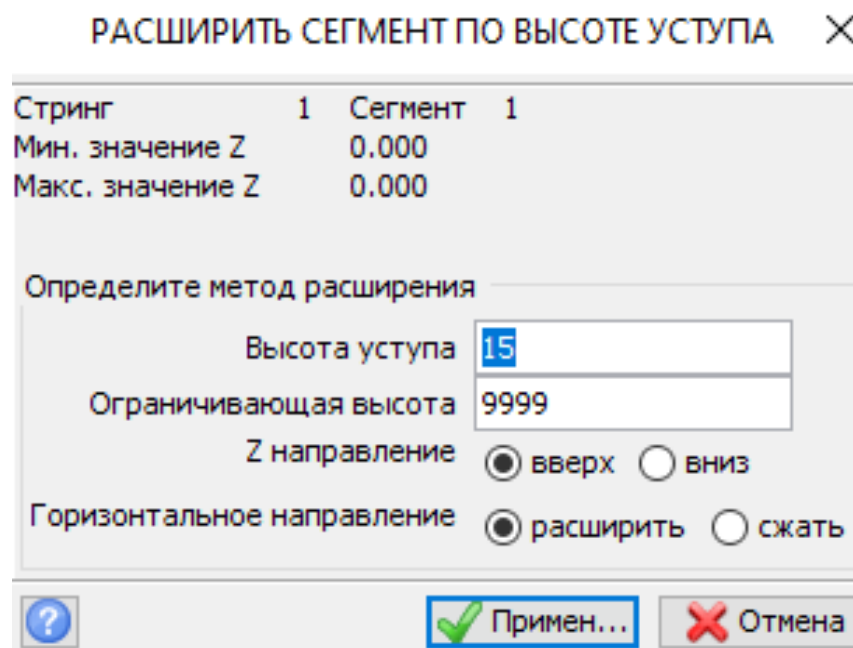


Рисунок 2.21 – Вікно побудови уступу

Для побудови з'їздів в кар'єр обов'язкова умова наявність стрінгу який є початком для відбудови з'їзду. Цей стрінг задає дно кар'єру. Для коректної побудови з'їзду потрібно щоб сегмент стрінгу який показує його ширину відповідав параметрам з'їзду (рис. 2.22)



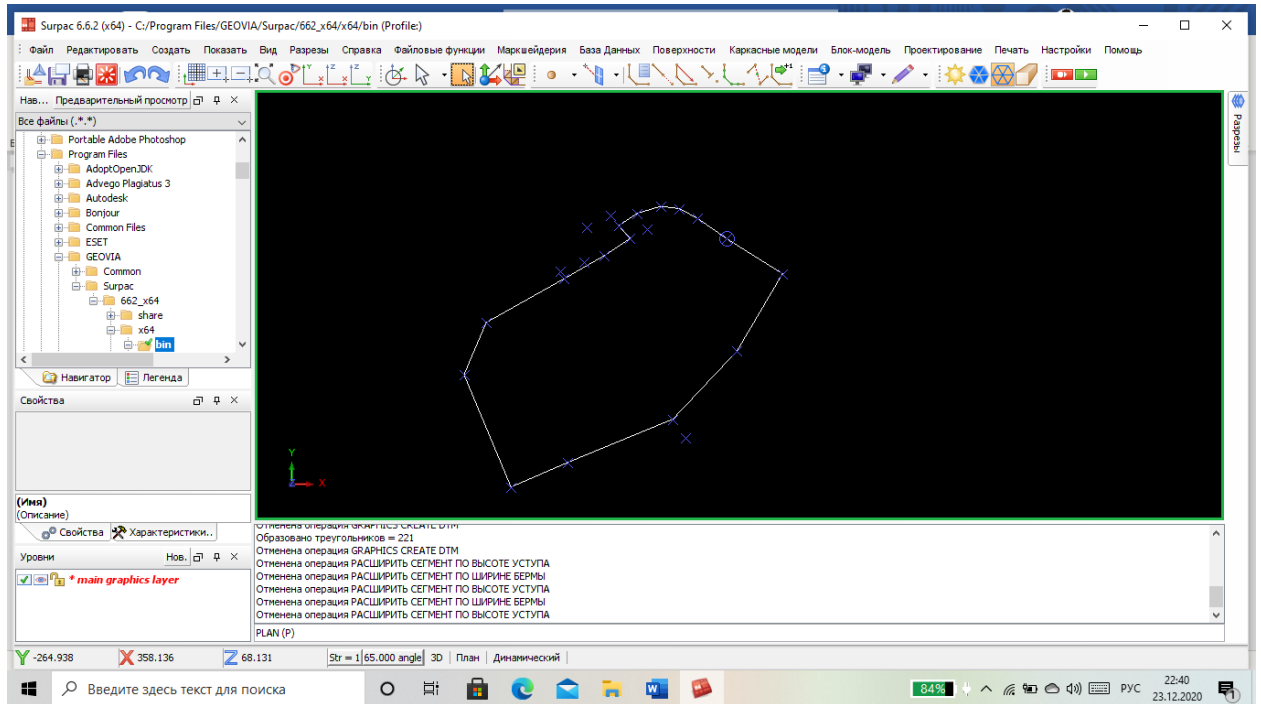


Рисунок 2.22 – Вид стрінгу для побудови кар'єру

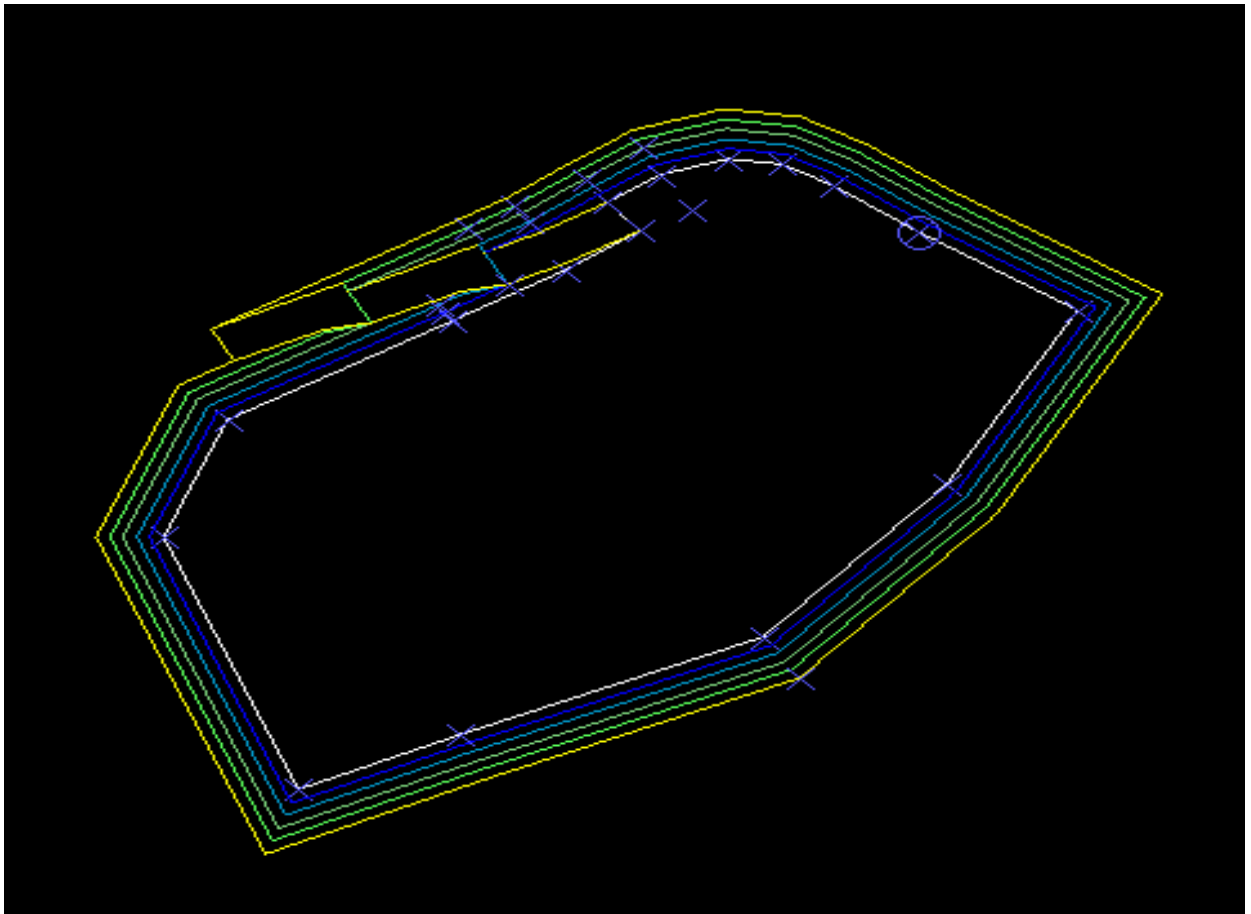


Рисунок 2.23 – Вид кар'єру побудованого за допомогою стрінгів програмному комплексі Surpac

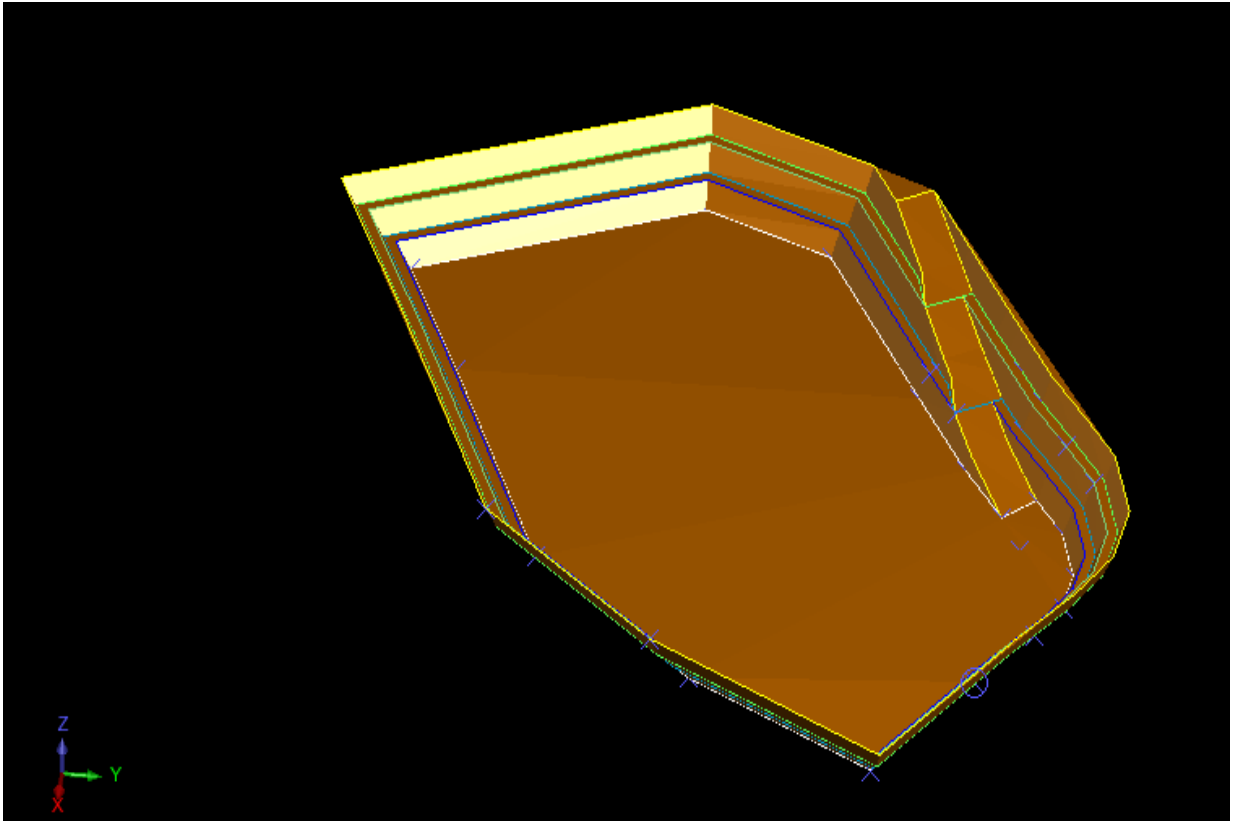


Рисунок 2.24 Каркасна модель кар'єру побудована в програмному комплексі Surpac

На основі побудованих стрінгів що показують верхні та нижні бровки кар'єру є можливість швидко побудувати три вимірний каркас кар'єру .

Гірничий блок в програмному комплексі представлений пунктом меню «Гірничі роботи» в пункті меню знаходяться такі підпункти для створення оптимального контуру кар'єра, експорту та імпорту оптимізації кар'єру, проектування кар'єру (рис. 2.25).

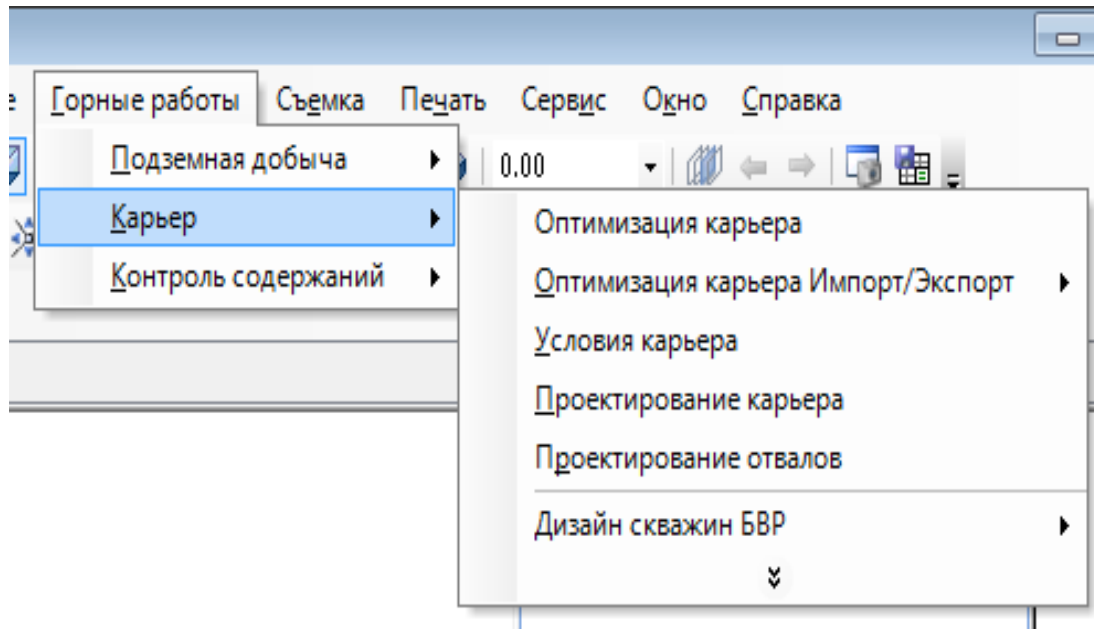


Рисунок 2.25 Пункты меню призначені для проектування кар'єру в програмі Micromine

Для проектування кар'єру необхідно попередньо відкрити вікно «Проектування кар'єру» де задаються такі показники як напрям побудови кар'єру: всередину чи зовні, верх або вниз. Окрім цього задаються параметри гірничих виробок, а саме висота уступу, ширина площадки, кут укосу уступу, також можна задати інтервал ізоліній (рис. 2.26)

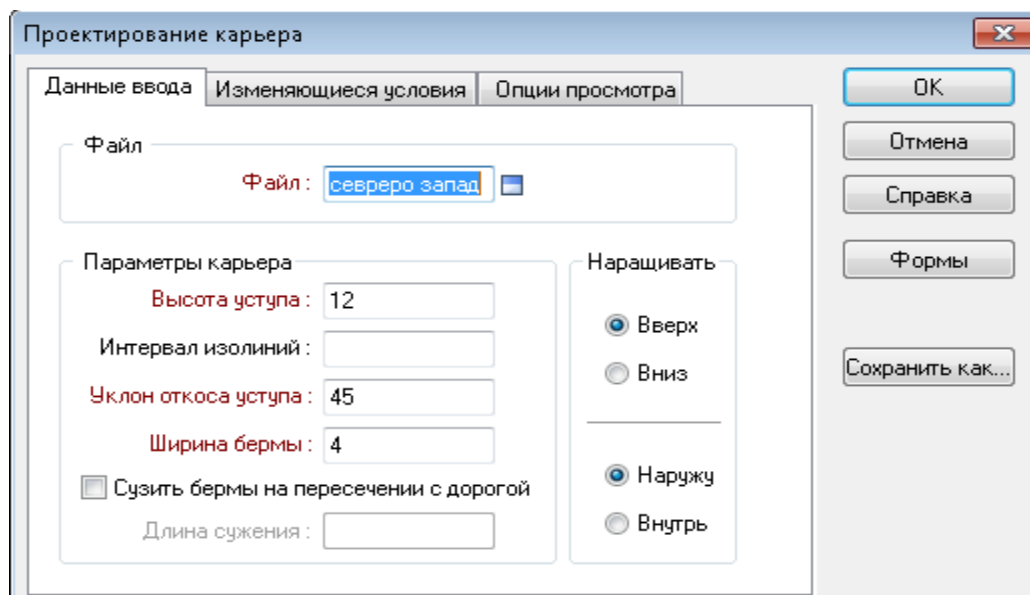


Рисунок 2.26 – Вікно «Проектування кар'єру» в Micromine

Після введення вихідних даних для побудови кар'єру в меню «Набор форм» вибирається функція «Проектування кар'єру» (рис. 2.27). Створюється

полілінія дна або поверхні кар'єру, вказується точка початку дороги, задаються її параметри і в автоматичному режимі відбудовуються уступи, з'їзди, площадки. Під час створення кар'єру є можливість створення окремих з'їзді і площадок (рис. 2.28)

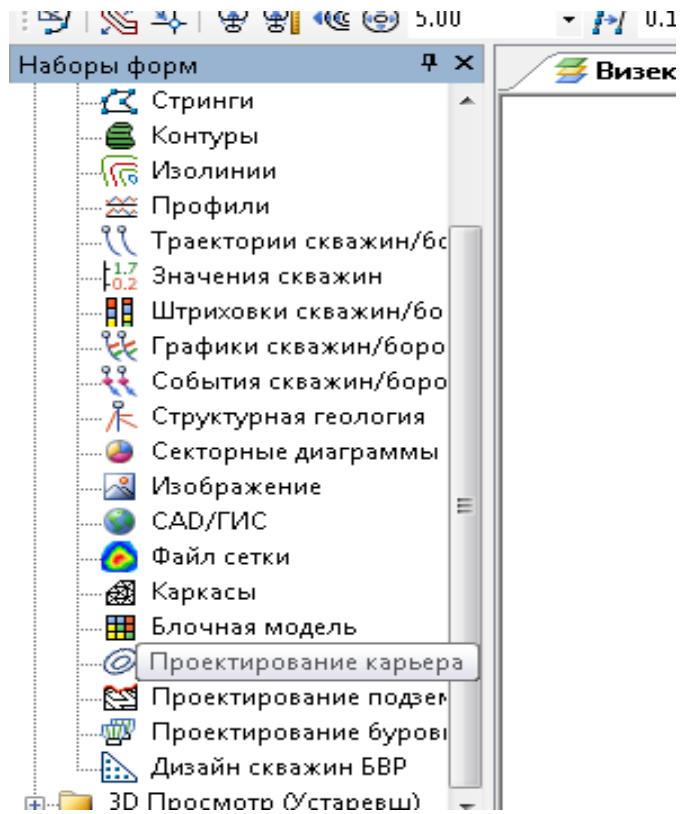


Рисунок 2.27 Меню «Набір форм» в програмі Micromine

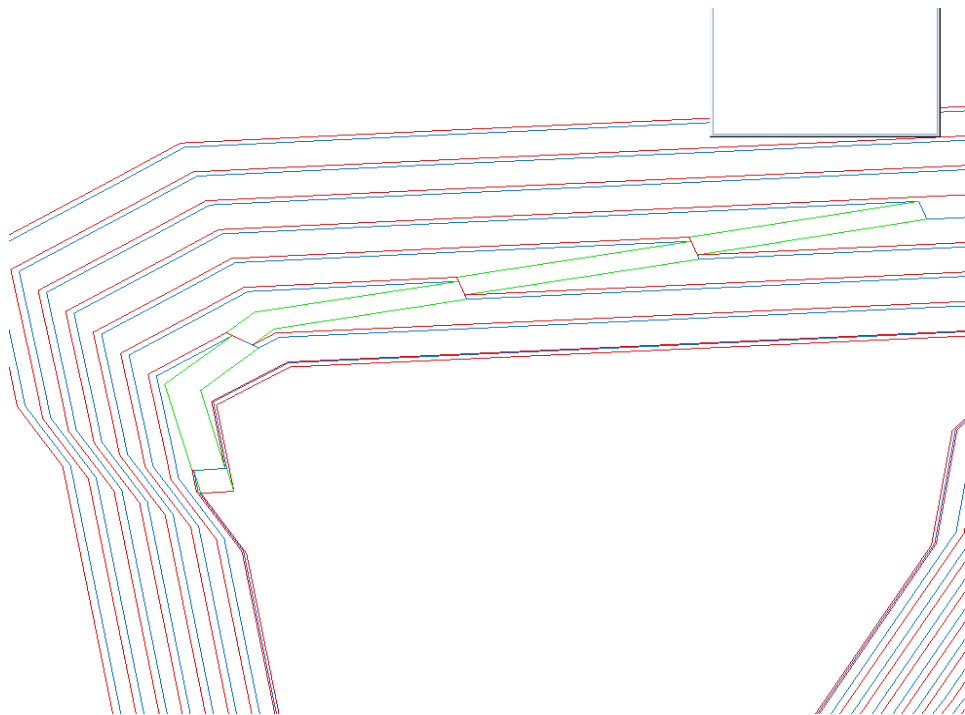


Рисунок 2.28 Відбудований кар'єр в програмі Micromine

## Висновки до розділу 2

Таким чином проаналізувавши інформацію можна отримати такі висновки:

1. Найкраще та найбільш повно реалізований процес геологічного моделювання в геоінформаційній системі Micromine доступна велика кількість інструментів для геологорозвідувальних робіт і проектування кар'єру. Інструменти оптимізації кар'єру що присутні в основній програмі дають можливість найбільш повного використання проектними організаціями.
2. Найбільш гнучко реалізований процес проектування гірничих виробок в геоінформаційній системі K-mine, за рахунок створення окремо з'їздів. З одного боку це дає можливість найбільш гнучко розмістити з'їзд.
3. В програмному комплексі Surpac найзручніше реалізована маркшейдерська частина, геологічна частина, гірничча частина. Недоліком є не можливість оптимізації кар'єру та планування гірничих робіт так як компанія Dassault Systèmes в лінійці свої продуктів має окремі програми Witle, Mineshed для планування гірничих робіт.

## 3 ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПІДХОДУ ДО ВИБОРУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ГІРНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

### 3.1 Можливість використання ГІС при підготовці фахівців за напрямком «Гірництво»

Критерієм на який потрібно звертати увагу при використанні геоінформаційної системи в процесі підготовці фахівців за напрямком «Гірництво», є технічні характеристики персонального комп'ютера. Оскільки всі геоінформаційні системи працюють з великими об'ємами просторових даних і великою кількістю розрахунків цих даних, це має значний вплив на продуктивність роботи персонального комп'ютера. Найбільш ресурсомісткими завданнями є робота з блочними моделями. Наприклад, для найбільш точного відображення даних по родовищу корисної копалини, розмір блоку блочної моделі має бути мінімальним, що може призвести до зміни продуктивності роботи персонального комп'ютера, або повного блокування його роботи. Тому слід дотримуватися мінімальних вимог до продуктивності персонального комп'ютера які встановлює виробник програмного забезпечення.

В табл. 3.1 наведені технічні характеристики до персонального комп'ютера для роботи в геоінформаційній системі K-mine [27].

Таблиця 3.1

Технічні вимоги до персонального комп'ютера при використанні  
геоінформаційної системи K-mine

	Базові вимоги	Рекомендовані вимоги
Кількість ядер центрального процесора	4	8
Частота центрального процесора	2,5 – 3	3,2 і вище

Оперативна пам'ять	8	16 і більше
Відеокарта	Графічний процесор з підтримкою OpenGL 4.0	Графічний процесор з підтримкою OpenGL 4.6
Монітор	1920x1080	3840x2160
Жорсткий диск	500 Мб для програм, і 5 Гб для тимчасових файлів	
Пропускна здатність мережевого каналу зв'язку	Не менше 100 Мбіт/с	
Операційна система	Windows 7, 8, 10	
Додаткове програмне забезпечення	Microsoft .NET Framework 4.0 MS Office 2013, 2016 – 32-х або 64-х версія в залежності від розрядності K-MINE	

В табл. 3.2 наведені системні вимоги до персонального комп'ютера для роботи в геоінформаційній системі Micromine [28].

Таблиця 3.2

Технічні вимоги до персонального комп'ютера при використанні геоінформаційної системи Micromine

	Базові вимоги	Рекомендовані вимоги
Центральний процесор	Intel i3	Intel Core i7 і вище
Оперативна пам'ять	16 Гб	32 Гб або 64 Гб

Відеокарта	NVIDIA або Intel HD 4000-series (1 ГБ і вище)	NVIDIA або ATI (1 ГБ і вище)
Монітор	1920x1080	1920x1080 1920 x 1200
Операційна система	Windows 10 x64	
Додаткове програмне забезпечення	Microsoft Office 2010	

В табл. 3.3 наведені системні вимоги до персонального комп'ютера що висуває розробник геоінформаційної системи Surpac [18].

Таблиця 3.3

Технічні вимоги до персонального комп'ютера при використанні геоінформаційної системи Surpac

	Базові вимоги	Рекомендовані вимоги
Центральний процесор	Intel Core i5	Intel Core i7 і вище
Оперативна пам'ять	16 Гб	32 Гб і більше
Відеокарта	Nvidia GetForce GTX	Nvidia Quadro 2000 і вище
Монітор	1920x1080	1920x1080
Жорсткий диск	Зі швидкість обертання шпинделя не менше 7200 об/хв	Зі швидкість обертання шпинделя не менше 7200 об/хв або SSD
Операційна система	Windows 10 x64	



Додаткове програмне забезпечення	Microsoft Office 2010
----------------------------------	-----------------------

Провівши аналіз таблиць, були зроблені такі висновки:

- найбільше ресурсомістким компонентом персонального комп'ютера є оперативна пам'ять і центральний процесор;
- всі розглянуті геоінформаційні системи працюють лише на операційній системі Microsoft Windows, а для роботи Surpac і Micromine потрібна тільки версія Microsoft Windows 10.

Не останню роль в підготовці підготовки фахівців є наявність навчальних матеріалів в вільному доступі. Це дає змогу у випадку не регулярної практики роботи в програмному забезпеченні швидко поновлювати навички, або отримувати нові знання і сфери застосування програмного забезпечення. На сьогоднішній день меню довідка є обов'язковим при створенні будь якого професійного програмного забезпечення. В загальному випадку меню довідки розміщують останнім пунктом меню.

Практика роботи з програмним забезпеченням різної складності показує що меню довідки корисне для операторів які вже мають навички роботи з цим програмним забезпеченням, у випадку освоєння нового програмного забезпечення користувач може не розуміти сам алгоритм побудови об'єктів, або розрахунку потрібних величин. Якщо, підприємство планує перехід на інше програмне забезпечення, то всі розробники програмного забезпечення що розглядаються в цій роботі надають можливість навчання персоналу самим розробником програми. [24,25,26]

До недавнього часу компанія KAI (Кривбас Академ Інвест) надавала всім бажаючим демонстраційну версію свого програмного продукту K-mine, що дало змогу отримати навички роботи в цій геоінформаційній системі дистанційно. Отримання навичок роботи супроводжувалось з розміщенням на офіційній сторінці розробника програмного забезпечення в YouTube відео уроків і вебінарів з демонстрацією можливостей системи K-mine і алгоритмами побудови об'єктів будь якої складності, та їх розрахунків. [29]

Таким чином спеціаліст який не мав навичок роботи в цьому програмному забезпеченні міг їх отримувати, тим самим підвищувати свій рівень кваліфікації самостійно.

В компанії Micromine також пішли шляхом розміщення записів коротких відео уроків і вебінарів в мережі інтернет а саме на YouTube, є відео на російській і англійській мовах [30]. Ще одним джерелом отримання інформації про алгоритми побудови і розрахунків в програмному забезпеченні Micromine є друковані довідники в вільному доступі по деяким модулям геоінформаційної системи.

На сьогодні компанія Surpac не йде шляхом розміщення записів уроків і вебінарів в мережі інтернет, натомість є декілька зарубіжних каналів що пропонують відео уроки по роботі з модулями геології, та проектування кар'єрів. [31, 32] Для програмного забезпечення Surpac є набір навчальних посібників що були розроблені самою компанією, в них містяться покрокові інструкції зі створення об'єктів, та принципами роботи з ними.

Узагальнюючи викладену інформацію прийшли до таких висновків:

- розміщення демонстраційної версії програми з заборonoю друку звітів або експорту в інші формати, дає можливість отримання нових навичок вже працюючим на підприємстві співробітникам;
- найбільш повну базу вебінарів і навчальних матеріалів в мережі інтернет має програмний комплекс K-mine, наступний по можливості самостійного опанування є Micromine.
- для опанування самостійно базових навичок роботи в геоінформаційній системі Surpac, обов'язковою вимогою є знання англійської мови.

### **3.2 Вибір критерію з оцінки програмного продукту**

При виборі програмного продукту основними критеріями за якими обирається той чи інший програмний продукт є:

- функціональні можливості програмного продукту. Наявність маркшейдерського модуля, геологічного модуля, гірничого модуля, модуля перспективного планування, модуля імпорту та експорту в різних форматах, можливість зв'язку між різними відділами через сервер підприємства;
- можливість навчання персоналу, простота та зрозумілість програмного продукту;
- доступність і ціна програмного продукту окремих модулів;
- наявність офіційного представника на території України та підтримка в офлайн та онлайн;
- продуктивність користувачів при використанні ГІС систем.

Відповідно до визначених критеріїв, згідно з поставленою задачею в роботі розглянуто критерій продуктивності користувачів при використанні ГІС систем.

### **3.3 Аналіз програмних продуктів за обраними критеріями**

В процесі аналізу програмних продуктів ГІС застосовано один з критеріїв а саме продуктивність оператора під час виконання робіт з підготовки геологічної моделі родовища корисних копалин, а також моделювання кар'єру з урахуванням положення родовища, обмежуючих факторів (річки санітарно-захисні зони, ліси, парки і тд.). Геологічний блок є найбільш трудомістким так як потребує внесення даних по геологічним свердловинам. Під час створення геологічної бази даних, багато часу займає процес внесення параметрів стратиграфічних колонок по кожній свердловині. Помилкове внесення не вірних даних може призвести до додаткових витрат часу на пошук і виправлення останніх.

Створення геологічної бази є монотонною працею. Під час виконання цієї праці оператор застосовуючи комп'ютер здійснює введення даних. В

залежності від складності геологічного об'єкту (родовища) витрачається значна частина часу. Після введення даних потрібно перевірити їх для подальшого використання. В деяких програмних ГІС продуктах є автоматична перевірка бази даних. Наприклад, в програмі Micromine є база даних-свердловини перевіряється глибина свердловини, що має географічні координати з глибиною стратиграфічної колонки.

Під час аналізу робочого часу на створення каркасної моделі враховується час на створення поліній або стрингів якими позначаються контури стратиграфічних шарів. Після побудови замкнутих контурів відбувається створення каркасної моделі родовища корисних копалин.

Побудова каркасної моделі дозволяє в подальшому створити в її межах блочну модель. Швидкість створення блочної моделі залежить від розмірів блоку. Чим менше блок тим точніше буде розрахунок об'ємів порід що входять до родовища корисних копалин, зменшення розміру блоку в свою чергу призводить до збільшення часу на побудову блочної моделі.

Проектування кар'єру є творчим процесом який не можливо повністю автоматизувати. Деякі програмні ГІС продукти мають вбудовані алгоритми побудови кар'єру. Однак ці системи не враховують:

- місця закладання гірничо капітальних виробок з урахуванням місцевості та розміщення комунікацій з збагачувальним комплексом;
- наявність санітарно захисних зон;
- розміщення населених пунктів та їх межі.

Під час проектування кар'єру врахування цих обмежень здійснює безпосередньо оператор, що призводить до збільшення часу на побудову гірничих виробок. Проектування кар'єру може здійснюватися з урахуванням дна кар'єру з відбудовою виробок вгору, або якщо відомі межі кар'єру по поверхні вниз до пересічення з нижньою частиною віртуального геологічного тіла, або визначеної нижньої відмітки горизонту майбутнього кар'єру.

В процесі аналізу витрат часу на проведення робіт з побудови геологічного родовища корисної копалини були розглянуті три ГІС системи а саме K-mine, Micromine, Surpac. Для аналізу були обрані родовища за розмірами:

- малі (100x500x45 м.);
- середні (700x800x100 м.);
- великі (більше 1500x1500x300 м).

Були виявлені такі закономірності. При збільшенні розмірів родовища збільшується час на створення бази даних, побудови каркасу і блочної моделі родовища, що в свою чергу впливає на час проектування кар'єрного простору.

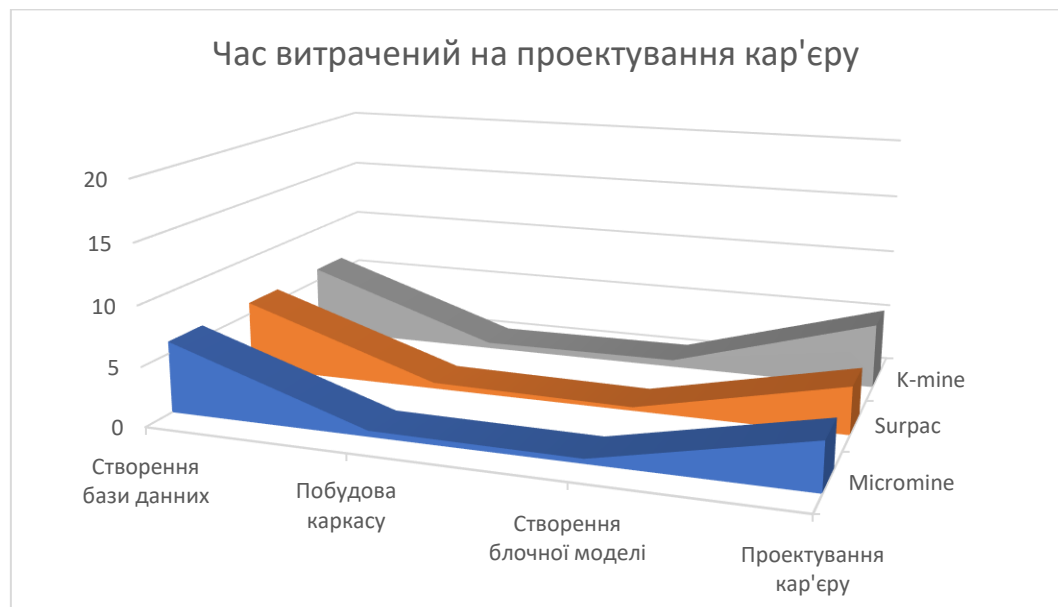


Рисунок 3.1. - Розподіл часу (діб) при проектуванні родовища і кар'єру в залежності від програмного комплексу, що застосовується

Як видно з рис. 3.1 найбільше часу витрачається на створення бази даних та проектування кар'єру. Найменше часу потребує побудова каркасу та блочної моделі. Однак, треба зауважити що відбудова блочної моделі залежить від розмірів родовища і окремого прийнятого блоку, при цьому треба враховувати швидкість обробки інформації робочою станцією (комп'ютером).

Порівняння програмного забезпечення показує (чому збільшення зменшення в якому процесі на скільки і чому в відсотках)

Якщо робити аналіз різних за розмірами родовищ то можна зробити наступні висновки:

- загальний час на побудову віртуального родовища та кар'єру збільшується при збільшенні розмірів покладів;
- використання програмного забезпечення дозволяє зменшити час на побудову маркшейдерських і геологічних вертикальних і горизонтальних розрізів;
- зменшення часу на визначення і підрахунок запасів корисної копалини взагалі та при поточному плануванні гірничих робіт.

Наведені раніше типи родовищ були проаналізовані на час їх відбудови та проектування кар'єрів. Загальний час при застосуванні програмних продуктів K-mine, Micromine, Surpac наведений на рисунку 3.2

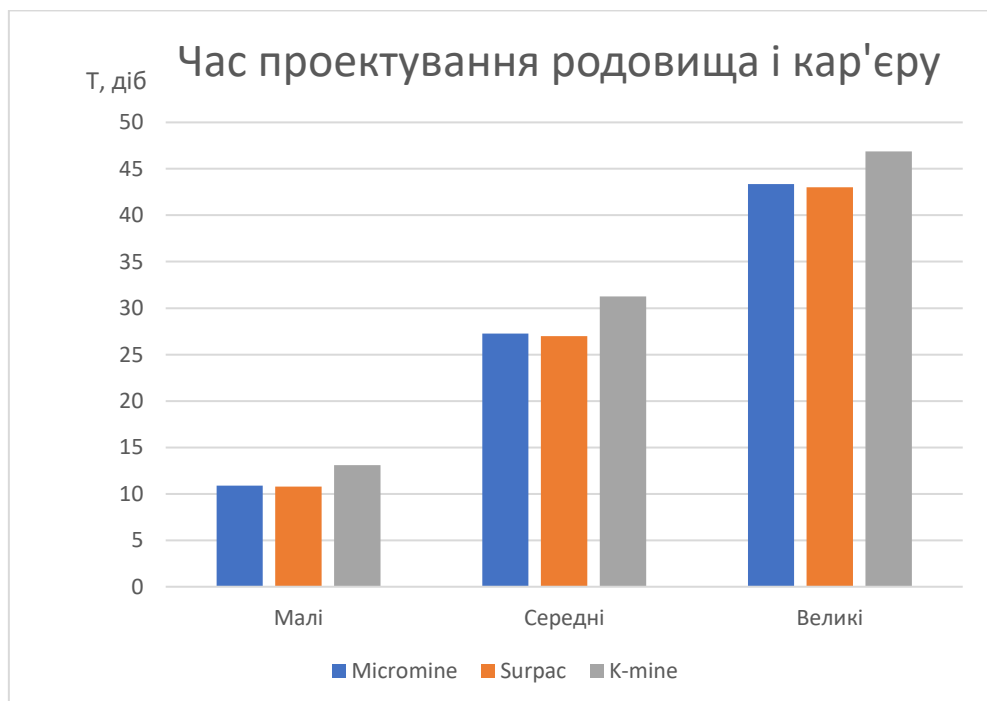


Рисунок 3.2 – Витрати часу на проектування кар'єру

Як видно з рис. 3.2 найбільше часу займає проектування за допомогою програмного продукту K-mine. Це пов'язано з трудомістким процесом створення з'їздів, що в інших геоінформаційних системах автоматизовано.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

Основні вимоги щодо правил безпеки прописані в НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин» [33]

### 4.1. Основні положення

1.1. Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі безпечні умови праці відповідно до вимог Закону України "Про охорону праці", а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

1.2. Гірниче підприємство при проведенні гірничих робіт відповідно до Гірничого Закону України повинно мати:

спеціальний дозвіл на користування надрами;

акт про надання гірничого відводу;

технічний проект розробки родовища корисних копалин, затверджений і погоджений в установленому порядку;

геолого-маркшейдерську, технічну та обліково-контрольну документацію (календарні плани розвитку гірничих робіт, проекти, паспорти, схеми).

У разі зміни гірничо-геологічних умов технічний проект розробки родовища корисних копалин необхідно переглядати, але кожного разу він повинен охоплювати весь період до кінця розробки родовища до проектної глибини та проектного контуру родовища.

Відхилення від проекту необхідно узгоджувати з проектною організацією.

1.3. Програми і проекти будівництва підлягають комплексній державній експертизі відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 31.10.2007 № 1269 "Про порядок затвердження інвестиційних програм і проектів будівництва та проведення їх державної експертизи".

Проектна документація на будівництво (реконструкцію та технічне переоснащення) об'єктів гірничих робіт відповідно до Положення про порядок державної експертизи (перевірки) проектної документації на будівництво та реконструкцію виробничих об'єктів і виготовлення засобів виробництва на



відповідність їх нормативним актам про охорону праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.06.94 № 431, підлягає обов'язковій державній експертизі. Відповідний висновок є складовою частиною висновку комплексної державної експертизи.

Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва (виготовлення) або реконструкції, капітального ремонту, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

1.4. Експертиза проектів, реєстрація, огляди, випробування виробничих об'єктів здійснюються за Методикою проведення державної експертизи (перевірки) проектної документації на будівництво (реконструкцію, технічне переоснащення) виробничих об'єктів і виготовлення засобів виробництва на відповідність їх нормативним актам про охорону праці, затвердженою наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 30.09.94 № 95, зареєстрованою в Міністерстві юстиції України 20.02.95 за № 44/580 (НПАОП 0.00-7.03-94).

1.5. Склад проектної документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт і технічне переоснащення регламентується Державними будівельними нормами України "Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва" (ДБН А.2.2-3-2004), затвердженими наказом Державного комітету України з будівництва та архітектури від 20.01.2004 № 8.

1.6. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом гірничих об'єктів, а також промислових об'єктів і споруд, які вводяться в роботу на діючих гірничих підприємствах, здійснюється відповідно до вимог Порядку прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 08.10.2008 № 923 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 20.05.2009 № 534).

На закінченому будівництвом об'єкті виробничого призначення повинні бути виконані всі передбачені проектною документацією роботи, змонтоване

і випробуване обладнання, а також створено безпечні умови для роботи працівників та перебування людей.

Експлуатація закінчених будівництвом об'єктів, що не відповідають проектній документації, державним будівельним нормам, стандартам і правилам, забороняється.

1.7. Експлуатація будівель, споруд та інженерних мереж об'єктів гірничого підприємства повинна здійснюватися відповідно до вимог Правил обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд, затверджених наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України і Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 27.11.97 № 32/288, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 06.07.98 за № 423/2863 (НПАОП 45.2-1.01-98), і Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд, затвердженого наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України і Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 27.11.97 № 32/288, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 06.07.98 за № 424/2864 (НПАОП 45.2-4.01-98).

1.8. Гірниче підприємство, яке має намір розпочати (продовжити) виконання роботи підвищеної небезпеки або експлуатацію об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки за переліками відповідно до Порядку видачі дозволів Державним комітетом з нагляду за охороною праці та його територіальними органами, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 15.10.2003 № 1631, повинно одержати відповідний дозвіл.

1.9. Усі гірничі підприємства незалежно від форм власності в період їх будівництва, реконструкції, експлуатації, ліквідації або консервації обслуговуються державними воєнізованими аварійно-рятувальними службами (формуваннями) відповідно до Гірничого Закону України.

1.10. На кожному кар'єрі з видобутку залізної, марганцевої і сірчаної руд, солей калійних добрив, флюсо-доломітів, нерудних будівельних матеріалів продуктивністю понад 50 тис. м<sup>3</sup> гірничої маси на рік, на хвостосховищі,

шламонакопичувачі, дразі, земснаряді, а також гірничому підприємстві, яке проводить вибухові роботи, повинен бути складений план ліквідації аварій.

1.11. На гірничому підприємстві розробляється план ліквідації аварій згідно з вимогами Інструкції зі складання планів ліквідації аварій для кар'єрів (розрізів) та збагачувальних (брикетних) фабрик, затвердженої наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 31.03.2003 № 87, зареєстрованої в Міністерстві юстиції України 22.04.2003 за № 321/7642.

1.12. Вибухові роботи на об'єктах відкритих гірничих робіт необхідно здійснювати згідно з вимогами законодавства.

1.13. Організація розслідування і ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на гірничому підприємстві здійснюються згідно з вимогами Порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 № 1112.

1.14. Згідно з Переліком робіт з підвищеною небезпекою, затвердженим наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 232/10512 (далі - НПАОП 0.00-8.24-05), з урахуванням специфіки виробництва роботодавцем розробляється і затверджується відповідний перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких потрібні спеціальне навчання працівників і щорічна перевірка знань з питань охорони праці. Всі роботи з підвищеною небезпекою проводяться тільки за письмовим нарядом.

## **4.2. Вимоги до працівників**

2.1. Проведення медичних оглядів працівників здійснюється відповідно до вимог Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 № 246, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23.07.2007 за № 846/14113.

Проходження на підприємстві передрейсового медичного огляду для водіїв технологічних транспортних засобів здійснюється відповідно до Положення про медичний огляд кандидатів у водії та водіїв транспортних засобів, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України, Міністерством внутрішніх справ України від 05.06.2000 № 124/345, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 18.07.2000 за № 435/4656.

2.2. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників здійснюються відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511 (далі - НПАОП 0.00-4.12-05).

2.3. Інструкції підприємства з охорони праці розробляються відповідно до вимог Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 29.01.98 № 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.04.98 за № 226/2666 (далі - НПАОП 0.00-4.15-98).

2.4. Технологічні інструкції (технологічні карти, паспорти) розробляються на підприємстві відповідно до Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 21.12.93 № 132, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.02.94 за № 20/229 (НПАОП 0.00-6.03-93). Вони повинні містити вимоги, дотримання яких забезпечить безпечне для працівників ведення технологічних процесів і робіт згідно з ГОСТ 3.1120-83 "ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации".

2.5. Забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту здійснюється відповідно до вимог Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту,

затвердженого наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 24.03.2008 № 53, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 21.05.2008 за № 446/15137 (НПАОП 0.00-4.01-08).

2.6. Видача спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам здійснюється відповідно до вимог Норм безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів спеціального захисту працівникам гірничодобувної промисловості, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 21.08.2008 № 184, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10.09.2008 за № 832/15523 (НПАОП 0.00-3.10-08).

2.7. До управління та обслуговування гірничих і транспортних машин допускаються працівники, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли навчання з питань охорони праці згідно з НПАОП 0.00-4.12-05 та отримали відповідне посвідчення на право керування гірничою або транспортною машиною.

2.8. На проведення робіт підвищеної небезпеки, зазначених у НПАОП 0.00-8.24-05, необхідно видавати письмові наряди.

2.9. Кожне робоче місце перед початком роботи або протягом зміни повинно бути оглянуте посадовою особою, в обов'язки якої покладено здійснення контролю за безпечним веденням робіт, або за її дорученням уповноваженим працівником, а протягом доби - одним з керівників, які повинні не допускати проведення робіт у разі виявлення порушень вимог з охорони та безпеки праці, крім робіт, які виконуються за нарядом щодо усунення цих порушень.

2.10. Кожний працівник до початку роботи повинен переконатись у безпечному стані свого робочого місця, перевірити справність запобіжних пристроїв, інструментів, механізмів, необхідних для виконання роботи.

У разі виявлення порушень безпечного стану робочого місця, які він сам не може ліквідувати, працівник, не починаючи роботи, повинен повідомити

про них посадову особу, в обов'язки якої покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт.

Не дозволяється відпочивати безпосередньо у вибоях і біля укосів, у небезпечній зоні працюючих механізмів, на транспортних шляхах, устаткуванні.

2.11. Перед пуском механізмів і початком руху машин, залізничних поїздів (вагонів) або автомобілів машиніст (водій) повинен переконатись у безпеці членів бригади та осіб, що перебувають поруч, відсутності перешкод і техніки на шляху руху транспорту, обов'язково подавати звукові та світлові сигнали, призначення яких усі працівники повинні знати. При цьому необхідно забезпечити чутність (видимість) сигналів для всіх працівників у межах небезпечної зони дії машин, механізмів.

Машиніст (водій) повинен сприймати як сигнал "Стоп" кожний неправильно поданий або незрозумілий для нього сигнал.

Таблиця сигналів повинна бути вивішена на працюючому механізмі або поблизу від нього.

2.12. Кожний працівник на гірничому підприємстві, помітивши небезпеку, що загрожує працівникам або підприємству (несправність залізничних колій, машин, механізмів, електромереж, ознаки можливих зсувів, обвалів уступів, виникнення пожеж), зобов'язаний одночасно із вжиттям заходів щодо її усунення повідомити про це посадову особу, в обов'язки якої покладено здійснення контролю за безпечним веденням робіт, а також попередити працівників, яким загрожує небезпека.

### **4.3 Пожежна безпека**

1. Кожний керівник гірничого підприємства або уповноважена ним особа зобов'язані забезпечити пожежну безпеку на підприємстві відповідно до Закону України "Про пожежну безпеку".

2. На всіх гірничих підприємствах, що експлуатуються, будуються або знаходяться на реконструкції, необхідно здійснювати протипожежні заходи, що запобігають виникненню пожеж, а у разі їх виникнення забезпечують

локалізацію та ліквідацію пожеж на початковій стадії, відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 19.10.2004 № 126, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 04.11.2004 за № 1410/10009 (НАПБ А.01.001-2004).

3. Для всіх працівників при прийнятті на роботу і за місцем роботи необхідно забезпечити проходження інструктажів з пожежної безпеки відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 № 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за № 1148/8469.

4. Для запобігання випадкам забруднення атмосфери кар'єрів газами у разі займання горючих копалин, які розробляються, необхідно систематично вживати профілактичних протипожежних заходів, а якщо виникла пожежа - негайних заходів з її ліквідації.

5. Під час виникнення пожежі усі роботи на ділянках гірничого підприємства, атмосфера яких забруднена продуктами горіння, необхідно припинити, за винятком робіт, пов'язаних з ліквідацією пожежі.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розглянуті раціональні способи з вибору програмного продукту та обґрунтовано критерії при виборі геоінформаційних систем в умовах діючих гірничих підприємств України.

Основні висновки полягають в наступному:

1. Найкраще та найбільш повно реалізований процес геологічного моделювання в геоінформаційній системі Micromine, де доступна велика кількість інструментів для геологорозвідувальних робіт і проектування кар'єру. Інструменти оптимізації кар'єру що присутні в основній програмі дають можливість найбільш повного використання проектними організаціями.
2. Найбільш гнучко реалізований процес проектування гірничих виробок в геоінформаційній системі K-mine, за рахунок створення окремо з'їздів. З одного боку це дає можливість найбільш гнучко розмістити з'їзд.
3. В програмному комплексі Surpac найзручніше реалізована маркшейдерська частина, геологічна частина, гірничча частина. Недоліком є не можливість оптимізації кар'єру та планування гірничих робіт так як компанія Dassault Systèmes в лінійці свої продуктів має окремі програми Witle, Mineshed для планування гірничих робіт.
4. Для вибору раціональної ГІС системи були визначенні основні критерії. Відповідно до визначених критеріїв, згідно з поставленою задачею в роботі розглянуто критерій продуктивності користувачів при використанні ГІС систем. Загальний час на побудову віртуального родовища та кар'єру збільшується при збільшенні розмірів покладів;
5. Використання програмного забезпечення дозволяє зменшити час на побудову маркшейдерських і геологічних вертикальних і горизонтальних розрізів;
6. Зменшення часу на визначення і підрахунок запасів корисної копалини взагалі та при поточному плануванні гірничих робіт.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електронне посилання: <http://zrda.org/articles/491.html> Геоінформаційні системи, діджиталізація та управління активами громади (zrda.org)
2. Електронне посилання: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Геоінформаційна\\_система](https://uk.wikipedia.org/wiki/Геоінформаційна_система) Геоінформаційна система — Вікіпедія (wikipedia.org)
3. Електронне посилання: <https://gis.kname.edu.ua/index.php/uk/prokafedru/gis/yak-pratsyue-gis> Як працює ГІС (kname.edu.ua)
4. Електронне посилання: <https://studfile.net/preview/5377091/page:17/> Зацерковний В.І. та ін. ГІС та бази даних - Стр 17 (studfile.net)
5. Електронне посилання: [https://geoknigi.com/book\\_view.php?id=641](https://geoknigi.com/book_view.php?id=641) Класифікація сучасних ГІС (geoknigi.com)
6. Електронне посилання: <http://www.novaecologia.org/voecos-2373-1.html> Класифікація ГІС :: Геоінформаційні системи як системи вивчення, аналізу та оцінки впливу екологічних факторів на навколишнє середовище :: Екологія і побут | Нова Екологія (novaecologia.org)
7. СклярOVA Т. Історія розвитку геоінформаційних систем / Т. СклярOVA, О. Палка // ІМСТ, 11-12 грудня 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 98.
8. Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник / Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсеєв В.Ф/.– Чернівці:, 2012.– 273с.
9. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.
10. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. Издание: Недрa, Санкт-Петербург, 2002 г., 424 стр.
11. РОЗРОБКА ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА В ГАЛУЗІ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ Оржинська М.С.
12. Я. В. Левченко / Україна / ГРАФІЧНИЙ РЕДАКТОР PİCASA: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ
13. Обґрунтування вибору систем керування базою даних та управління контентом при створенні web-сайту / В. О. Сацик, О. М. Решетило, О. В. Сацик // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука,

- виробництво. - 2013. - № 13. - С. 57-65. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kitonv\\_2013\\_13\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kitonv_2013_13_12)
14. Электронные ссылки: <https://www.dataminesoftware.com/ru/o-kompanii-datamine/> О компании Datamine - Datamine (dataminesoftware.com)
  15. Электронные ссылки: <https://www.micromine.ru/about-micromine/> About Us - MICROMINE Россия
  16. Электронные ссылки: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Dassault\\_Systèmes](https://uk.wikipedia.org/wiki/Dassault_Systèmes) Dassault Systèmes — Вікіпедія (wikipedia.org)
  17. Электронные ссылки: <https://www.micromine.ru/micromine-mining-software/> Micromine - Программа для 3D-моделирования месторождений
  18. Электронные ссылки: <https://www.3ds.com/ru/produkty-i-uslugi/geovia/produkty/surpac/> GEOVIA Surpac | Геология и планирование горных работ — Dassault Systèmes® (3ds.com)
  19. Грязнова, О. В. Определение оптимальной границы карьера с использованием ГИС / О. В. Грязнова ; науч. рук. Х. А. Юсупов // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : сборник материалов 15-ой Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, 29–30 октября 2019 г., Минск – Тула – Донецк : в 4 т. / ред. И. А. Басалай ; Белорусский национальный технический университет, Тульский государственный университет, Донецкий национальный технический университет. – Минск : БНТУ, 2019. – Т. 3. – С. 42-47.
  20. Электронные ссылки: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/123/6334/> Алгоритм Лерча — Гроссмана и его реализация на центральном и графическом процессорах | Статья в сборнике международной научной конференции (moluch.ru)
  21. Электронные ссылки: <https://www.youtube.com/watch?v=eCxЕaWR03Oc&t=780s> (34) Оптимизация контуров карьера в Micromine - YouTube
  22. Электронные ссылки: <https://k-mine.com/ru/> K-Mine: программа для инженерно-геологических изысканий, автоматизации горного производства и работ (k-mine.com)
  23. Электронные ссылки: <https://uk.wikipedia.org/wiki/K-MINE> K-MINE — Вікіпедія (wikipedia.org)
  24. Электронные ссылки: <https://www.3ds.com/ru/obuchenie/> Услуги обучения и сертификации - Дассо Систем (3ds.com)

- 25.Електронне посилання: <https://www.micromine.ru/training-courses/>  
Обучение - MICROMINE Россия
- 26.Електронне посилання: <https://kai.ua/uk/services/implementation-and-support/> КАІ - Впровадження. Навчання. Технічна підтримка.
- 27.Електронне посилання: <https://kai.ua/uk/products/k-mine/> К-MINE - Програмний комплекс для геологів, маркшейдерів і гірничих інженерів (kai.ua)
- 28.Електронне посилання: <https://www.micromine.ru/micromine-mining-software/tech-info/> Micromine Tech Info - MICROMINE Россия
- 29.Електронне посилання: <https://www.youtube.com/channel/UCKvvjnsnBD BZNEmTQitcqtg> (34) К-MINE - YouTube
- 30.Електронне посилання: <https://www.youtube.com/channel/UCHSSvi79fCu 6GuCytacPDCA> (34) MICROMINE Russia - YouTube
- 31.Електронне посилання: [https://www.youtube.com/channel/UCV05pB8jvS ZBCZMMul\\_wfRg](https://www.youtube.com/channel/UCV05pB8jvS ZBCZMMul_wfRg) (34) Kobby Ash Villi - YouTube
- 32.Електронне посилання: [https://www.youtube.com/watch?v=gEJ1tHS54M &list=PLD\\_xpK5vtYEoNadU\\_o8kj5rNOtnspomc-](https://www.youtube.com/watch?v=gEJ1tHS54M &list=PLD_xpK5vtYEoNadU_o8kj5rNOtnspomc-) (34) Surpac Pit Design Tutorial 01 - YouTube
- 33.НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин»

*Додаток А*

Відгук керівника кваліфікаційної роботи магістра  
студента групи 184м-19-8 ІІІ Сливенко Максима Миколайовича  
на тему: «Обґрунтування раціонального підходу до вибору геоінформаційної  
системи на гірничому підприємстві».

