

Міністерство освіти і науки України  
Криворізький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації, комп'ютерних наук і технологій

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття ступеня вищої освіти – магістр  
за освітньо-професійною програмою  
«Комп'ютерні науки»  
зі спеціальності  
122 – Комп'ютерні науки

Тема роботи:

«Розробка інформаційно-аналітичної системи вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд»

Виконав студент гр. КН-23м \_\_\_\_\_ Зозуля В.В.

Керівник \_\_\_\_\_ Попов С. О.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Маринич І. А.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Рубан С. А.

Кривий Ріг – 2024

# КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: інформаційних технологій

Кафедра: автоматизації, комп'ютерних наук і технологій

Ступінь вищої освіти: Магістр

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедрою: к.т.н. С.А. Рубан

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентові групи КН-23м Зозулі Владиславу Віталійовичу

**1. Тема кваліфікаційної роботи:** *«Розробка інформаційно-аналітичної системи вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд»*

затверджено наказом по університету № 594с від 04.07.2024 р.

**2. Термін здачі кваліфікаційної роботи:** 01.12.2024 р.

**3. Склад кваліфікаційної роботи:** Пояснювальна записка обсягом 86 с., додатки, презентація у Microsoft PowerPoint (18 слайдів) в електронному та друкованому вигляді

**4. Консультанти кваліфікаційної роботи:**

Розділ 1-2

проф. Попов С.О.

Нормоконтроль

доц. Маринич І. А.

## 5. Календарний план:

№	Етапи роботи	Термін виконання
1	<i>Вступ</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	
4	<i>Висновки і рекомендації</i>	
5	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	
6	<i>Підготовка презентації та графічного матеріалу</i>	
7	<i>Підготовка доповіді до захисту</i>	

6. Дата видачі завдання: 05.07.2024р.

Керівник \_\_\_\_\_ / С.О. Попов /

7. Запевнення: Я, Зозуля Владислав Віталійович, запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про академічну доброчесність Криворізького національного університету ознайомлений.

Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі умисних порушень робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Студент \_\_\_\_\_ / В.В. Зозуля/

## АНОТАЦІЯ

Зозуля В. В. Розробка інформаційно-аналітичної системи вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти – магістр, за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки. Криворізький національний університет, Кривий Ріг, 2024.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 25 джерел та додатків.

Загальний обсяг роботи становить 70 сторінок, з яких основний зміст роботи викладено на 64 сторінках, включає 4 таблиці і 13 рисунків.

*Актуальність роботи* обумовлена складністю вибору технологічних схем підземної розробки запасів добувних блоків, результати застосування яких залежать від багатьох фактів різного походження і характеру дії.

*Об'єкт роботи* – інформаційно-аналітична система вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд.

*Мета роботи* – розроблення інформаційної системи вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд.

*Методи застосовані в роботі* – огляд і аналіз і узагальнення літературних джерел з теми роботи, методи побудови алгоритмічних основ розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем обробки інформації, методи тестування програмного забезпечення.

Ключові слова:

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА, ВИБІР, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ, ДОБУВНИЙ БЛОК, ПІДЗЕМНА РОЗРОБКА, РОДОВИЩЕ, ЗАЛІЗНІ РУДИ.

## ANNOTATION

Zozulia V. V. Development of an Information and Analytical System for Selecting the Optimal Technological Scheme for Mining Block Reserves in Underground Iron Ore Deposit Development.

Qualification thesis for obtaining the master's degree in the educational and professional program "Computer Science" under specialty 122 – Computer Science. – Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, 2024.

The work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references containing 25 sources, and appendices. The total volume of the work is 70 pages, with the main content presented on 64 pages, including 4 tables and 13 figures.

The relevance of the study is determined by the complexity of selecting technological schemes for underground mining of block reserves, as the results of their application depend on various factors of different origins and impacts.

Object of the study: An information and analytical system for selecting the optimal technological scheme for mining block reserves in underground development of iron ore deposits.

Purpose of the study: To develop an information system for selecting the optimal technological scheme for mining block reserves in underground development of iron ore deposits.

Methods used in the study: Review, analysis, and synthesis of literature on the topic, methods for developing algorithmic foundations of software for computer information processing systems, and software testing methods.

*Keywords:*

INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM, SELECTION, TECHNOLOGICAL SCHEME, MINING RESERVES, MINING BLOCK, UNDERGROUND DEVELOPMENT, DEPOSIT, IRON ORE.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ПІДЗЕМНОЇ РОЗРОБКИ	
ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ І ВИБІР ЇХ ВАРІАНІВ.....	9
1.1 Основні вимоги до розробки родовищ залізних руд.....	9
1.2 Поняття «Технологічна схема розробки» та «Система розробки».....	11
1.3 Класифікація систем розробки і технологічних схем.....	13
1.4 Принципи вибору й обґрунтування використання систем підземної розробки й відповідних технологічних схем.....	15
1.4. Послідовність дій проектувальника при виборі системи розробки ..	18
1.5 Показники ефективності технологічних схеми розробки при їх порівнянні .....	19
1.6 Втрати руди при підготовці до розробки і її очисному вийманні .....	23
1.7 Класифікація видів втрат руди при видобутку і засмічення рудної мас при очисному вийманні.....	24
1.8 Визначення втрат якості руди та її засмічення.....	27
1.9 Базові показники ефективності застосованих системи розробки .....	29
1.10 Висновки.....	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ДОБУВНИХ БЛОКІВ І РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ .....	32
2.1 Структурна схема інформаційно-аналітичної системи вибору технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків.....	32
2.2 Алгоритм роботи інформаційної системи.....	40
2.3. Формування бази знань інформаційної системи .....	49
2.4 Описання ролі модулів інформаційно-аналітичної системи, які виконують функції математичного моделювання .....	55

2.5 Висновки .....	56
РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ВІДРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ДОБУВНИХ БЛОКІВ .....	58
3.1 Описання роботи інформаційно-аналітичної системи.....	58
3.2 Висновки .....	69
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	73
ДОДАТКИ .....	0
<b>шибка! Закладка не определена.</b>	

## ВСТУП

Одним з важливих видів корисних копалин, запаси якого представляють сировинний ресурс стратегічного значення та економіки України, є залізні руди. Видобуток цих руд і виробництво з них товарної залізорудної продукції (концентрат, окатиші, агломерат) забезпечує до 6% ВВП країни [1].

За обсягами промислових запасів залізних руд (біля 28,0 млрд. т) Україна входить в групу світових лідерів. На базі цих запасів в Україні сформувалась потужна залізорудна гірничодобувна промисловість.

До 15-20% товарних видів залізорудної продукції в Україні виробляється при застосуванні підземного способу розробки залізорудних родовищ.

Цей спосіб розробки має особливе значення для забезпечення функціонування і перспектив розвитку гірничодобувної промисловості України [1]. Це зумовлене специфікою його технології, яка забезпечує можливість економічно доцільного видобутку цих руд у складних гірничотехнічних умовах, при яких відкритий спосіб розробки економічно неефективний.

Основними перевагами підземного способу розробки є відсутність необхідності вилучення з надр надто великого обсягу пустих порід при розкритті запасів руди, менший за масштабами негативний вплив на стан масиву оточуючих порід, гнучкість схем доступу до рудних покладів, висока маневреність гірничих робіт.

Однак, все це досягається за рахунок складної технологічної схеми видобутку руди, яка реалізується у основних виробничих об'єктах гірничодобувних підприємств – виїмкових одиницях (добувних блоках/панелях).

Вибір такої технологічної схеми представляє складну задачу, вирішення якої є предметом цієї кваліфікаційної роботи



## РОЗДІЛ 1

# ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ПІДЗЕМНОЇ РОЗРОБКИ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ І ВИБІР ЇХ ВАРІАНІВ

### 1.1 Основні вимоги до розробки родовищ залізних руд

За законодавством України підземна розробка родовищ залізних руд може бути здійснена власником будь-якого гірничодобувного підприємства, якому надано право користування надрами тільки за умови дотримання певних вимог до їх експлуатації [ ].

До цих вимог відносяться:

1. Безпечність виконання робіт іа дотримання санітарних умов.

Огороження провалів поверхні землі; сейсмічна небезпека для населення пунктів при вибухах (обмеження потужності вибухів, виведення людей із зон небезпеки); розташування вентиляційних стволів та відвалів.

2. Недопущення надвисоких втрат руди копалин, вибіркової розробки родовищ, легкими умовами розробки, у азі приведення до високих втрат запасів руди або суттєво подальшу розробку. Збереження забалансових запасів руди, якщо це не пов'язано з надвисокими фінансовими затратами.

3. Висока інтенсивність розробки розкритих, підготовлених та нарізних ділянок.

4. Мінімальні фінансові затрати виробництва, висока продуктивність праці при дотриманні допустимих втрат руди.

5. Виконання програми підприємства за обсягом та якістю видобутої руди. Виска продуктивність розробки повинна бути забезпечена обсягом забоїв та продуктивністю процесів. Останню оптимальна технологія, механізація та організація виробничих.

Повне використання запасів родовища, повне використання руд всіх типів, пустих порід, які попутно виймають і які можна застосовати для виробництва різних матеріалів, спорудження покриттів доріг та інші потреби. Це можна

виконати при комплексному рішенні питань розробки та переробки руд, виробництва будматеріалів, поставок матеріалів для дорожнього будівництва та тощо. Іноді для комплексного використання потрібно видавати руду двох або декількох сортів. Шахтні води, що містять корисні компоненти, повинні пройти переробку для вилучення цих компонентів (наприклад, вилуговування міді).

6. Стабільна якість руди для уникнення завищених корисного компоненту. За цим повинні бути дотримані заходи з видобування руди із різних частин родовища при різній якості.

На окремих підприємствах відсутня потреба у дотриманні цієї вимоги за тим, що з постійністю якості руди, або технологією збагачення, або наявністю складу між шахтою та фабрикою збагачення. Часто виникають інші вимоги до гранскладу рудної мас. Так, металургійній переробці багатих руд сприяє мінімальний вміст мілких фракцій.

7. Охорона родовища від затоплення, обводнення порід, пожеж та від інших порушень, що погіршують якість руди та цінність родовища або ускладнюють розробку родовищ або призводять до підвищених втрат руди.

8. Можливе використання старих виробок під паркування транспорту, склади та схованки, джерела відновлювані енергії, та інших цілей.

Необхідність охорони навколишнього середовища висуває такі вимоги.

9. Охорона повітря, поверхні землі, лісу, води них джерел, інших об'єктів середовища, а також будівель, споруд від впливу гірничих робіт, які виконуються при використанні надр. Це дає аргумент на користь застосування технологічних схем розробки, які забезпечують збереження поверхні землі.

Ці ж системи часто бувають єдиними для прийняття, якщо над родовищем руди високої цінності є водойми. Охороні вод них джерел сприяє використання води шахт для водопостачання рудника, фабрики збагачення, зрошуваних земель та ін.

10. Виключення шкідливого впливу відходів виробництва на довкілля. Для забезпечення цього відходи збагачення і попутно отриману пусту породу, яку не використовують для виробництва будматеріалів тощо, слід застосовувати

для закладання виробленого простору, причому це особливо важливо для калійних рудників щоб уникнути засолення ґрунту. Шкідливі відходи виробництва повинні бути захоронені. Шахтні води зі шкідливими домішками перед скиданням повинні пройти очищення. Відпрацьоване повітря повинне видаватися з рудників у таких місцях, звідки воно не може відноситися вітром до населеного пункту.

11. Збереження заповідних земель, пам'яток природи, культури, від впливу робіт з користування надрами.

12. Приведення ділянок, які порушені в процесі користування надрами, у стан безпеки, та придатний для користування у комерційних цілях. Це необхідно і до земель сільського господарства.

## **1.2 Поняття «Технологічна схема розробки» та «Система розробки»**

Головним важелем у забезпеченні вказаних вимог є технологічні схеми розробки. Ці схеми застосовує підприємство для розробки запасів залізорудного родовища та інших родовищ.

Технологічною схемою розробки родовищ називається порядок і схема проведення підготовчих і нарізних та очисних робіт виробок і, які пов'язані у просторі, часі. Технологічна схема виконання процесу очисного виймання з у блока чи панелі.

Ці стадій робіт характеризується певними властивостями.

Підготовкою родовища називається проведення сукупності гірничих виробок, якими розкривають частину родовища, а також розділяють його на добувні ділянки – поверхи і блоки та стовпи або панелі.

Нарізанням називають проведення і добувних дільниць виробок, з яких здійснюється очисне виймання на ділянці масиву – добувному блоці.

Масив дільниці, поверху, блоку, панелі розділяється на видобувні частини: підповерхи, та шари, та смуги, або прирізки, уступи, цілики міжкамерні та міжпанельні, або міжповерхові.

У виробках дільниці зводяться штучні споруди, а саме: кріплення, грохоти подрібнення, рами люкові, затвори, навантажувальні полки, бетонні або металеві та залізобетонні для облицювання сполучень виробок різного призначення (доставки, навантаження).

В очисних виробках – встановлюють кріплення, рудні цілики, споруди з різних матеріалів, стовпи та колони чи смуги, стінки, масиви з воронками, траншеями.

Частини масиву дільниці, та виробки ку ньому, та будівельні споруди складають елементи конструкцій технологічної схем.

Сукупність елементів дільниці з видобутку руди описує конструкцію технологічної схеми.

Очисний простір і ній, що утворений в процесі очисного виймання, може бути відкритим, закріпленим, заповненим рудою, закладкою, породами обвалення, обваленою рудою, породою.

Визначення поняття – Система розробки має такі ознаки:

- конструктивну характеристику – сукупність однак конструкцій;
- ділянки підготовки, нарізання, очисних робіт, споруд, які в них зведені;
- порядок здійснення процесу очисного виймання, стан очисного простору в ній;

При вийманні:

- технологічні процеси, які виконують при розробці рудного масиву видобувної дільниці.

До систем розробки висувають такі вимоги:

- безпека праці робітників;
- висока продуктивність праці по системі;
- мінімально фінансові витрати на видобуток руди;
- надійна вентиляція;
- простота конструкції системи;
- мінімум підготовчих, нарізних виробок;
- мінімум втрати руди та її засмічення.

Реалізація систем у виїмальній ділянці в проектах на їх застосування має такі елементи: конструкція системи, умови застосування системи, порядок підготовчих робіт, нарізні роботи, очисні роботи, параметри елементів конструкції системи, вентиляція виїмкової одиниці, техніко-економічні показники, переваги системи та її недоліки, техніка безпеки, при виконанні робіт.

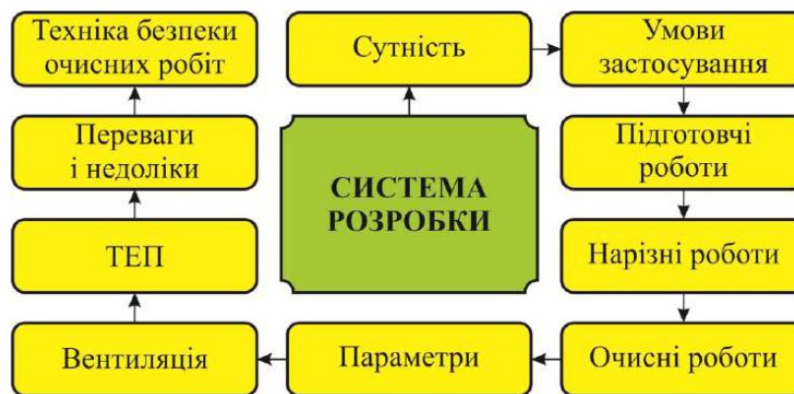


Рисунок 1.1 – Склад питань при проектуванні системи розробки

### 1.3 Класифікація систем розробки і технологічних схем

Вибір варіанта системи розробки для застосування у блоці чи панелі ґрунтується на їх класифікації.

Класифікація базується на їх таких основах.

Системи розробки родовищ мають відмінності між собою за рядом ознак, а саме:

- розташування підготовчих і нарізних виробок у блоці;
- напрями посування очисних забоїв;
- способи підтримки виробленого простору;
- способи відбивання руди і її доставки руди.

Поєднання цих ознак дає багато варіантів систем розробки. Основних варіантів яких на сьогодні розроблено більше понад 2500.

На теперішній час запропоновано багато класифікацій систем розробки. Ці класифікації можна поділити на такі групи: класифікації, які базуються на ознаці типу родовища; способу підтримки очисного простору; форми очисного забою;

стадійності розробки запасу руди.

При підземній розробці родовищ найбільш поширена класифікація систем рудних родовищ, яка ґрунтується на способі підтримки очисного простору при розробці запасу руди.

Першою була класифікація Мак-Клеланда розроблена у 1927 році. Вона є найбільш поширеною.

Класи систем в ній виділені не на основі ознаки способу підтримання очисного простору в процесі відпрацювання. Ці класи сформовані за ознакою кінцевої операції – спосіб підтримки виробленого простору, саме відкритий, закріплений, закладений закладкою і т.д), це відрізняється від магазинування руди, що є проміжним процесом.

До класу комбінованих систем віднесені ті, при яких поверх поділяється на окремі камери і цілики, які відробляють послідовно різними варіантами системам. Такі системи розробки є комбінованими оскільки в них відпрацювання запасу камери об'єднується з відпрацюванням запасу блоку.

Отже, класифікація Мак-Клеланда основана на різних ознаках. Нелогічність має місце і розподілі систем по групах. Певні групи засновані на ознаці характеристики фронту робіт у межах поверху, це камерно-стовпові. У цим групи подошвоуступного, покрівлеуступного й підповерхового відпрацювання віднесені на основі ознаки типу очисного забою. Така непослідовність має місце при поділі всіх первинних груп.

Спосіб підповерхового відбивання руди віднесений до групи з відкритим очисним простором, а підповерхове відбивання застосовується і при інших системах розробки а саме подошвоуступне й покрівлеуступне відпрацювання.

Тому класифікація Мак-Клеланд, не все ж має недоліки і охоплює не всі варіанти систем розробки.

## **1.4 Принципи вибору й обґрунтування використання систем підземної розробки й відповідних технологічних схем**

Ефективність розробки запасу руди залежить від правильного вибору технологічної схеми розробки.

З певних гірничотехнічних умов на рудних родовищах може застосуватися декількох різних варіантів систем розробки, але для кожного з них повинна бути вибрана найбільш доцільна система і її технологічна схема, яка повинна задовольняти вимогам, які висуваються до систем розробки.

В процесі проектування видобутку руди дуже відповідальним кроком є вибір варіанта системи розробки. Від цього залежать величини економічних показників роботи всієї шахти, а саме: затрати за системою розробки сягають 60% загальношахтних затрат, безпека праці, тип технологічного обладнання, та інші аспекти розробки. Кожну систему можна використовувати виключно в конкретних гірничотехнічних умовах.

На вибір варіанта системи розробки істотний вплив здійснюють гірничо-геологічні чинники. Вони основному і визначають можливість застосування варіанта системи розробки. До них належать такі умови залягання запасу родовища.

Постійні фактори:

- кут падіння покладу;
- потужність рудного покладу;
- параметри контуру покладу руди.
- фізико-механічні властивості руди та оточуючих порід.

Інші гірничо-геологічні та гірничотехнічні чинники впливають при розробці запасів руди певних родовищ – це змінні фактори.

До змінних факторів відносяться: розміри рудних покладів по простяганню і падінню, морфологія покладу, цінність руди, характер розподілу металу в масиві руди, глибина здійснення розробки, схильність та спроможність руд до злежування, спроможність до окислювання й самозаймання, гідрогеологічні

умови у виїмковій одиниці, необхідність збереження поверхні на землі та інші чинники.

В певних випадках ці фактори обмежують можливість застосування певних систем розробки і її технологічних схем.

Урахування змінних факторів забезпечує уточнення та конкретизування при виборі системи розробки, додавання певних деталей, елементи технології розбурювання та видобування руди.

Постійні фактори, що враховуються в процесі вибору системи розробки та її технологічної схеми.

Потужність покладу – обмежує перелік систем розробки для даних умов розробки. Так жильні рудні тіла мають малу потужність, а за цим при їх розробці виключаються системи розробки підповерхового і поверхового обвалення руди. В цих умовах можливе застосування тільки системи розробки з підтримкою виробленого простору спеціальним кріпленням.

При значній великій потужності покладу, є необхідність у використанні груп систем розробки підповерхового та поверхового обвалення руди і вмещаючих порід.

Кут падіння родовища – є доволі суттєвим фактором впливу на вибір системи. КУ разі горизонтального і пологого залягання та руді високої стійкості і та породі найбільш доцільним є використання камерно-стовпової системи розробки.

Кут падіння покладу і його потужність у комплексі впливають на спосіб доставки руди у виїмковій одиниці.

Вибір методу підтримки виробленого простору та умови випуску руди, а також умови управління гірським тиском.

Фізико-механічні властивості руди й вмещаючих порід. З цих властивостей найбільш важливою є стійкість руди й вмещаючих порід. Згідно з нею вибирається спосіб управління гірським тиском у виїмковій одиниці і параметри системи розробки. Це забезпечує безпечність ведення гірничих робіт.

Часто на практиці виникають випадки поєднання стійкості руди та бокових



порід, варіанти яких наведено а таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Варіанти стійкості руди й уміщаючих порід

Випадки поєднання стійкості руди та бокових порід	Можливі класи або групи систем розробки
Стійка руда та бокові поріди	Прийнятні всі класи систем розробки, окрім систем з обваленням
Стійка руда та нестійкі бокові породи	3 класу систем із закладенням прийнятна група систем горизонтальними шарами із закладенням, можливе застосування групи систем похилих шарів із закладенням. Прийнятний клас систем розробки з обваленням, крім групи систем поверхового самообвалення але поверхове обвалення повинно бути примусовим
Нестійка руда та стійкі бокові породи	Прийнятний клас систем з кріпленням. Можливе застосування групи систем розробки низхідного шарового виймання із закладенням
Нестійка руда та нестійкі бокові породи	Прийнятний клас систем розробки з кріпленням

Змінні фактори, до них відносяться.

Цінність руди – це є одним з найбільш важливих факторів. В процесі розробки руд бідних намагаються застосувати системи розробки, які забезпечують низьку собівартість видобутку. Це обумовлює високі втрати руди та її засмічення пустими породами збіднення.

При добуванні руд цінних використовують системи розробки з високою повнотою вилучення руди з надр, хоча вони є і біль вартісними.

Порушення порід земної поверхні. Значний вплив на вибір варіанта системи розробки здійснює розміщення рудного тіла близько до споруд, джерел води, сусідніх рудних покладів. Умови їх розробки під об'єктам що охороняються й водоймами визначають необхідність залишати цілики з руди.

Наявність над покладами рудних тіл викликає таких об'єктів потребує також застосовувати системи, які викликають порушення розміщених над ними порід. З необхідності безпеки гірничих робіт при наявності підземних джерел води не допускає порушення порід розміщених вище. Це досягається

застосуванням систем розробки із закладанням виробленого простору.

Для збереження земної поверхні використовують системи розробки, які виключають обвалення порід. До них відносяться системи із закладанням виробленого простору твердіючими сумішами.

Форма рудних покладів родовища обмежує перелік систем розробки можливих до застосування. Так, системи з магазинуванням руди можна застосовувати при правильній формі рудного покладу, а системи із закладанням виробленого простору або з його кріпленням дозволяють розробляти рудні поклади вкрай складної форми.

Схильність руди до самозаймання, злежування та окислювання – визначає можливість застосовувати системи розробки, за яких відбита рудна маса, тривалий час може зберігатись у виїмковій одиниці або випускається зразу після її відбивання від масиву руди.

Глибина розробки – це параметри визначає підвищені вимоги до розмірів очисного простору у виїмковій одиниці. Варіанти системи розробки з відкритим очисним простором як правило використовують на глибинах до 1500 м. На глибинах більших слід застосовувати суцільне відпрацювання рудних тіл.

Складність морфології й параметри розподілу металу в руді – як правило не створюють ускладнень розробки запасу родовища, при застосуванні систем з відпрацювання покладу шарами, але вони є доволі дорогими.

Інші фактори – ступінь розвідки запасу руди родовища, наявність дешевих матеріалів для кріплення і закладання поблизу шахти та інші фактори роблять непрямий вплив на вибір варіанта системи розробки.

#### **1.4. Послідовність дій проектувальника при виборі системи розробки**

Вибір варіанта технологічної схеми розробки, яка планується до застосування при вийманні запасу руди виїмкової одиниці добувного блока/панелі ґрунтується на так званому «Методі виключення».

Цей метод реалізується у три етапи, а саме:

– відбір класу системи розробки – це визначають постійні і змінні фактори, за цим заповнюють форму, наведену у таблиці 1.3.

– з можливих класів систем розробки обирають 2-3 найбільш ефективних варіантів з технологічного погляду, за обсягами втрати руди, засмічення рудної маси при видобутку, продуктивності праці орбітників, необхідність закладання виробленого просру;

– техніко-економічне порівняння відібраних (конкурентоспроможних) варіантів систем розробки.

Таблиця 1.3 – Таблиця для попереднього вибору класів систем розробки

Найменування фактору	Характеристика фактору	Можливі класи або групи систем розробки
<b>Постійні</b>		
Потужність покладу		
Кут падіння покладу		
Стійкість: - руди - порід		
<b>Змінні</b>		
Цінність руди		
Можливість порушення земної поверхні		
Схильність руди до самозаймання, злежування й окислювання		
Глибина розробки		
Обводненість родовища й бокових порід		

### **1.5 Показники ефективності технологічних схеми розробки при їх порівнянні**

Базовим критерієм вибору варіанта системи розробки за схемою, яка наведена вище, є забезпечення відібраним її варіантом найліпших величин техніко-економічних показників виймання запасу руди добувного блока/панелі.

Серед таких техніко-економічних показників, що характеризують результати застосування системи розробки, що розглядається, мають такі основні групи:

- показники продуктивності праці робітників;
- затрати виробничих ресурсів (матеріалів, енергії та обладнання);
- техніко-економічні показники розробки;
- показники якості руди і повноти її вилучення з надр;
- показники інтенсивності процесу розробки запасу руди виїмкової одиниці.

Показники продуктивності праці. Для оцінювання системи розробки з позиції продуктивності праці використовують кілька показників.

Продуктивність праці робітника по забою при очисному виїманні, а також продуктивність праці по системі розробки з урахуванням процесу очисного виїмання руди, роботи з нарізання запасу і підготовчі роботи. Величини цих показників визначають в тонах або кубічних метрах за зміну.

Продуктивність праці робітників окремих спеціальностей, які зайняті на очисному виїманні, нарізанні й підготовці. Цей показник характеризує тільки пенні роботи які виконуються в системі розробки, а не по системі в цілому.

Продуктивність праці підземного робітника – включає всі виробничі процеси, які виконують під землею. Цим показником користуємося при більш укрупненому аналізі систем розробки.

Показники витрат матеріалів і енергії. Для порівняльної оцінки варіантів різних систем розробки необхідно враховувати витрати різних виробничих матеріалів і енергії на 1,0 т, або на 1 м<sup>3</sup> видобутої руди.

Як правило враховують затрати таких основних матеріалів: вибухові матеріали, бурова сталь, кріпильний ліс, тверді сплави або коронки. У повній вартості матеріалів ці види затрат складають біля 90%. Тому затрати інших матеріалів як правило не оцінюють.

Витрати енергії кВт год на 1 т або на 1 м<sup>3</sup> видобутої руди. До них включають затрати електроенергії гірничими машинами, які можуть мати

пристрої, які є споживачами електроенергії і працюють під землею. Крім того, включають витрати електроенергії, які витрачається на вироблення стисненого повітря, яке споживається гірничими машинами пневматичного принципу дії.

В процесі видобування руди, гірничі мають тенденцію до зношування і їх вартість погашається віднесенням на собівартість 1,0 тони видобутої рудної маси. Тому даний показник відносять до економічних і вони розглядаються разом із собівартістю видобутку рудної маси.

Основні економічні показники ефективності розробки запасу руди виїмкової одиниці.

Собівартість 1,0 т руди по системі розробки. В якості елементів у цю собівартість входять: основна та додаткова заробітні плати робітників; єдиний соціальний внесок при виконанні виробничої діяльності; вартість затрачених матеріалів, енергії; амортизація обладнання; затрати на ремонт й утримання технологічного обладнання.

Між собівартістю видобутку рудної масою й наведеними показниками за продуктивністю праці; витратами матеріалів і енергії має місце залежність. Частка заробітної плати у собівартості видобутої рудної маси, як правило, перевершує 60%. За цим продуктивність праці робітника головним чином визначає собівартість видобутку рудної маси.

Собівартість видобутку по шахті включає окрім вказаних вище показників ще й затрати за іншими видами виробничих процесів, а саме: транспорт, підймання видобутої рудної маси на земну поверхню; відливання води, а також послуги інших цехів, затрати на ремонт основних фондів та обладнання, утримання основних засобів; загальні рудникові затрати; затрати на утримання адміністративно-управлінської системи.

Затрати на транспорт і піднімання 1,0 тони руди до отримання готової продукції (концентрат, чистий мінерал або метал).

Чистий дохід на 1,0 т руди – це різниця між ціною продукції та повною собівартістю видобутку руди, транспорт й переробки 1,0 т рудної маси. Економічний ефект від розробки запасу родовища або виробничої діяльності

шахти виражають показником «рентабельність». Цей показник означає відношення прибутку за період в один рік до повної вартості основних й оборотних фондів гірничодобувного підприємства.

Показники якості та повноти вилучення руди детально розглянуті у підрозділі розділі 1.6.

Показники інтенсивності розробки. Показника, який характеризує інтенсивність розробки запасів рудних родовищ – коефіцієнт експлуатації.

Цей показник відображає кількість тон руди, яка видобувається за рік з одного квадратного метра рудної площі залізорудного родовища, або шахтного поля, яке надане гірничодобувному підприємству в експлуатацію.

Фактично коефіцієнт експлуатації представляє вагу в тонах вертикального стовпа руди, що має основу у  $1,0 \text{ м}^2$ , рівну пониженню за вертикаллю горизонту видобування за період в один рік, на всій площі шахтного поля.

Оцінка інтенсивності розробки родовища за величиною цього показника може виявитися невірною або перекрученою. За цим можна отримати, високі значення цього показника при фактично низькій інтенсивності посування фронту виймання за рахунок великої об'ємної ваги руди і її значного засмічення.

При надто інтенсивному просуванні фронту виймання руди родовища, значних втратах руди, відносно невеликої об'ємної вазі руди, а також малого засмічення рудної маси величина коефіцієнта експлуатації може виявитися значною. Тому для здійснення характеристик інтенсивності розробки шахтного поля, а також для виконання інших розрахунків використовують показник річного зниження рівня добувних робіт.

Величина цього показника на різних шахтах при різних гірничотехнічних і геологічних умовах та системах розробки й регламентованих ними технологічних схемах відпрацювання запасу руди змінюється у великих межах. В середньому його величина змінюється від 9–15 до 26–30 м/рік.

Інтенсивність – швидкість річного зниження рівня очисного виймання, як правило, більше за інтенсивність виймання по родовищу в цілому або шахтному полі оскільки в одночасному вийманні, як правило, знаходиться тільки частина

рудної площі всього родовища.

Для горизонтальних та пологоспадних родовищ показники інтенсивності виймання взагалі не використовуються. Замість них використовують швидкість просування лінії очисного забою у виїмкових одиницях, добувному стовпі або добувній панелі.

## **1.6 Втрати руди при підготовці до розробки і її очисному вийманні**

При розробці запасу залізорудного родовища його частина втрачається, тобто вона залишається в надрах і не видобувається, або вона надходить на земгу поверхню у відвал разом з попутно видобутою породою.

Втрати від 2% до 3% розвіданих геологічних запасів родовища неминучі при будь-якому способі розробки. Зазвичай втрати руди у процесі розробки її запасу становлять 20%, іноді вони сягають і 50%.

Крім кількісних втрат руди, при розробці відбуваються і її якісні втрати, тобто зниження якості (вмісту металу) внаслідок домішування до нього руди пустих порід з боків та зі стелини. Ці породи мають непромисловий вміст металу.

Кількісні і якісні втрати руди негативно впливають на економічні показники ефективності розробки запасів родовищ.

Кількісні втрати спричиняють зростання затрат на геологічну розвідку, зростання амортизації, величини капітальних затрат та затрат на підготовку запасу руди, очисне виймання, а також призводять до втрати прибутку за втраченої частини запасу руди.

Крім економічного збитку, втрати руди приводять до скорочення тривалості існування шахти та необхідності дострокового вкладення коштів у будівництво нової шахти, або відповідної виробничої потужності, та необхідності розкриття й підготовку нового поверху.

При розробці корисних копалин, схильних до самозаймання, втрати руди можуть приводити до виникнення пожеж.

Застосування сите розробки та технологічних схем відпрацювання запасу

руди з підвищеними втратами може бути виправдане зниженням собівартості видобутку, або якісних втрат руди.

Слід ураховувати, що якісні втрати руди при її видобутку призводять до економічних збитків не менше а ніж кількісні втрати, що вкрай негативно відбивається на економічній ефективності розробки в цілому.

Такий збиток проявляється:

– у непродуктивних затратах на здійснення операцій з транспортування руди з пустою породою та переробку її на фабриці збагачення або при металургійній переробці;

– зниженні потужності підприємств з переробки кінцевій продукції, а саме – концентрату, металу, а також нерідко – погіршенні якості цієї продукції.

В цілому якісні втрати при видобутку руд призводять до недоотримання підприємством значного обсягу прибутку.

Кількісні і якісні втрати і процесі розробки запасу руди виїмкових одиниць між собою пов'язані. За цим допустиму величину різних затрат необхідно визначати методом спільного техніко-економічного розрахунку.

### **1.7 Класифікація видів втрат руди при видобутку і засмічення рудної мас при очисному вийманні**

Оптимальна повнота вилучення запасу руди з надр неможливо без правильно поставленого обліку та контролю втрат руди в процесі її видобутку.

Надійний і точний облік вимагає раціонального згрупування, тобто класифікації видів втрат за визначеними ознаками їх причин.

На теперішній час існує єдина класифікація втрат твердих корисних копалин під час розробки їх запасів. Вона прийнята всіма гірничодобувними підприємствами і установами пов'язаними з проектуванням розробки запасів корисних копалин і управління процесом розробки.

В основу цієї класифікації покладено дві ознаки, а саме: стан втраченої корисної копалини та місце де виникають втрати.



Згідно з цією класифікацією всі можливі види втрат корисних копалин під час розробки їх запасів поділяються на 2 класи. Вони є окремими і враховуються по-різному.

I клас – це загальношахтні втрати. До цього класу втрат відносять втрати корисних копалин, розміщені в охоронних ціликах навколо капітальних виробок; а також по границям гірничого відводу; під гірничотехнічними спорудами, комунікаціями, різними будівлями на земній поверхні.

II клас – це експлуатаційні втрати. До цих втрат відносять втрати, які мають місце безпосередньо при виконанні процесу розробки. За станом корисної копалини, залишеної у надрах експлуатаційні втрати поділяється на 2 групи:

- А - втрати корисної копалини у масиві родовища;
- Б - втрати вже відокремленої від масиву, тобто відбитої корисної копалини в процесі розробки її запасу.

Цей поділ відображає стадію виробничого процесу, у термін якої відбулися втрати, це підготовка для групи А, очисне виймання для групи Б, а також відображає економічну сторону, тобто величину затрат, вкладених у розробку підготовленого до видобутку, але втраченого запасу.

У групі А, за місцем виникнення виділяють 8 основних видів втрат, а саме:

1. У частині технологічних ціликів у підготовчих виробках.
2. У ціликах, які розташовані в середині добувної виймкової одиниці.
3. В лежачому чи висячому боках рудного покладу по верхній, або нижній границям контур рудного тіла.
4. Між добувними шарами при шаровому вийманні руди.
5. В місцях виклинювання рудних тіл та на їх флангах.
6. В заздалегідь підроблених гірничими роботами частинах рудного тіла.
7. В ціликах різного призначення (пожежних, затоплених, аварійно небезпечних ділянок).
8. У ціликах, залишених в межах геологічних порушень.

У групі Б виділяють 4 види втрат.

1. В забоях підготовчих та очисних при вийманні азом та перемішуванні

корисної копалини з пустими породами.

2. Технологічні втрати відбитої корисної копалини у очисному просторі.

3. В місцях обвалень затоплених ділянок, , завалів тощо.

4. В місцях завантаження у транспортні засоби, їх розвантаження, на транспортних шляхах, складування та сортування руди. Втрати цього виду відносно невеликі проте вони присутні на кожному гірничому підприємстві.

На діючих гірничодобувних підприємствах величини допустимих втрат руди, мають місце певні нормативи, їх величини наведені у таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Припустимі експлуатаційні втрати для руди різної цінності

Якість	Вміст металу, %	Допустимі експлуатаційні втрати руди, %
Руди багаті	62-69	2-5
Середньої цінності	57-61	5-20
Руди бідні	18-57	20-50

Коефіцієнт втрат руди – представляє собою відношення обсягу втраченої руди при її видобування до обсягу її промислових запасів

$$K_{втрр} = \frac{P_{експл}}{A_{пром}}, \quad (1.1)$$

$$P_{експл} = A_{пром} - A_{видз}, \quad (1.2)$$

$$K_n = \frac{A_{пром} - A_{видз}}{A_{пром}} = 1 - \frac{A_{видз}}{A_{пром}}, \quad (1.3)$$

$$K_{видр} = \frac{A_{видз}}{A_{пром}}, \quad (1.4)$$

де  $K_{втрр}$  – коефіцієнт втрат руди в процесі її видобутку, част.од.;

$A_{пром}$  – обсяг промислового запасу руди, тис.т;

$A_{видз}$  – видобувний запас руди виїмкової одиниці, тис.т;

$K_{видр}$  – коефіцієнт видобутку рудної маси, част.од.

## 1.8 Визначення втрат якості руди та її засмічення

При видобування промислового запасу руди до її маси часто домішується деяка кількість пустої породи. В результаті цього вміст корисного компоненту видобутій рудній масі в порівнянні з його вмістом у промисловому запасі руди знижується. Тобто відбувається процес збіднення руди.

Домішування до промислової руди пустої породи і зниження вмісту у видобутій руді корисних компонентів може відбуватися внаслідок того, що частина руди, яку втрачають (дрібняк, пил) може мати більш високий вміст корисного компонента.

Таке явище виникає коли рудні мінерали відрізняються від рудної породи більшою крихкістю, легко кришаться і подрібнюються, наприклад, при відбиванні руди від масиву та її переміщенні у транспортних засобах.

Іноді зниження вмісту металу в руді відбувається в результаті вилуговування металу з відбитої руди слабкими кислотними розчинами.

Збіднення, як і втрати руди, призводять до економічних втрат таких видів:

- невиробничих затрат на поверхневий та підземний транспорт домішаної породи, на сортування рудної маси, на переробку породи при збагачені;
- втрати металу, яка виникає при сортуванні та переробці збідненої руди;
- зниження виробничої потужності переробних фабрик з виробництв кінцевої рудної продукції, такої як концентрат, окатиші, іноді погіршення якості продукції.

Зазвичай у собівартості концентрату або металу втрати за рахунок надлишкового збіднення становлять 20–30%, а в окремих випадках і до 40%.

Найбільш ваговою є шкода від збіднення руди при розробці тонких жил. На родовищах жильних будь-який захід, як в процесі видобутку руди, так і в процесі переробки видобутої рудної маси не може надати такого економічного

ефекту, як зниження збіднення руди, тобто втрати металу в ній.

Коефіцієнт збіднення  $K_z$  (част.од) розраховують з виразу

$$K_z = \frac{a - b}{a - c}, \quad (1.5)$$

де  $a$  – вміст корисного компоненту руді балансового запасу, %;

$b$  – вміст корисного компоненту у видобутій рудній масі, %;

$c$  – вміст корисного компоненту у засмічуючи породах, %.

На деяких підприємствах, зокрема, у Криворізькому басейні, коефіцієнт збіднення ще називають коефіцієнтом втрат якості руди.

Якщо якість не змінюється і не зменшується, то така ситуація означає, що вміст корисного компоненту у видобутій рудній масі дорівнює вмісту металу у масиві руди. У цьому разі, коефіцієнт втрат якості буде дорівнювати нулю. Тому наведену формулу (1.5) можна представити у такому вигляді

$$K_z = 1 - \frac{b}{a}, \quad (1.6)$$

Відношення  $b/a$ , називають коефіцієнтом зміни якості руди. Цей показник відображає ступінь зміни якості корисних копалин при розробці. Він дозволяє спростити техніко-економічні розрахунки, які стосуються визначення збитків, що пов'язані зі збідненням руди

$$K_{зя} = \frac{b}{a}, \quad (1.7)$$

Коефіцієнт зміни якості показує ступінь зміни якості корисних копалин в процесі видобутку. Його величина знаходиться у межах 0,70–0,95.

При розробці тонких покладів за потужністю це значення може становити 0,5–0,2.

Визначення втрат і збіднення руди прийнято проводити по експлуатаційним виїмковим одиницям для того, щоб знати їх величину для різних систем розробки і технологічних схем та геологічних умов.

### 1.9 Базові показники ефективності застосованих системи розробки

Серед показників, що характеризують ефективність видобутку руди, які на теперішній час застосовуються для вибору найліпшого варіанта системи розробки і технологічної схеми існують два, які є найбільш важливими. На основі їх величин і починається оцінювання варіанта системи розробки і технологічної схеми видобутку руди.

Ці показники та методи розрахунку їх величин, наведені далі.

1. Обсяг видобутої рудної маси.

$$A_{pm} = \frac{A_{bal}(1-P)(a-c)}{b-c}, \quad (1.8)$$

де  $A_{bal}$  – балансовий запас руди виїмкової одиниці, тис т;

$P$  – коефіцієнт втрати руди по системі розробки, част.од; %;

$a$  – вміст корисного компоненту в руді балансового запасу, %;

$b$  – вміст корисного компоненту видобутій рудній масі, %;

$c$  – вміст корисного компоненту у вміщаючих породах, %.

2. Прибуток від продажу товарної рудної продукції.

$$П = A_{pm}(Ц - С), \quad (1.9)$$

де  $Ц$  – ціна реалізації 1,0 т рудної продукції, грн/т;

$С$  – собівартість видобутку 1,0 т рудної мас за системою розробки, тис.грн.

$K_{вил}$  – коефіцієнт вилучення товарної продукції з видобутої рудної маси, част.од.

## **1.10 Висновки**

На основі отриманих результатів за цим розділом кваліфікаційної роботи можна зробити такі висновки:

1. Одним з важливих видів рудних корисних копалин, запаси якого мають стратегічне значення для України, є залізні руди. Їх видобуток та виробництво з них залізорудної продукції, таких як залізорудний концентрат, окатиші, агломераційна руда забезпечує до 6% внутрішнього валового продукту України.

2. Біля 20% товарної залізорудної продукції з цих руд Україні виробляється при застосуванні для видобутку руди підземного способу розробки її родовищ. Цей спосіб надзвичайно вадливе значення забезпечення функціонування і подальшого розвитку гірничодобувної промисловості України. Це зумовлене специфічною технологією цього способу розробки. Ця технологія забезпечує можливість забезпечення економічно доцільного видобутку залізних руд у складних гірничотехнічних умовах, при таких умовах відкритий спосіб розробки залізорудних родовищ є економічно неефективним.

3. Наряду із цим необхідно відмітити, що переваги підземного способу розробки отримується за рахунок складної технологічної схеми з видобутку руди. Ці технологічні схеми реалізується у основних виробничих об'єктах гірничодобувних підприємств – добувних блоках/панелях.

4. У зв'язку сказаними умовами розробки актуальною задачею, яка виникає перед гірничодобувними підприємствами в процесі підготовки до розробки родовищ залізних руд підземним способом, є необхідність забезпечення її ефективності. Її складність обумовлюється тим, що на ефективність розробки впливає багато різних факторів за походженням і характером дії.

5. Ключових ролей у забезпеченні цієї ефективності грає правильний вибір технологічної схеми для конкретної виїмкової одиниці.

6. Такі рішення можуть мати багато прийнятних за технічними критеріями варіантів. Її варіанти мають принципові, технологічні і технічні відмінності. В результаті цього є те, що їх реалізація у одних і тих умовах приводить до різних результатів розробки.

7. Для вибору оптимального варіанта з цих рішень при проектуванні виїмкових одиниць застосовується Метод варіантів. Суть цього методу полягає у виборі найбільш технічно прийнятних варіантів технологічних схем шляхом їх математичного моделювання і порівняння між собою або з результатами які необхідні підприємству.

8. Складністю такого моделювання і вибору технологічної схеми потребує розроблення спеціалізованої інформаційно-аналітична системи.

10. Для розроблення такої системи автором було виконане наступне:

- виконано огляд і аналіз літературних джерел, в яких описані умови, в яких застосовуються різні технологічні схеми відпрацювання їх запасів рудних родовищ;

- виконано аналіз основних вимог до технології підземної розробки руд;

- визначено склад задач, які необхідно вирішити при проектуванні технологічних схем розробки;

- вивчено класифікацію технологічних схем підземної розробки;

- виконано аналіз принципів вибору та обґрунтування доцільності та ефективності використання різних технологічних схем підземної розробки;

- вивчено види дій, які необхідно виконати проектувальнику для вибору технологічної схеми відпрацювання запасу добувних блоків;

- встановлено показники за яким здійснюється вибір оптимальних варіантів таких схем.

## РОЗДІЛ 2

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ДОБУВНИХ БЛОКІВ І РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

### **2.1 Структурна схема інформаційно-аналітичної системи вибору технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків**

Автором роботи розроблена структура інформаційно-аналітичної системи, призначеної для вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків/панелей при підземній розробці родовищ залізних руд. Її структура розроблена за положеннями галузевої інструкції [ ] і складається з одинадцяти функціональних модулів.

Програмні модулі інформаційно-аналітичної системи виконують функції розв'язання комплексу задач, які виникають перед проектувальниками при проектуванні технологічних схем, регламентованих цієї інструкцією.

На рисунку 2.1 наведена розроблена графічна схема структури інформаційно-аналітичної системи і надане описання всіх її елементів та їх взаємозв'язку, за порядком використання в процесі проектування виїмкових одиниць.

*Модуль 1* – цей модуль призначений для завантаження в оперативну пам'ять комп'ютера головної програми управління всіма модулями інформаційно-аналітичної системи і підключення необхідних бібліотек .dll.

У цих бібліотеках зберігається інформація необхідна для забезпечення виконання функціонування кожного модуля і розв'язання задач відповідно до їх функцій. Цей модуль забезпечує також управління ходом реалізації відповідного проекту і розв'язання задач, які виникають при цьому.





Рисунок 2.1 – Структурна схема інформаційно-аналітичної системи вибору технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків

Крім того його функціонування забезпечує підключення інформаційних блоків, які містять певну семантичну, математичну, алгоритмічну та управлінську інформацію для забезпечення роботи складових модулів інформаційно-аналітичної системи. Модуль 1 знаходиться постійно в пам'яті комп'ютера з початку її використання і до завершення роботи з системою.

*Модуль 2* – виконує функцію вибору задач, які передбачаються до виконання оператором на поточний час, а саме:

- вибір варіанта технологічної схеми розробки запасу виїмкової одиниці;
- формування бази знань варіантів цих технологічних схем;
- виконання необхідних розрахунків за вибраними схемами.

*Модуль 3* – виконує функції введення вхідних даних при розв'язанні задачі визначення величин показників, які характеризують результати застосування певної технологічної схеми, яка вже вибрана для аналізу.

Ці данні включають параметри, які описують геологічні умови залягання запасу руди виїмкової одиниці, характеристики рудного покладу і фізико-технічних характеристик руди.

Вказані дані отримуються з результатів виконання експлуатаційної геологічної розвідки, яка ведеться постійно на гірничодобувному підприємстві і надається у певній формі проектному відділу гірничодобувного підприємства.

Ця інформація використовується при підготовці до утворення нових виїмкових одиниць по мірі того, як вичерпуються запаси вже працюючих виїмкових одиниць і виникає необхідність заміни одних добувних блоків/панелей на інші, які підготовлені до відпрацювання. При цьому виконання відповідних розрахунків враховує ту ситуацію, що у зв'язку із тим, що постановка на баланс запасу руди гірничодобувним підприємством здійснюється за результатами техніко-економічного обґрунтування, яке виконувалось на основі даних детальної геологічної розвідки родовища, які не мають такої точності, яку мають результати експлуатаційної геологічної розвідки, що викується вже в процесі розробки родовища, і за результатами якої розробляється проект кожної виїмкової одиниці. Крім того, ці дані ще й

уточнюються прямо в ході реалізації проекту проведенням експлуатаційної геологічної розвідки шляхом опробування порід прямо з проведених виробок виїмкової одиниці і технологічних свердловин.

Така ситуація часто призводить до необхідності корегування проекту, який вже реалізується на практиці. Таке корегування повинно здійснюватися шляхом введення нових даних (заміни значень одних даних на інші їх значення) в модуль 3 і виконання нового розрахунку для конкретної виїмкової одиниці.

*Модуль 4* – цей модуль виконує функції управління базою знань інформаційно-аналітичної системи.

База знань представляє упорядкований набір інформації про існуючі на теперішній час варіанти технологічних схем відпрацювання запасів виїмкових одиниць при розробці запасів рудних родовищ. Ця інформація класифікована за класами технологічних схем, групами і варіантами технологічних схем у межах кожної певної їх групи, а також певними особливостями їх реалізації на практиці.

Вказаний модуль виконує такі функції:

1. Поповнення бази знань, тобто введення інформації про нові варіанти технологічних схем з описанням їх характеристик. Враховуючи те що на теперішній час таких схем розроблено більше двох з половиною тисяч база знань поповнюється постійно відповідними працівниками, які здійснюють експлуатацію інформаційної системи.

Інформація для цього модуля береться з відповідних сайтів розробників технологічних схем відпрацювання запасів рудних родовищ, спеціалізованої літератури професійного характеру і патентно-ліцензійних джерел.

При введенні в базу знань цієї інформації вона автоматично класифікується і зберігається у такому вигляді щоб можна було отримати цю інформацію у вигляді текстів і графічних схем відповідних технологічних схем.

Ця інформація зберігається у базі знань так щоб при виконанні функції наступного модуля тобто пошуку системи і технологічної схеми вона могла бути швидко знайдена у цьому модулі.

- 2 Візуалізація інформації на екран дисплею про характеристики

технологічних схем, які містяться у базі знань за викликами користувача.

*Модуль 5* – цей модуль виконує функцію пошуку варіанта технологічної схеми виймання запасу виїмкової одиниці у базі знань. Він визивається на виконання коли така схема для конкретної виїмкової одиниці ще не вибрана, а вона необхідна для підготовку відповідного проекту.

Цей пошук виконується за певним алгоритмом, який описаний нижче. Він полягає у тому щоб з певного обсягу варіантів відомих технологічних сем відпрацювання запасів виїмкових одиниць, відомості про які містяться у базі знань інформаційно-аналітичної системи, вибрати тільки варіанти, які за технічними умовами їх застосування можуть бути використані у конкретному добувному блоці/панелі. При цьому необхідно враховувати, що кожна виїмкова одиниця має свої унікальні геологічні умови залягання запасу і гірничотехнічні умови відпрацювання її запасу. Відповідно до цього повинні вибрані бути такі технологічні схеми, які у цих умовах є технічно прийнятними для застосування. Безумовно за таких умов можуть бути вибрати зразу декілька варіантів технічно приємних варіантів схем. У подальшому всі відібрані варіанти моделюються.

За результатами моделювання вибирається оптимальний варіант технологічної схеми.

*Модуль 6* – цей модуль здійснює розрахунок параметрів буро-вибухових робіт. Ці роботи вважаються за один технологічних процес, але складаються з двох видів гірничих робіт, а саме:

– буріння вибухових свердловин у межах очисного простору блока/панелі. Свердловини буряться за певною схемою їх розташування і параметрами свердловин. Цей процес виконують окремі бурові виробничі дільниці гірничодобувного підприємства. Бурові роботи є масштабними за обсягами буріння, при їх виконанні буриться до 10000,0-30000,0 м свердловин на блок.

- вибухові роботи – комплекс робіт із виконання таких робіт:
- заряджання свердловин вибуховою речовиною (ВР);
- формування в них вибухових зарядів спеціальних конструкцій;
- комутація вибухової сіті; перевірка роботоздатності сіті;

- ініціювання зарядів для їх підривання.

Цей процес виконують окремі вибухові ділянки підприємства, він є одним з найбільш вартісних, масштабних за обсягом витрат вибухових речовин (20,0-50,0 т на вибух), крім того, витрачаються і спеціальні засоби підривання.

*Модуль 7* – виконує функцію визначення параметрів процесу провітрювання виїмкової одиниці – видалення з виробок блока/панелі вибухових газів, які утворюються в очисному просторі після вибуху.

Цей процес відноситься до допоміжних процесів, тобто він не входить до складу безпосередньо технологічних процесів очисного виймання, але без його виконання практично неможливо здійснити очисне виймання руди.

Провітрювання виконується одразу після масового вибуху за рахунок загально шахтної депресії, а в окремих випадках примусовим способом з використанням спеціального вентиляційного обладнання.

В обох випадках у виїмковій одиниці повинна бути сформована система вентиляційних виробок для забезпечення можливості руху повітря, що робиться при виконанні нарізних робіт.

*Модуль 8* – виконує функцію визначення параметрів робіт з відновлення пошкоджених масовим вибухом елементів виїмкових одиниць.

Цей процес також не відноситься до групи технологічних процесів, але без його виконання практично неможливо виконати очисне виймання.

Суть цього процесу полягає у тому, що при масовому вибуху обов'язково пошкоджуються елементи виїмкових одиниць (руйнується кріплення виробок, виникають вали у них). Для того щоб почати наступні процеси необхідно усунути ці пошкодження і привести відповідні об'єкти у робочий стан. На виконання цього процесу необхідний час робітники, ресурси.

*Модуль 9* – розрахунок параметрів випуску і доставки відбитої рудної маси. Це один технологічних процесів але включає виконання декількох видів процесів.

Випуск рудної маси в залежності від вибраної технологічної схеми і регламентованої технології випуску і доставки відбитої руди з очисного

простору може здійснюватися принципово різними способами, а саме: гравітаційним, вібровипуском, торцевим випуском.

Виконання цих процесів потребує різної технології, обладнання, параметрів, організації робіт це залежить від технології очисного виймання, які повинні бути визначені відповідним розрахунком.

Особливо необхідно відмітити, що при випуску руди виконується ще один важливий допоміжний процес, а саме – ліквідація негабариту.

Цей процес полягає у подрібненні різними способами (вибуховим, механічними) кусків руди, які за розмірами перевищують кондиційний кусок.

За теперішніх технологій і засобів здійснення відбивання при підземній розробці залізної руди вихід негабариту може бути значним і досягати до 4-8% від обсягу рудної маси. Найбільш негативним явищем, пов'язаним з наявністю негабариту є зависання руди у випускних виробках, який необхідно ліквідувати у вкрай небезпечних умовах.

Необхідність ліквідації негабариту і виникнення зависань негативно впливає на продуктивність очисного виймання. Це обумовлене тим, що ці явища і характеристики робіт з усунення їх наслідків займають достатньо багато часу і порушують режим випуску рудної маси регламентований планограмою випуску.

Доставка рудної маси – представляє процес переміщення відбитої рудної маси від очисного забою (випускних виробок – дучок, траншей, торцевих виробок) у блоці до місця розташування у ньому засобів завантаження рудної маси у транспортні засоби для її відкатки до піднімального комплексу шахти, вона також може виконуватись різними способами (скреперами, конвеєрами, самохідними машинами).

*Модуль 10* – виконує функцію визначення параметрів процесу підтримки очисного простору.

Це окремий і дуже важливий процес в технічному і економічному аспектах, від його результати визначають безпечність здійснення очисного виймання і собівартість видобутої рудної маси.

Вказаний процес полягає у створенні таких умов у блоці/панелі, у яких

напружений стан порід, що оточують виїмкову одиницю і її несучі елементи не будуть створювати небезпечні умови при виконанні гірничих робіт в них при дії гірського тиску. Ця небезпека виникає в результаті динамічних проявів його діє у вигляді: надмірної деформації масиву порід, локальних викидів породи зі стінок виробок, руйнування окремих несучих конструктивних елементів виїмкової одиниці і найбільш небезпечного виду такого прояву – Гірського удару тобто миттєвого і масового обвалення масиву гірських порід.

В умовах залізорудних шахт України найбільш поширеним методом для підтримки очисного простору є вибір таких його геометричних параметрів і параметрів несучих елементів (стелини, ціликів, підсічених масивів), які за рахунок міцності порід і забезпечують їх стійкість на весь період виконання процесу очисного виймання руди у блоці/панелі. З підвищенням глибини його здійснення зростає гірський тиск і зменшуються безпечні розміри стелин, ціликів, очисного простору. В результаті зменшення їх розмірів зменшується і запасу руди який може бути вийнятий однією виїмковою одиницею, а це приводить до підвищення питомих фінансових затрат на очисне виймання.

Крім того, має місце підвищення величини показника Питома витрата підготовчих і нарізних виробок на 1000,0 т запасу руди. Величина якого суттєво зростає зі зменшенням запасу виїмкової одиниці.

Економічна специфіка цього аспекту очисного виймання полягає у тому, що схему підготовки і нарізання запасу і визначення довжин цих виробок в кожній конкретній виїмковій одиниці робить проектувальник. При цьому він керується результатами розрахунку допустимих розмірів конструктивних елементів виїмкової одиниці виконаних за спеціалізованими методиками і типовими схемами підготовки і нарізання руди регламентованими конструкцією вибраної типової технологічної схеми розробки. Але для конкретного добувного блока/панелі з його специфічною морфологією и формою контуру руда/порода проектувальник адаптує типову схему до геометричних параметрів виїмкової одиниці і розмірів її конструктивних елементів. Це визначає величину запасу виїмкової одиниці, довжини виробок і методи їх кріплення.

В комплексі все це складає обсяг фінансових витрат на реалізацію очисного виймання, розроблених схем підготовчих і нарізаних виробок і суттєво впливає на собівартість видобутої рудної маси.

*Модуль 11* – розрахунок економічних показників реалізації технологічної схеми відпрацювання запасу виїмкової одиниці.

В процесі розробки запасу руди виїмкової одиниці від початку його виймання до отримання товарної залізорудної продукції, обсяг руди декілька разів змінює свої характеристики. Економічна ефективність розробки запасу руди забезпечується при дотриманні певних співвідношень між вартісними, якісними і кількісними характеристиками видобутої рудної маси. Всі зміни, які відбуваються в обсязі руди, що виймається з добувного блока/панелі, описуються величинами певних параметрів. Ці величини визначають результати очисного виймання руди і ефективність розробки її запасу.

Величини цих параметрів прогнозуються у проекті на виймання запасу руди кожної виїмкової одиниці. Ці ж величини є критеріями для прийняття й обґрунтування доцільності використання відповідних проектних рішень.

*Модуль 12* – цей модуль виконує функцію виводу результатів моделювання технологічної схеми відпрацювання запасу руди виїмкової одиниці, або результатів моделювання їх конкурентоспроможних варіантів вказівкою оптимального варіанта.

## **2.2 Алгоритм роботи інформаційної системи**

Алгоритм вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасу виїмкової одиниці реалізується у модулях інформаційно-аналітичної системи з 6 по 11 і ґрунтується на визначенні величини показників вилучення руди, які представляють максимально допустимі величини технологічних втрат руди виїмального запасу і технологічного засмічення видобутої рудної маси, що ведуть до відповідних величин ефективності технологічної застосування кожної конкретної технологічної схеми і за



величинами яких вибирається її оптимальний варіант.

При розв'язанні задачі визначення величин цих параметрів повинні бути враховані такі умови:

– інженерно-геологічні умови залягання запасу руди кожної виїмкової одиниці і морфологія покладу;

– гірничотехнічні умови відпрацювання їх запасів руди;

– характер конкретних рішень з технології виймання запасу руди, засобів механізації технологічних процесів очисного виймання руди і гірничих робіт у виїмковій одиниці;

– конкретні величини параметрів процесів і робіт, за якими у проекті передбачається здійснення очисного виймання руди.

Для визначення величин показників вилучення руди, а за ними всіх параметрів, які характеризують повноту та ефективність використання її запасу, проектувальник повинен виконати ряд дій і розрахунків, що стосуються виконання нарізних і очисних робіт у добувних блоках/панелях.

Блок-схема алгоритму їх виконання всіх цих дій і розрахунків наведена на рисунку 2.2.

Далі розглянутий і описані елементи цього алгоритму і їх функції.

1. Для початку процесу вибору технологічної схеми для виїмкової одиниці з визначенням величин показників вилучення руди і розрахунку показників повноти й ефективності використання її запасу, проектувальник повинен отримати вхідні дані, які описують її запас.

Ці дані мають надають геологічний і маркшейдерський відділи гірничодобувного підприємства які повинні найбільш точно описувати характеристики балансового запасу руди і його залягання, характеристики самої руди (рис. 2.2 блок 1).

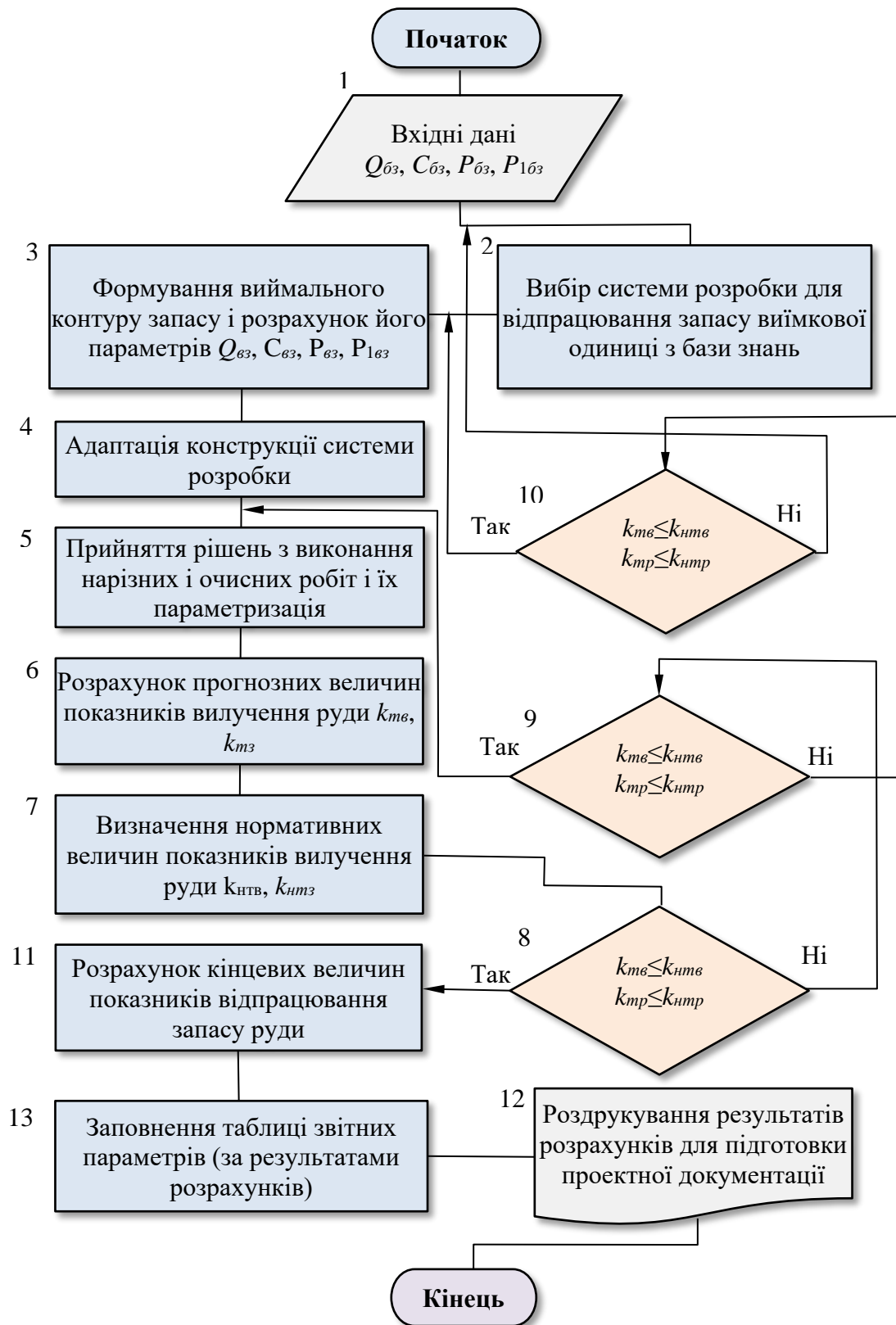


Рисунок 2.2 – Алгоритм роботи інформаційної системи

2. Після цього, на основі характеристик виймального запасу і умов його залягання, вибирається варіант технологічної схеми з бази знань інформаційної системи (блок 2). Для умов Криворізького басейну вибір здійснюється з типових паспортів систем розробки за умовами їх застосування, наведеними у кожному паспорті, які представляють технічні критерії вибору систем.

При виборі варіанта розробки необхідно враховувати ситуацію, при якій для одних і тих же умов залягання виймального запасу конкретної виїмкової одиниці, можуть бути технічно прийнятними декілька варіантів систем розробки (навіть різних класів). За таких обставин із технічно прийнятних варіантів систем розробки у проекті необхідно вибрати один «оптимальний варіант» з обґрунтуванням його оптимальності.

Для цього у проекті необхідно виконати моделювання всіх вибраних варіантів систем, за його результатами визначити оптимальний варіант системи розробки (за певними критеріями оптимальності розробки).

Ці критерії включають економічні результати виймання руди і ступінь повноти та ефективності використання запасу руди даної виїмкової одиниці.

Таке моделювання потребує виконання практично всіх дій, передбачених наведеним вище алгоритмом із визначенням нормативних величин показників вилучення руди для кожного конкурентоздатного варіанта технологічної схеми розробки, адаптованого до даних умов розробки.

3. На основі даних про характеристики балансового запасу руди проектувальник повинен сформувавши виймальний контур виїмкової одиниці, орієнтуючись на можливості системи розробки і параметри наявних методів та засобів виконання технологічних процесів очисного виймання (блок 2).

Виймальний контур виїмкової одиниці визначає обсяг виймального запасу руди та його характеристики.

4. Адаптація технологічної схеми – за параметрами контуру виймального запасу виїмкової одиниці і конструкції вибраного типового варіанта системи розробки проектувальник повинен адаптувати цю конструкцію (за параметрами розміщення технологічних, вентиляційно-ходових, господарських виробок і

технологічної схеми процесу очисного виймання руди) до умов залягання виймального запасу, параметрів його контуру, властивостей руди (блок 4).

5. Вибір рішень з виконання робіт із підготовки запасу руди, його нарізання та очисного виймання і розрахунок числових величин параметрів виконання відповідних процесів розробки і гірничих робіт (блок 5).

6. На основі параметрів виймального запасу руди, вибраної і адаптованої системи розробки, прийнятих технологічних і технічних рішень та умов розробки проектувальник повинен розрахувати прогностні величини показників вилучення руди  $k_{mv}$  і  $k_{mz}$ , при врахуванні умови застосування кожної з відповідних методик їх розрахунку.

7. За результатами розв'язання перелічених вище задач повинно бути визначено нормативні величини показника технологічних втрат руди виймального запасу  $k_{nv}$  і показника технологічного засмічення видобутої рудної маси  $k_{nz}$ .

8. Після визначення величини показників  $k_{nv}$  і  $k_{nz}$  необхідно виконати порівняння їх величини з прогностними величинами показників  $k_v$  і  $k_z$ . Якщо величина хоча б одного з показників не задовольнятиме умові  $k_v \leq k_{nv}$ ,  $k_z \leq k_{nz}$ , необхідно виконати певні дії для забезпечення дотримання цих умов.

До таких дій належать:

– зміна технологічних або технічних параметрів розробки відповідно до джерел і причин виникнення підвищених втрат руди та/чи засмічення рудної маси, за умов відпрацювання запасу даної виїмкової одиниці;

– зміна системи розробки або її конструкції для забезпечення більш точного дотримання контуром очисного простору контуру виймального запасу руди, наприклад, перейти на більшу кількість бурових підповерхів, або уловлюючих горизонтів із випуску відбитої рудної маси з очисного простору;

– змінити параметри контуру виймального запасу руди, за можливості, для вилучення її більшого обсягу з меншим засміченням.

9. У разі, якщо зазначені умови ( $k_v \leq k_{nv}$ ,  $k_z \leq k_{nz}$ ) виконуються, то необхідно розрахувати величин економічних показників, які відображають результати

відпрацювання запасу руди та ефективність відпрацювання (блок 11). Методика розрахунку наведена далі.

10. Після виконання всіх розрахунків заповнюється таблиця 12.1 звітних параметрів (блок 12).

11. Підготовлена таблиця роздруковується для підготовки проектної документації на виконання нарізних і очисних робіт у добувному блоці/панелі (блок 13).

За результатами виконання дій і розрахунків, на основі описаного алгоритму, може з'ясуватися, що за умовами залягання запасу руди конкретної виїмкової одиниці, специфічних гірничотехнічних умов відпрацювання її запасу і поточною ринковою ситуацією зі збутом залізородної продукції (за цінами продукції), розробка запасу конкретної виїмкової одиниці може не забезпечувати необхідний рівень економічної ефективності розробки, або бути взагалі економічно недоцільною. Крім того, всі виконані спроби мінімізувати фінансові витрати на здійснення розробки не привели до отримання прийнятних для гірничодобувного підприємства прогностичних результатів розробки за економічною ефективністю.

У такій ситуації за положеннями Кодексу України про надра гірничодобувним підприємствам надано право клопотати перед органами державного контролю про списання запасів корисних копалин.

У разі отримання такого дозволу повинні бути виконані дії, регламентовані Положенням про порядок списання запасів корисних копалин з обліку гірничодобувного підприємства із наданням матеріалів з відповідного економічного обґрунтування такого рішення.

Наведена вище інформація про процес очисного виїмання руди з наданням характеристик його складових технологічних процесів ще не достатньо повно відображає організаційну схему виконання цього процесу, за тим, що крім послідовності їх виконання мають місце ще певні зв'язки і залежності між цими складовими. Ці залежності накладають певні обмеження на параметри виконання технологічних процесів, що впливає на економічні результати

виконання всього процесу очисного виймання. Ці ж залежності і зв'язки є важливим аспектом і у питанні оптимізації процесу очисного виймання руди за його економічними результатами та ефективністю.

Як було сказано вище дотримання вимог до характеристик видобутої рудної маси забезпечується конкретними технологічними, технічними, параметричними і організаційними рішеннями з виконання складових технологічних процесів очисного виймання. Ці процеси є взаємозалежними, що проявляється у тому, що виконання одного з них впливає на параметри, з якими може бути виконаний інший процес з можливістю зворотного зв'язку між ними. Необхідні характеристики цих процесів в цілому (в комплексі) визначаються гірничотехнічними умовами виконання процесу очисного виймання.

При виконанні відповідних розрахунків наведений алгоритм враховує те, що всі процеси, параметри яких розраховуються, є пов'язаними між собою, тобто виконання кожного процесу враховує вимоги до нього разу декількох наступних процесів результати і режими виконання яких залежать від результатів виконання цього процесу. Відповідно таким чином всі вони висувають певні вимоги один до одного.

Зв'язки між цими процесами наведені на рисунку 2.3. На цій схемі жирними стрілками відображена послідовність виконання складових технологічних процесів очисного виймання. За цим між окремими процесами має місце зв'язок.

Пояснімо суть цих зв'язків. Першим з них є зв'язок між параметрами вибухових робіт і бурових робіт (2→1). Наявність цього зв'язку обумовлена наступним. Необхідний обсяг відбитої рудної маси, визначається виробничим завданням, а він у свою чергу визначає і необхідний обсяг виконання вибухових робіт 2. Відповідно, виконання бурових робіт повинно здійснюватися з такими параметрами, які вимагають вибухові роботи.

Одночасно із цим параметри вибухових робіт визначають і необхідні параметри провітрювання добувного блока/панелі (зв'язок 2→3). Крім того масштаби вибухових робіт визначають і необхідні обсяги виконання

відновлювальних робіт (2→4) за масштабами руйнування різних об'єктів у блоці/панелі при здійсненні вибуху. За цим параметри процесу випуску руди залежать від масштабу вибухових робіт, а також від параметрів бурових робіт за характеристиками сітки свердловин від якої залежить гранулометричний склад відбитої рудної маси який є вкрай важливим для процесу випуску видобутої рудної маси з очисного просо (1→5).

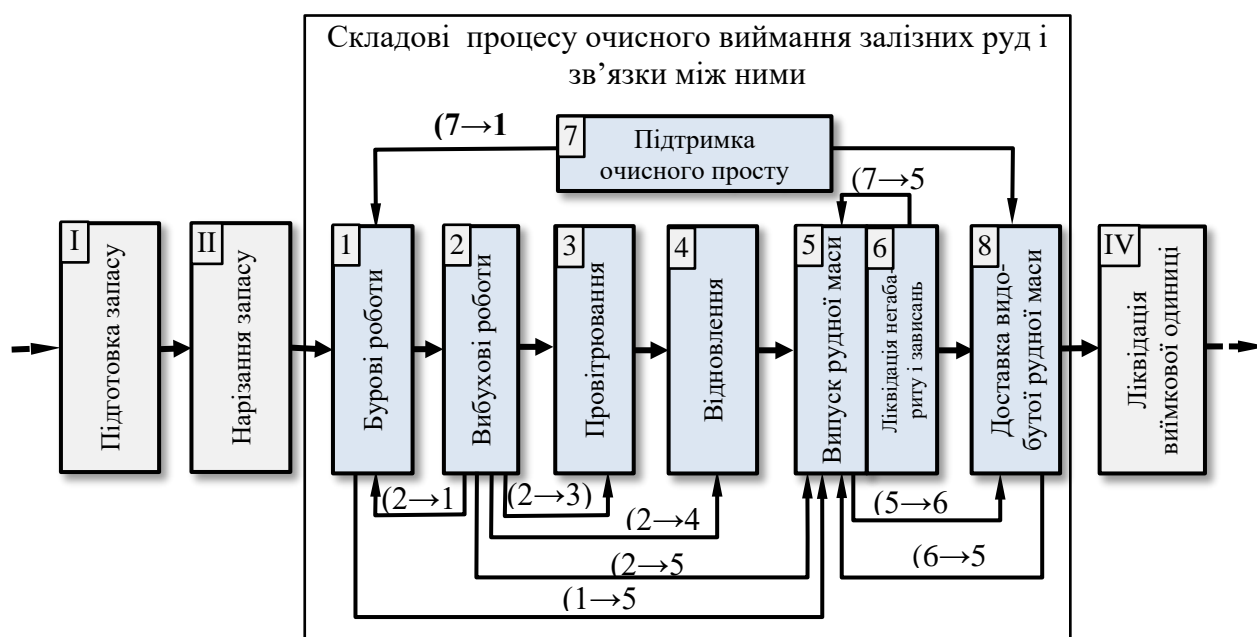


Рисунок 2.3 – Структурна схема процесу очисного виймання руди

Далі йде процес доставки руди. Його параметри визначаються тим, як саме і з якими характеристика здійснюється цей процес за продуктивністю, витратах часу, ліквідацією зависань і негабариту, обслуговування техніки, а також визначаються параметрами процесу випуску (5→6). Зауважмо, що процес випуску рудної маси і процес її доставки пов'язані прямою і зворотною параметричними і технологічними залежностями за їх взаємним впливом. Тобто природні коливання параметрів одного процесу, наприклад за зависаннями руди у дучках і ліквідацією негабариту при доставці впливають на параметри іншого процесу і за стохастичним характером цих коливань збалансувати параметри виконання цих процесів за продуктивністю вкрай складно.

Особливе місце у цій схемі займає підтримка очисного простору 7. У даному разі цей процес регламентує параметри бурових робіт (7→1), які залежить від розмірів несучих елементів блока/панелі, необхідних для забезпечення стійкості очисного простору, а їх необхідно буде також руйнувати вибухом. Крім того, необхідності забезпечення стійкості очисного простору виникає при здійсненні випуску 5 руди, адже тривалість випуску є параметром обмеженим за допустимим терміном його існування в процесі випуску (7→5).

Таким чином, за описаною схемою процесу очисного виймання повинні визначатися параметри всіх процесів, а вони саме і формують технічні і економічні результати очисного виймання руди.

Тепер відмітимо ще один важливий аспект наведеної схеми. Ця схема відображає виконання робіт, які виконуються виключно при очисному вийманні руди у виїмковій одиниці III. Однак у цій одиниці виконуються ще певні додаткові роботи, а саме роботи з підготовки запасу руди до відпрацювання I, роботи з нарізання запасу блока/панелі II для підготовки його до безпосереднього виконання очисного виймання. Крім того виконуються певні роботи із закриття виїмкової одиниці, які вже після здійснення у повному обсязі процесу очисного виймання руди IV.

До цього слід додати, що для забезпечення можливості виконання очисного виймання у виїмковій одиниці необхідно ще виконати ряд процесів з утворенням спеціальних об'єктів для здійснення водовідливу, енергозабезпечення (стислим повітрям та електроенергією), безпеки праці.

На виконання всіх цих робіт також потрібне вкладення певних фінансових коштів і часу, але обсяг їх менший за обсяг коштів і часу, які необхідні для безпосереднього виконання процесу очисного виймання руди у виїмковій одиниці. Однак необхідність виконання цих робіт потребує врахування у економіко-математичній моделі для визначення величин показників економічної ефективності виконання процесу очисного виймання.



### 2.3. Формування бази знань інформаційної системи

База знань інформаційно-аналітичної системи представляє собою сукупність інформації різних типів, яка описує розроблені на теперішній час варіанти технологічних схем відпрацювання запасів виїмкових одиниць при розробці рудних родовищ.

Ця база надає інформацію про умови застосування таких технологічних схем за параметрами і характеристиками запасу руди, конструктивні рішення виїмкових одиниць які відповідає особливостям залягання і параметрам ділянок рудних покладів, на яких передбачається їх утворення, характеристики технологічних схем виконання процесу очисного виймання руди.

В базі знань інформація про технологічних схемах певним чином систематизована, тобто вона класифікована за ознаками цих схем. Основною їх ознакою є метод кріплення очисного простору.

У таблиці 2.1 наведена повна структурна схема цієї класифікації технологічних схем, за якою розроблена структура бази знань. Ця структура представляє послідовність файлів. Кожен з цих файлів має назву яка у цифровому вигляді вказує на місце розташування у лінійній таблиці кожного конкретного файлу. За цим номером кожна технологічна схема може бути знайдена у базі знань при вводі у неї параметрів, які характеризують умови залягання руди і гірничотехнічні умови на ділянці родовища, на якому передбачається утворення добувного блоку.

Структура класифікації має деревовидну структуру, кожен елемент якої ідентифікується певним номером. Ця нумерація відповідає структурі вказаної таблиці. За цією класифікацією всі технологічні схеми поділяються на п'ять основних класів, тобто перший стовпчик реляційної структури бази знань має п'ять елементів, а саме:

- перший клас технологічні схеми відпрацювання запасі в добувних блоків з відкритим очисним простором;
- другий клас технологічні схеми з магазину руди;

Таблиця 2.1 – Класифікація технологічних схем

Клас (спосіб підтримки очисного простору)	Група	Підгрупа		
		Напрямок очисних робіт у блоці	Спосіб відбивання руди	Спосіб доставки руди
I 3 відкритим очисним простором	1. Покрівлеуступ. системи	За повстанням	Шпурами	Самопливна
	2. Суцільні системи	За простяганням, за повстанням, за падінням	Шпурами, механічним	Скреперним установками, самохідним обладнанням
	3. Камерно-стовпові системи	За простяганням, за повстанням, за падінням	Шпурами, штанговими шпурами, свердловинами, механічним	Скреперним! установками, самохідним обладнанням, доставка вибухом
	4. Підповерхово-камерні системи	За простяганням, вхрест простягання	Штанговими шпурами, свердловинами	Скреперним! установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
	5. Поверхово-камерні системи	За простяганням, вхрест простягання, за повстанням	Свердловинами, концентраційними зарядами	Скреперними установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
II 3 магазинуванням руди	1. Системи з магазинуванням	За повстанням	Шпурами	Самопливна, самохідним обладнанням
	2. Поверхово-камерні системи	За повстанням	Свердловинами	Скреперними установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
III 3 кріпленням очисного простору	1. Системи з розпірним кріпленням 2. Системи зі станковим кріпленням	За повстанням	Шпурами	Самопливна, самохідним обладнанням
IV 3 закладанням очисного простору	1. Системи горизонтальними шарами із закладанням	За повстанням	Шпурами	Скреперними установками, самохідним обладнанням
	2. Система розробки похилими шарами із закладанням	За повстанням	Шпурами	Самопливна
	3. Покрівлеуступні системи із закладанням	За повстанням	Шпурами	Самопливна
	4. Системи розробки низхідною шаровою виїмкою із закладанням	За падінням	Шпурами	Самохідним обладнанням
	5. Підповерхово-камерні системи з закладанням	За простяганням, вхрест простягання	Штанговими шпурами, свердловинами	Скреперними установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
	6. Поверхово-камерні закладанням	За простяганням, вхрест простягання	Штанговими шпурами, свердловинами	Скреперними установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
V 3 обваленням бокових порід	1. Системи шарового обвал.	За падінням	Шпурами	Скреперними установками, самохідним обладнанням
	2. Ствові системи з обваленням покрівлі	За простяганням, за повстанням, за падінням	Механічне	Конвесрами
	3. Системи підповерхового обвалення	За простяганням, вхрест простягання	Свердловинами	Скреперними установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
	4. Системи поверхового обвал.	За простяганням, вхрест простягання	Свердловинами, концентраційним! зарядами	Скреперними установками, вібраційними живильниками, самохідним обладнанням
	5. Системи поверхового самообвалення	За повстанням	Самообвалення руди	Скреперним установками, самохідним обладнанням

- третій клас технологічні схеми з кріпленням очисного простору;
- четвертий клас технологічні схеми закладанням очисного простору;
- п'ятий клас технологічні схеми з обваленням бокових порід.

Поділ на класи технологічних схем має таку структуру за суттю методу підтримки очисного простору. З цим методом здійснюється у подальшому поділ класів на групи.

Перший клас – технологічні схеми з відкритим очисним простором їх суть полягає у тому що добувний блок відпрацьовується у два етапи, а саме утворюється спершу добувна камера загальний об'єм якого складає від 40% до 60% об'єму запасу об'єму всього добувного блоку. За цим технологічні схеми які відносяться до цього класу поділяються на групи, а саме технологічні схеми з відпрацюванням масиву руди уступними методом; друга група відпрацювання технологічні схеми з відпрацюванням запасу руди суцільними системами, тобто одним забоєм, третя група – камерно стовпові схем, які полягають у тому що відпрацювання здійснюють у суцільним забоєм, але у очисному просторі оставляють певні стовпи, що підтримують очисний простір четверта група підповерхово-камерні камерні системи. Ці системи характеризуються тим, що відпрацювання блоків здійснюється камерними схемами з їх підповерховими розташуванням у межах поверху, тобто їх розташування полягає у тому, що висота блоку поділяється на декілька поверхів і в кожному підповерху утворюється окрема добувна камера. П'ята група - поверхово-камерні системи, вони характеризуються тим що відпрацювання блоку здійснюється прямо на всю висоту поверху суцільним забоєм однією камерою.

Далі йдуть підгрупи які поділяються за напрямом добувних робіт у блоці, способом відбивання руди, способом доставки руди.

Описаний принцип структури поділу класів на групи і на підгрупи прийнятих і для всіх інших технологічних схем зі сіх класів.

Основні функціями бази сформованої за описаним принципом полягає у введенні нових варіантів технологічних схем у базу і розташуванні відповідного файлу з її описанням так у реляційній таблиці щоб його можна було знайти при

необхідності і вивести всю необхідну інформацію про нього на екран дисплею.

Дуга функція бази знань полягає у виконанні самого пошуку відомостей про технологічну схему, використання якої відповідає тим умовам, що мають місце при утворенні і функціонуванні конкретного добувального блока.

Такий пошук у розробленій базі знань реалізується методом пошуку по дереву рішень які носять назву нерегулярні дерева рішень

Суть нерегулярного дерева рішень полягає у наступному – якщо має місце задача вибору рішень в якому присутні декілька критеріїв вибору розташованих у певному порядку, то послідовно переглядаючи ці параметри, що описують ці критерії інформаційна система поступово наближається до так-званих листів дерева рішень.

Листя представляють саме ті рішення, які шукаються. Однак при такому пошуку має місце може виникнути ситуація, коли кожен з критеріїв має декілька діапазонів або окремих величин параметрів, що описують певні умови. Таким чином утворюється нерегулярне дерево, яке відрізняється від бінарного дерева рішень, в якому після кожного кроку має місце тільки два результати в залежності від того, які відповіді на запитання системи пошуку надає користувач. Такі відповіді у бінарному дереві можуть бути «так» або «ні». У даному ж разі при роботі з нерегулярними деревом таких відповідей може бути декілька і вони можуть бути кардинально різні.

При пошуку по нерегулярному дереву рішень користувач повинен надати певне числове значення або семантичне значення певного параметру, який може бути число або певний діапазон. При цьому система пошуку сама визначає у межі якого допустимого діапазону входять ці значення. Таких діапазонів може бути багато.

Сама процедура такого аналізу покладається на інформаційну систему, а не на користувача тому йому достатньо тільки ввести величини відповідного параметру. Критеріїв вибору може бути декілька і кожен раз в нерегулярному дереві буде виконуватись процедура порівняння введеного значення конкретного параметру і того діапазону, який є критерієм вибору відповідного

рішення. Цей пошук продовжується до тих пір, коли будуть вичерпані всі параметри і всі критерії вибору та пошук поступово наблизиться до так-званих «листів», а саме конкретного рішення або декількох рішень, які можуть мати співпадаючий діапазони певних параметрів.

Описаний метод у графічному вигляді наведений на рисунку 2.3. Біл детально його суть описана далі.

На початку пошуку оператор вводить в програму параметри, які описують умови здійснення розробки у конкретній виїмковій одиниці.

До цих параметрів відносяться:

- потужність покладу  $M$ , м;
- кут падіння покладу  $A$ , град.;
- глибина розташування виїмкової одиниці, для якої здійснюється вибір технологічної схеми розробки,  $H$ , м;
- значення коефіцієнта міцності руди у виїмковій одиниці за прийнятою системою класифікації гірських порід,  $F1$ , бали;
- коефіцієнт міцності порід висячого боку  $F2$ ;
- коефіцієнта міцності порід лежачого боку  $F3$ ;
- далі вводяться семантичні значення стійкості порід  $S$ .

Після цього дається оператор дає команду на початок пошуку пошук. Цей пошук за деревом рішень виконується у такому порядку. Пошук у базі знань реалізується за так званим метод «Послідовного виключення».

Цей метод полягає у наступному. Інформаційна система проглядає всі діапазони значень критеріїв вибору за першим з них – потужністю покладу. У даному разі таких діапазонів 4, а саме 5-10 м, 10-20 м, 21-30 м, 31-40 м. Це найбільш характерні діапазони величин потужностей покладів для залізорудних родовищ.

При перегляді цих діапазонів інформаційна система визначає у межі якого діапазону попадає значення потужності покладу  $A$ , який вказав користувач.

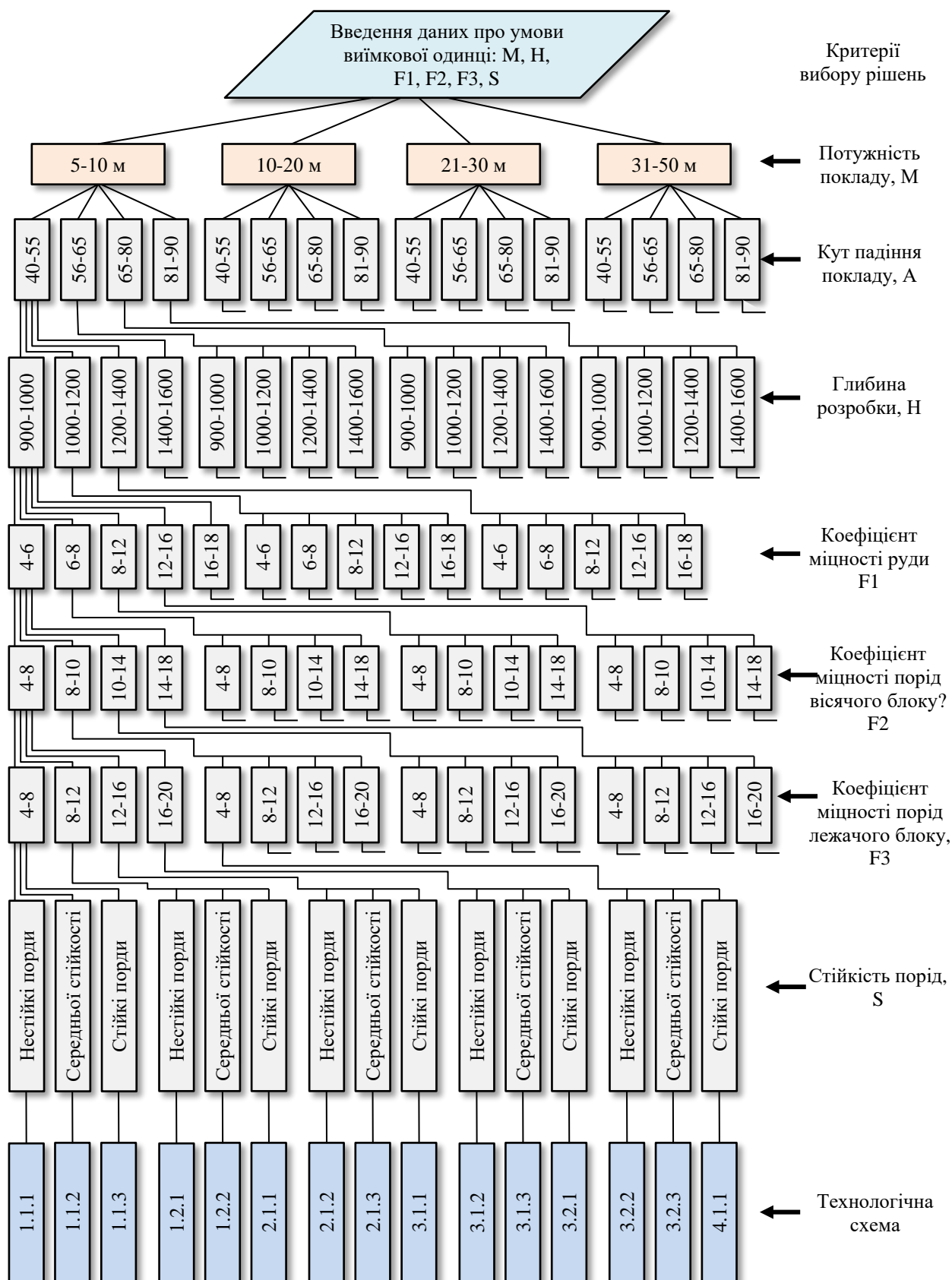


Рисунок 2.4 – Структура дерева рішень для пошуку технологічних схем запасів руди добувних блоків

За цим здійснюється виключення всіх рішень, критерій вибору яких за потужністю має інше значення ніж те яке вказав користувач виключається з подальшого пошуку. На цьому завершується перший крок пошуку.

На наступному, другому, кроці пошуку інформаційна система оцінює значення параметра – кут падіння покладу  $A$ .

Метод за яким вона відбирає рішення за цим критерієм такий же самий, як і описаний вище.

Далі інформаційна система здійснює аналіз даних шляхом співставлення ведених значень і критеріальних діапазонів за параметрами глибина розташування виїмкової одиниці  $H$ , коефіцієнт міцності руди у виїмковій одиниці  $F1$ ; коефіцієнт міцності порід висячого боку  $F2$ , коефіцієнт міцності порід лежачого боку  $F3$ , стійкість порід  $S$ .

На завершальному етапі пошуку інформаційна система доходить по вказаній структурі до ділянок, що містять коди технологічних схем, до яких ведуть відповідні шляхи проходження по дереву рішень.

Цей код система запам'ятовує і за ним звертається до бази знань, в якій вона знаходить описання тієї технологічної схеми, яка відповідає всім без винятку критеріям вибору.

У тому разі коди технічно прийнятних технологічних схем буде декілька систем вишукує їх тим же методом, але повторюючи проходи по дереву рішень декілька разів. При цьому вона запам'ятовує шляхи, по яких вона вже проходила щоб не повторювати їх на наступних циклах проходження по дереву рішень. Таким чином знаходиться декілька технічно прийнятних варіантів технологічних схем.

## **2.4 Описання ролі модулів інформаційно-аналітичної системи, які виконують функції математичного моделювання**

Як було сказано вище в розробленій інформаційно-аналітичній системі, які є ряд модулів функціями яких є визначення параметрів процесів, що повинні бути виконані за регламентом вибраної для аналізу технологічної схеми

відпрацювання запасу виїмкової одиниці.

Ці модулі розв'язують такі задачі: розрахунок параметрів буро-вибухових робіт; визначення параметрів процесу провітрювання виїмкової одиниці; визначення параметрів робіт з відновлення пошкоджених масовим вибухом елементів виїмкових одиниць; розрахунок параметрів випуску і доставки відбитої рудної маси; визначення параметрів процесу підтримки очисного простору; розрахунок економічних показників реалізації технологічної схеми відпрацювання запасу виїмкової одиниці.

Всі ці розрахунки здійснюються за специфікою вибраного для аналізу технологічної схеми відпрацювання запасу виїмкової одиниці і даними, що описують умови залягання руди у межах виїмкової одиниці, що проектується і даних про гірничотехнічні умови у масиві руди цієї виїмкової одиниці, які вказуються оператором.

Да отриманими результатами моделювання, які стосуються ефективності використання запасу руди оператор здійснює порівняння варіантів технологічних схем для визначення оптимального з них.

Тексти програм цих модулів для виконання відповідних розрахунків наведені у додатку до цієї роботи.

## **2.5 Висновки**

На основі результатів, які отримані за результатами виконання цього розділу роботи можна зробити такі висновки:

1. Автором розроблено структурну схему інформаційно-аналітичної системи вибору технологічних схем підземної розробки залізрудних родовищ.
2. Розроблено алгоритм роботи інформаційної системи для вибору оптимальних технологічних схем відпрацювання запасів виїмкових одиниць.
3. Розроблена структурна схема взаємозв'язку між процесами, які виконуються, які впливають на результати роботи технологічної схеми.
4. Автором сформовано базу знань інформаційної системи, яка містить



відомості про варіанти і характеристики технологічних схем підземної розробки запасів руди і з якої вибираються конкурентоспроможні варіанти технологічних схем їх відпрацювання.

5. Розроблений метод пошуку варіантів і підтримки прийняття рішень з вибору технологічних схем на основі методу дерева рішень.

6. Розроблена система математичного моделювання технологічних схем для визначення прогнозних результатів їх застосування та вибору та обґрунтування доцільності їх застосування.

### РОЗДІЛ 3

## РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ДОБУВНИХ БЛОКІВ

### 3.1 Описання роботи інформаційно-аналітичної системи

Далі у цьому розділі описаний порядок роботи користувача з інформаційно-аналітичною системою вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд, надані скріншоти екранів, що демонструють зображення, які виникають в процесі роботи з інформаційно-аналітичною системою і надані пояснення щодо розв'язання відповідних задач.

Порядок роботи з інформаційно-аналітичною системою і дії користувача при вирішенні задач, для яких вона розроблена, полягає у наступному.

Першим кроком користувача є завантаження в оперативну пам'ять комп'ютера головного модуля системи, назва файлу цього модуля ruda.exe.

Для цього необхідно знайти цей файл у списку файлів інсталяції ного пакета при використанні програмного забезпечення системи без її інсталяції, або заздалегідь здійснити інсталяцію і сформувавши відповідний ярлик.

При визові цього файлу на виконання на екрані виникне зображення, представлене на рисунку 3.1. На цьому рисунку наведена інформаційна панель системи. На панелі вказана назва системи «Інформаційно-аналітична система вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд», вказане прізвище та ініціали розробника, прізвище та ініціали керівника роботи, а також вказане місце розроблення системи і рік її розроблення.

Після цього при натисканні на будь-яку клавішу на клавіатурі буде завантажений у оперативну пам'ять комп'ютера керуючий модуль системи. При

цьому на екрані дисплею буде відображена робоча панель.

На панелі буде неведена меню команд системи, які може виконувати користувач в процесі роботи з нею.

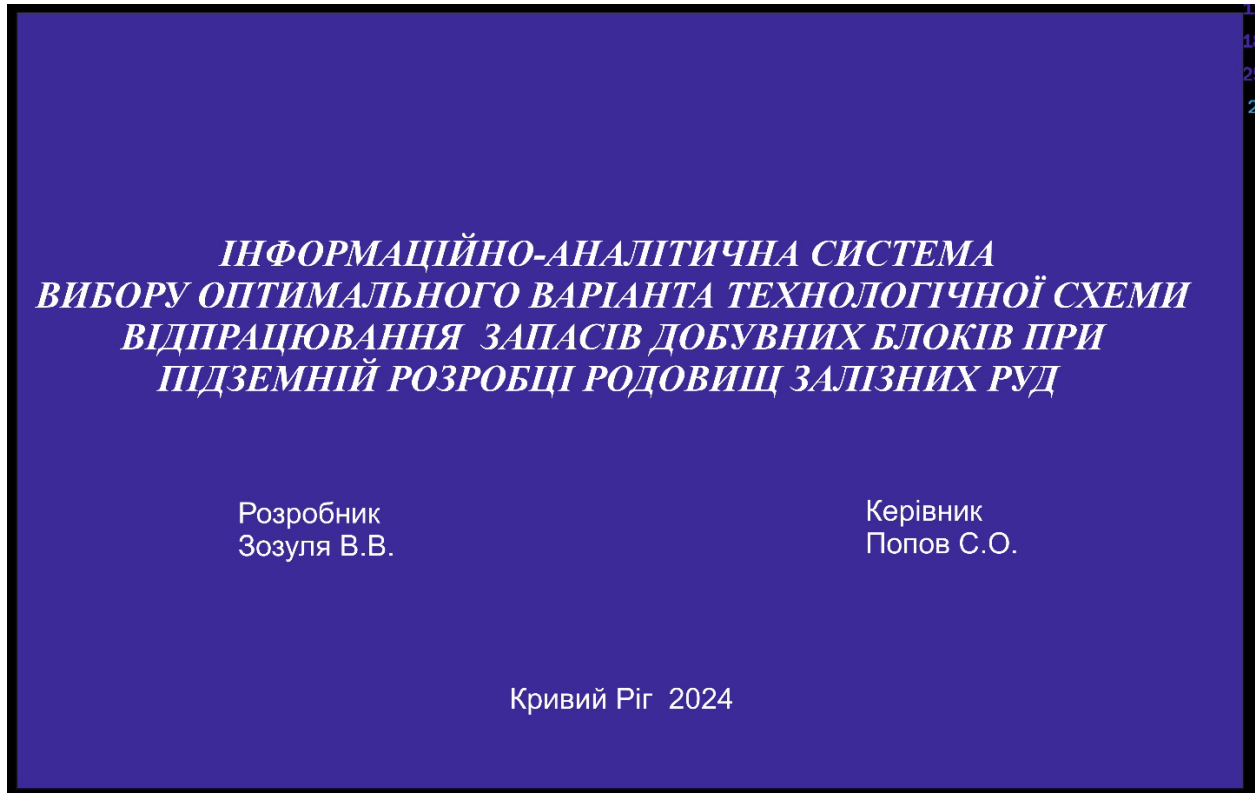


Рисунок 3.1 – Зображення інформаційної панелі системи

Зображення цієї панелі з повністю розкритим меню наведено на рисунку 3.2. Панель включає заголовок системи з її назвою і строку меню.

Меню інформаційно-аналітичної системи включає такі команди: Файл; Задача; Пошук; Модель; Допомога; Відомості.

Команда Файл призначена для виконання всіх дій, які потребують запису будь-якої інформації у відповідні файли або зчитування інформації з певного файлу. Це такі команди:

Створити – за цією командою створюється новий проект з вибору технологічної схеми і виконання її моделювання, або вибору декількох конкурентоспроможних технологічних схем і їх моделювання.

Запис – за цією командою вся отримана інформація після виконання вбору

технологічної схеми і виконання її моделювання буде записана в окремий файл, з якого у подальшому можна відновлювати необхідну інформацію для її аналізу.

Записати як – за цією командою також здійснюється запис інформації з результатів роботи з системою, але в форматах які вказує користувач. Це забезпечує можливість зчитування інформації іншими сумісними інформаційними системами і відображати ці результати.

Вихід – за цією командою виконується функція закриття всіх файлів з результатами роботи системи, а також файли які були підключені до системи на виконання при вирішенні різних задач і завантажені в оперативну пам'ять при початку роботи з інформаційною системою.

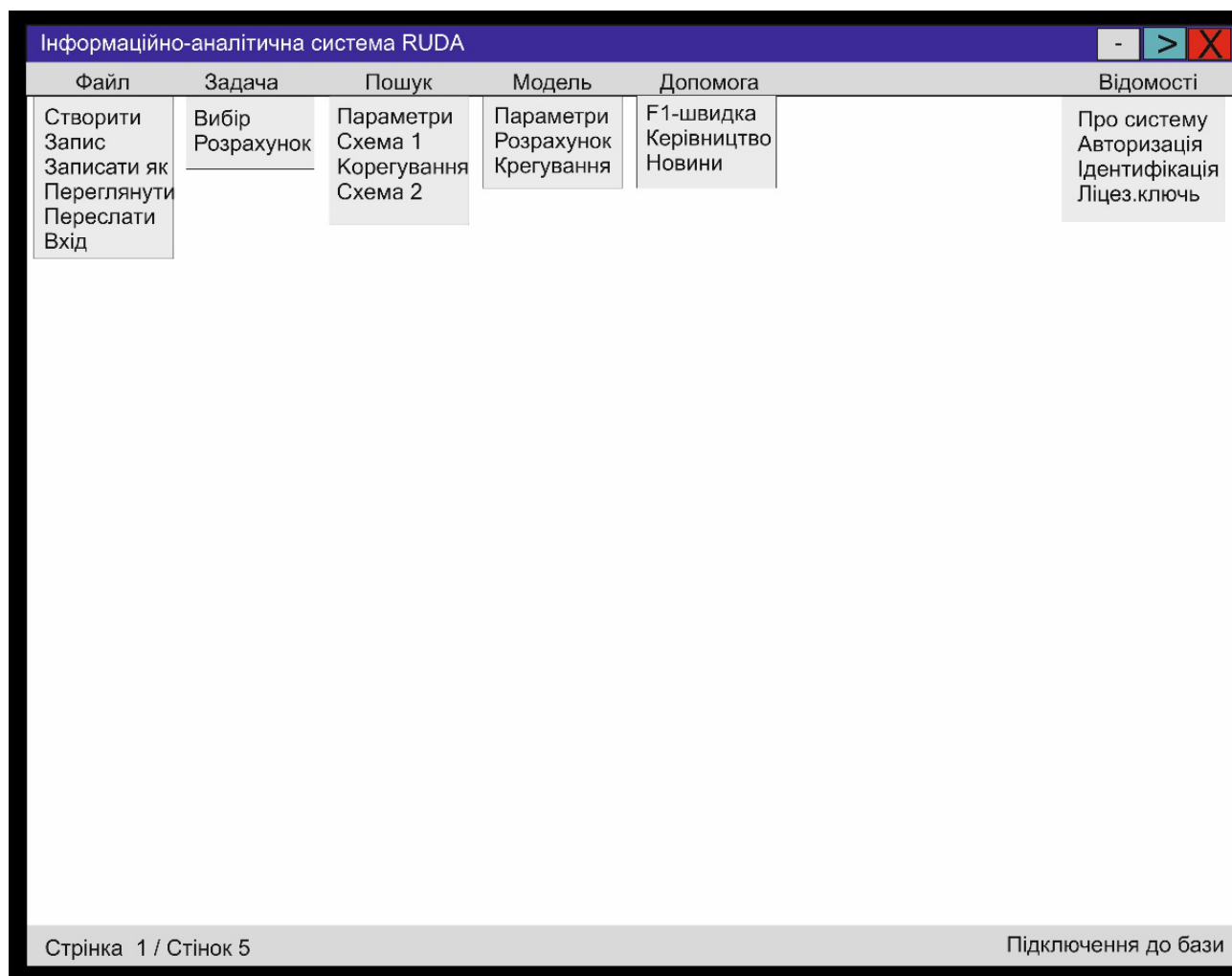


Рисунок 3.2 – Панель з робочим меню інформаційно-аналітичної системи

Пункт меню Задача включає два підпункти, а саме: підпункт Вибір і

підпункт Розрахунок.

За вибором команди Вибір виконується формування і завантаження в пам'ять комп'ютера всіх модулів бази знань інформаційно-аналітичної системи, необхідних виконання операції вибору технологічної схеми відпрацювання запасу виїмкової одиниці виключно за технічними характеристиками і умовами залягання запасу руди в межах виїмкової одиниці, а також гірничо-технічних умов у цій виїмковій одиниці.

За командою Розрахунок вибирається модулі і підпрограми, які необхідні для виконання моделювання системи тобто за цими командами завантажуються в оперативну пам'ять комп'ютера всі необхідні підпрограми, які необхідно використати для здійснення такого моделювання.

Першою задачею, яка повинна бути вирішена в процесі роботи з інформаційно-аналітичною системою є вибір технологічної схеми відпрацювання запасів виїмкових одиниць на основі геологічних умов залягання запасу залізної руди і гірничотехнічних умов на ділянці родовища, на якій передбачається створення виїмкової одиниці.

Для вирішення цієї задачі у інформаційно-аналітичній системі в меню є команда Пошук.

При виборі цього пункту меню відкривається список підменю, який включає такі команди: Параметри; Схема 1; Корегування; Схем 2.

При вирішенні задачі попереднього вибору технологічної схеми необхідно ввести дані, які описують умови залягання запасу руди і гірничотехнічні умови відпрацювання запасу.

Введення цих даних здійснюється шляхом виклику на виконання команди Параметри. При цьому на екрані дисплею відображається таблиця з назвами параметрів, які необхідні для такого вбору. Вид цієї панелі, наведений на рисунку 3.3.

Відповідний список у панелі включає такі параметри: потужність покладу у метрах; кут падіння покладу у градусах; глибина розробки у метрах; коефіцієнт міцності руди у балах; коефіцієнт міцності порід всячого боку покладу у балах;

коефіцієнт міцності рід лежачого боку у балах; показник – стійкість порід. Ці данні вводяться у відповідні комірки таблиці.

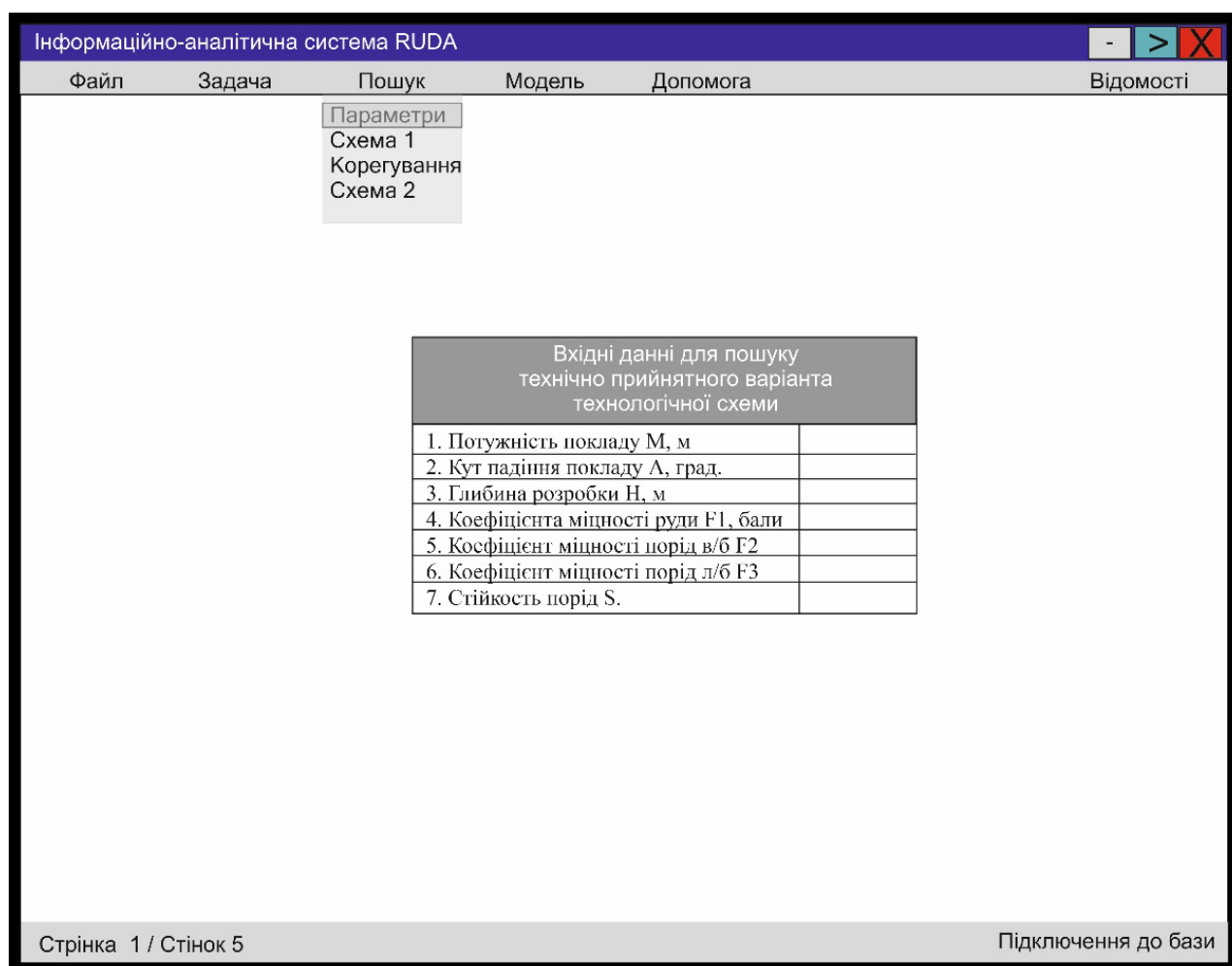


Рисунок 3.3 – Панель введення даних з умов залягання запасу руди

Після їх введення необхідно натиснути клавішу Enter і система перевіряє їх коректність, тобто відсутність виходу їх значень за межі дозволених діапазонів. У разі не виявлення таких помилок система почне пошук попереднього варіанта технологічної схеми у базі знань.

У тому разі якщо за певними умовами необхідно змінити первинні вхідні дані існує команда Коригування.

Ця команда виводить на екран дисплею таку ж саму таблицю як і у попередньому висновку і в неї знову вносяться дані, але вже відкориговані за новими результатами. Ці нові данні визначаються, наприклад, за результатами



технологічної схеми. У цьому описанні вказано біль повно умови використання цієї технологічної схеми, а також методи виконання підготовчих робіт при її реалізації, робіт з нарізання запасу руди, робіт з очисного виймання руди, а також методи закриття виїмкової одиниці після відпрацювання її запасу. Приклад такого описання наведений на рисунки 3.5.

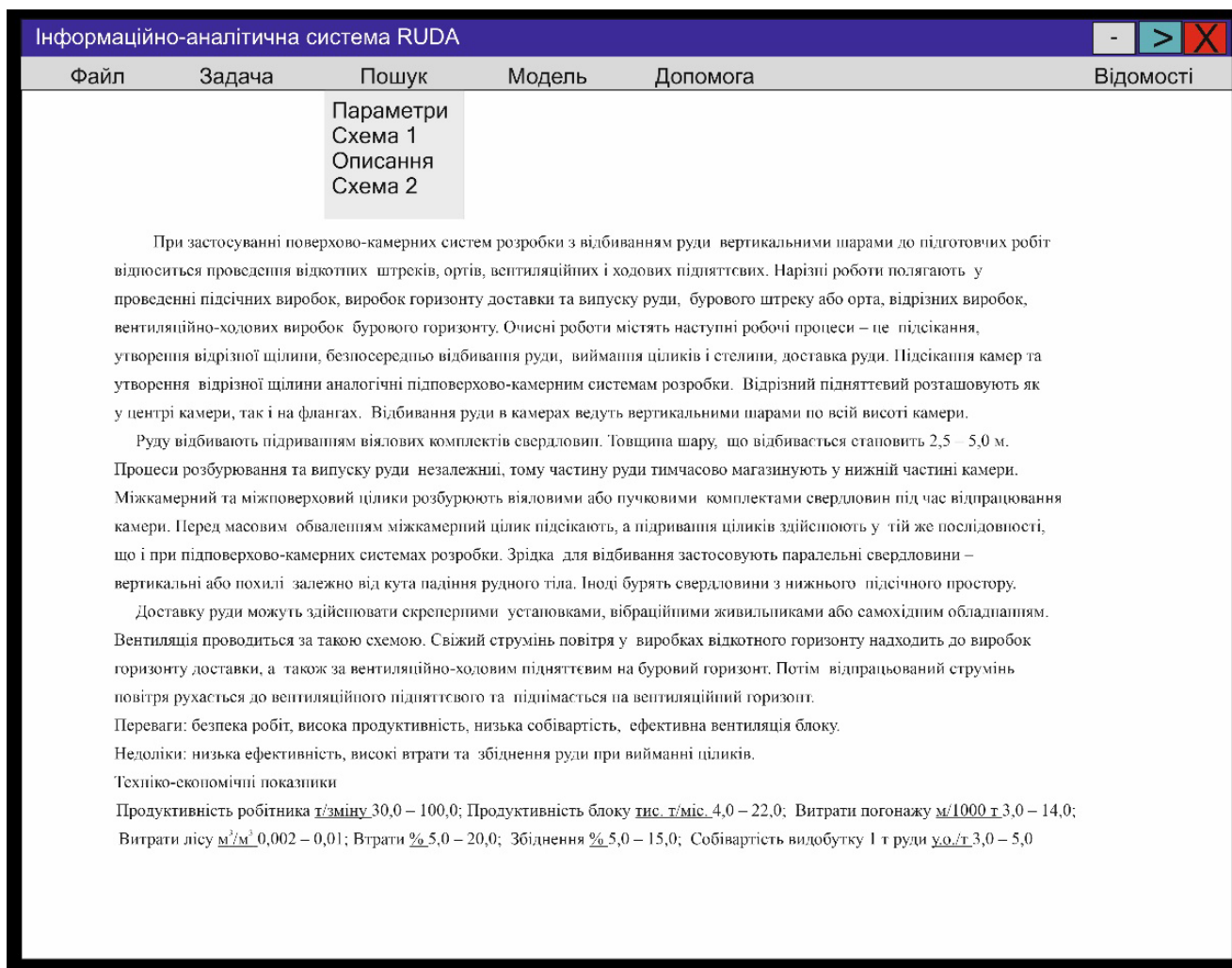


Рисунок 3.5 – Приклад панелі з описанням вибраного варіанта технологічної схеми

Після попереднього вибору технологічної схеми відпрацювання запасу конкретної виїмкової одиниці переходять до наступного кроку, а саме визначення характеристик цієї технологічної схеми, які вона буде мати у разі її застосування у конкретній виїмковій одиниці.

Для цього необхідно вказати системі параметри, за якими вона буде



виконувати розрахунок, приклад таблиці з для введення вхідних даних для моделювання наведений на рисунку 3.6.

Інформаційно-аналітична система RUDA

Файл    Задача    Пошук    Модель    Допомога    Відомості

Параметри

Блок № 123-127 гор.1115 м

№	Найменування параметра	Ед.изм.	Обозн.	Знач.
1	Балансовий запас руди	тыс.т	<i>B</i>	90,00
2	Розмір виїмкової одиниці навхрест потягання покладу	м	<i>m</i>	20,00
3	Розмір виїмкової одиниці по простяганню покладу	м	<i>a</i>	25,00
4	Умови контакту з обруш. породами (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7)	ед.	<i>K<sub>ошм</sub></i>	2,00
5	Інтенсивність випуску руди	(т/м <sup>2</sup> )/сут.	<i>I</i>	1,50
6	Коефіцієнт розпушення руди у насипному стані	доп.ед.	<i>K<sub>рп</sub></i>	1,40
7	Об'ємна вага руди в масві	т/м <sup>3</sup>	<i>γ<sub>p</sub></i>	3,80
8	Об'ємна вага <u>вмішаних</u> порід у розпушувачим стані	т/м <sup>3</sup>	<i>γ<sub>п</sub></i>	2,20
9	<u>Кускуватість</u> руди (дрібна-1; середн.-2; круп.-3)	ед.	<i>K<sub>кск</sub></i>	2,00
10	Коефіцієнт мішності руди <i>f</i>	ед.	<i>f</i>	6,00
11	Діаметр випускного отвору на основному горизонті	м	<i>d<sub>осн</sub></i>	1,50
12	Діаметр випускних отворів на горизонті, що уловлює	м	<i>d<sub>ст</sub></i>	1,50
13	Висота шару обваленої руди, що випускається.	м	<i>H<sub>c</sub></i>	28,00
14	Довжина козирка порожньої породи, що підробляється в л/б	м	<i>l<sub>л/б</sub></i>	5,00
15	Кут падіння л/б <u>очист.</u> простір на рівні основного гір.	град.	<i>α<sub>л/б</sub></i>	55,00
16	Кут падіння л/б <u>очищений</u> простір на рівні <u>вловл.</u> п/е	град.	<i>α<sub>л/б</sub></i>	55,00
17	Середній кут падіння висячого боку	град.	<i>α<sub>сб</sub></i>	55,00
18	Висота рудного щілка у в/б	м	<i>h<sub>1</sub></i>	5,00
19	Відстань між випускним отворами навхрест простяг. на <u>осн. гор.</u>	м	<i>l<sub>к</sub></i>	5,00
20	Відстань між <u>вип.</u> отворами по простяганню на основному <u>гор.</u>	м	<i>l<sub>п</sub></i>	5,00
21	Відстань між <u>вип.отворами</u> навхрест простягання на <u>уловл. гор.</u>	м	<i>l<sub>к</sub></i>	5,00
22	Відстань між <u>вип.</u> Отворами по простяганню на <u>уловл. гор.</u>	м	<i>l<sub>п</sub></i>	5,00
23	Довжина козирку <u>пуст.</u> породи, <u>подпраць</u> у л/б на улов п/е	м	<i>l'<sub>л/б</sub></i>	5,00
24	Відстань від основного гір. до гір, що уловлює.	м	<i>H<sub>о</sub></i>	12,00
25	Середній вміст <u>Fe</u> у балансовому запасі	%	<i>C<sub>б</sub></i>	62,00
26	Зміст <u>Fe</u> в останній дозі випуску	%	<i>C<sub>доз</sub></i>	45,00
27	Зміст <u>Fe</u> у дучках верхньої раніше відпрацьованої виім.	%	<i>C<sub>де</sub></i>	45,00
28	Зміст <u>Fe</u> у породах висячого боку	%	<i>C<sub>сб</sub></i>	38,00
29	Зміст <u>Fe</u> у породах лежачого боку	%	<i>C<sub>лб</sub></i>	32,00
30	Категорія умов відпрацювання (1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12)	ед.	<i>K<sub>у</sub></i>	3,00
31	Вага руди з відрізної щільної або компенсації. камери	тыс.т	<i>Q<sub>схм</sub></i>	40,00
32	Вага руди, вигягнутої з нарізних виробок	тыс.т	<i>Q<sub>впр</sub></i>	4,00
33	Первинні втрати руди	тыс.т	<i>П<sub>п</sub></i>	0,00
34	Первинне засмічення	тыс.т	<i>З<sub>п</sub></i>	0,00
35	Вміст <u>Fe</u> у руді первинних втрат	%	<i>C<sub>пв</sub></i>	0,00
36	Вміст <u>Fe</u> в породах первинного засмічення	%	<i>C<sub>пз</sub></i>	0,00

Блок введення даних для моделювання

Рисунок 3.6 – Таблиця вводу даних для моделювання технологічної схеми

На цьому рисунку представлена таблиця, яка включає такі основні параметри для виконання математичного моделювання: Балансовий запас руди виїмкової одиниці; Розмір виїмкової одиниці навхрест простягання покладу руди; Розмір виїмкової одиниці по простяганню покладу; Умови контакту з обрушеними породами за категоріями 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; Інтенсивність випуску руди з очисного простору; Коефіцієнт розпушення руди у насипному стані;

Об'ємна вага руди в масиві; Об'ємна вага вміщуючих порід у розпушеному стані; Кускуватість руди (дрібна-1; середня-2; крупна-3); Коефіцієнт міцності руди  $f$ ; Діаметр випускного отвору в днищі блока; Висота шару обваленої руди, що випускається; Довжина козирка порожньої породи, що підробляється в л/б; Кут падіння лежачого боку покладу; Середній кут падіння вісячого боку покладу; Висота рудного цілика у вісячому боці виїмкової одиниці, як що такий має місце; Відстань між випускними отворами навхрест простягання покладу руди; Відстань між випускними отворами по простягання покладу; Середній вміст Fe у балансовому запасі руди; Вміст Fe в останній дозі випуску; Вміст Fe в дучках верхньої відпрацьованої виїмкової одиниці; Вміст Fe у породах вісячого боку; Вміст Fe у породах лежачого боку; Категорія умов відпрацювання виїмкової одиниці; Вага руди, вилученої з відрізної щілини або компенсації; Вага руди, вилученої з підготовчих виробок; Первинні втрати руди; Первинне засмічення рудної маси; Вміст Fe у руді первинних втрат; Вміст Fe в породах первинного засмічення.

Після виконання моделювання система виводить на екран дисплею всі проміжні результати, які представляють параметри, з величинами яких повинна бути сформована виїмкова одиниця і технологічна схема відпрацювання запасу блоку, для того щоб забезпечити прийнятні величини ефективності відпрацювання цього запасу. Приклад цієї таблиці, наведений на рисунки 3.7.

Інформаційно-аналітична система RUDA						- > X					
Файл		Задача		Пошук		Модель		Допомога		Відомості	
Параметри Розрахунк											
Розрахунок технічних характеристик елементів розробки при застосованій технологічній схемі відпрацювання запасу виймкової одиниці											
Блок 123-127 гор.1115 м											
№	Назви параметрів	Одиниці	Позначення	Знач.	Форм.						
1	Балансовий запас руди	тис. т	B	90,000	ИД	40	Висота рудного щіпка у висячому боці	м	h1	5,000	ИД
2	Середній вміст Fe у балансовому запасі	%	Cб	62,000	ИД	41	Середній кут падіння висячого боку	град.	αвб	55,000	ИД
3	Вага заліза у руді балансового запасу	тис. т	Pб	55,800	10.1.1	42	Довжина зони випуску в хрест простягання покладу	м	Nв	21,499	10.2.10.1
4	Первинні втрати руди	тис. т	Pт	4,000	ИД	43	Довжина козирка підробленої ділянки порід в/б	м	lвб	16,105	10.2.10.2
5	Зміст Fe у руді первинних втрат	%	Cвт	2,000	ИД	44	Середньозважена висота шару обваленої руди	м	hср	19,385	10.2.11
6	Вага втраченого металу на різ. первинних втрат	тис. т	Pвт	5,000	10.1.2	45	Відст. між вип.відп. вкреспростір. на горизонті	м	lс	5,000	ИД
7	Коефіцієнт первинних втрат	ед.	Kвт	2,000	10.1.3	46	Висота перетину кривих випуску в хрест простяг.	м	hс	11,935	10.2.12
8	Первинне засмічення	тис. т	Zв	7,000	ИД	47	Відстань між вип.отворами по простір	м	lс	5,000	ИД
9	Зміст Fe в породах первинного засмічення	%	Cзв	62,000	ИД	48	Висота перетину кривих випуску по простір.	м	hзв	11,935	10.2.13
10	Вага Fe, що надійшов з породами засмічення	тис. т	Pзв	70,000	10.1.4	49	Коефіцієнт вилучення чистої руди	дол.ед.	Uч	0,731	10.2.14
11	Коефіцієнт первинного засмічення	дол.ед.	Kзв	12,000	10.1.5	50	Відстань від основного горизонту до зловлюючого.	м	Hз	12,000	ИД
12	Виймковий запас	тис. т	B	90,000	10.1.6	51	Висота підлоу, що зловлює	м	Hп	16,000	10.3.1
13	Середній вміст Fe у виймковому запасі	%	Cв	62,000	10.1.7	52	Довжина козирка порожньої породи в л/б на улов п/е	м	l'вб	5,000	ИД
14	Вага Fe у виймковому запасі	тис. т	Pв	55,800	10.1.8	53	Кут падіння покладу на рівні підповерху	град.	α'вб	55,000	ИД
15	Розмір виймкової одиниці вхрест простягання	м	m	20,000	ИД	54	Висота вип. шару руди на уловл. п/е	м	H'вб	8,859	10.3.2
16	Розмір виймкової одиниці по розпуганню покладу	м	a	25,000	ИД	55	Діаметр випускного отвору на горизонті	м	dз	1,500	ИД
17	Умови контакту з обруш. породами (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7)	ед.	Kкон	2,000	ИД	56	Макс. висота фігури випуску	м	h'макс	15,428	10.3.3
18	Еквівалентна ширина блоку/панелі	м	Aэкв	14,286	10.2.1	57	Висота руд. шару за зоною впливу отворів уловл. п/е	м	H'вст	2,047	10.3.4
19	Інтенсивність випуску руди	(т/м²)сут.	I	1,500	ИД	58	Показник сипкості руди на уловлюючому п/е	дол.ед.	P'	0,737	10.3.5
20	Об'єм вага вміст. порід у розпушувачі.	т/м³	γв	2,200	ИД	59	Відстань між вип.отв. в хрест простір. на уловл. п/е	м	l'с	5,000	ИД
21	Величина тиску в межах зони розпушування	МПа	Gв	0,938	10.2.2	60	Висота перетнути. вивр. випуску в хрест простяг.	м	h'с	11,935	10.3.6
22	Кускуватість руди (дрібна-1; серед.-2; круп.-3)	ед.	Kкуск	2,000	ИД	61	Відст. між вип.отв. по простір. на улов п/е	м	l'с	5,000	ИД
23	Коефіцієнт розпушення руди у наспинному стані	дол.ед.	Kрп	1,400	ИД	62	Висота перетнути. кривих вивр. випуску по простір	м	h'зв	11,935	10.3.7
24	Коефіцієнт фортеці руди f	ед.	f	6,000	ИД	63	Коеф. внягн. чистої руди на уловл. п/е	дол.ед.	U'ч	0,529	10.3.8
25	Коеф. розпушення руди в межах еліпсоїда розпушує	дол.ед.	Kрп	1,295	10.2.3	64	Коеф. внягн. чистої руди із тр. л/б	дол.ед.	U'ч	0,216	10.3.9
26	Коефіцієнт E	ед.	E	10,000	ИД	65	Коеф. вилучення чистої руди з блоку/панелі	дол.ед.	U'ч	0,428	10.4.1
27	Кут обвалення вивр. випуску	град.	αв	55,000	ИД	66	Коеф. вчгть. співвідношення об'ємних ваг порід	η	η	0,617	10.4.2
28	Опір матеріалу зсуву	т/м²	τ	7,000	ИД	67	Категорія умов (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12)	ед.	Kγ	3,000	ИД
29	Кут обвалення вивр. випуску	град.	α	60,793	10.2.4	68	Вміст Fe у дучках верхньої виймкової одиниці	%	Cрв	45,000	ИД
30	Кут випуску руди	град.	θ	75,396	10.2.5	69	Вміст Fe у породах висячого боку	%	Cвс	38,000	ИД
31	Об'ємна вага руди в масиві	т/м³	γр	3,800	ИД	70	Вміст Fe у породах лежачого боку	%	Cл	32,000	ИД
32	Діаметр фігури розпушування	м	D	9,540	10.2.6	71	Вміст Fe в засмічують породах	%	Cз	38,500	ИД
33	Діаметр випускного отвору на основному горизонті	м	dвип	1,500	ИД	72	Вміст Fe в останній дозі випуску	%	Cост	45,000	ИД
34	Максимальна висота фігури випуску	м	h'макс	15,428	10.2.7	73	Коеф. видимого внягн.	дол.ед.	γ	0,925	10.4.3
35	Показник сипкості обваленої руди	дол.ед.	P	0,737	10.2.8	74	Середній вміст заліза у випушеній руд.масі	%	Cсрв	56,346	10.4.4
36	Висота шару обваленої руди, що випускається.	м	Hс	28,000	ИД	75	Вага руди, внягн.утої з відрізної щіпки або комп.	тис. т	Qвняг	40,000	ИД
37	Довжина козирка порожньої породи, що піробляється в л/б	м	l'вб	5,000	ИД	76	Вага руди, внягн.утої з ПНР	тис. т	Qвняг	4,000	ИД
38	Кут падіння л/б очист. простір. на рівні основн. гор.	град.	αос	55,000	ИД	77	Питомий обсяг руди компенсаційного простору	%	U'комп	44,444	10.4.5.1
39	Висота шару, що випускається	м	Hвст	20,859	10.2.9	78	Питомий обсяг руди, здобутий. з комп. простір ПНР	дол.ед.	U'вст	0,489	10.4.5.2

Блок виведення результатів моделювання

Рисунок 3.7 – Представлення проміжних результатів моделювання

Після відображення цієї таблиці необхідно натиснути клавішу Enter і на екран дисплею буде виведена таблиця 3.8.

В цій таблиці будуть наведені параметри, величини яких характеризують ефективність відпрацювання запасу виймкової одиниці.

Величини цих показників є основою для прийняття рішення про прийняття або неприйняття цієї технологічної схеми до реалізації.

Слід зауважити, що у разі прийняття цієї технологічної схеми на її основі розробляється відповідний технологічний проект. Отримані при вищевказаному розрахунку дані є основою для визначення параметрів цієї схеми із отриманням розрахованих (прогнозних) результатів.

Інформаційно-аналітична система RUDA											
Файл		Задача		Пошук		Модель		Допомога		Відомості	
Параметри Розрахунок											
Показники ефективності використання запасу руди при застосованій технологічній схемі його відпрацювання											
Блок 123-127 гор.1115 м											
№	Назви параметрів	Одиниці	Познач.	Знач.	Форм.						
1	Коеф. вилуччч чистої руди з урахуванням руди з ПНР	дол.ед.	$U_{бг}$	0,708	10.4.6						
2	Коеф. вилучення руди з урахуванням руди з ПНР	дол.ед.	$K_{ви}^*$	0,962	10.4.7						
3	Містить Fe в видобутій рудній масі	%	$C_{д}$	59,219	10.4.8						
4	Втрати якості виїмкового запасу	%	$\Delta C_{в}$	2,781	10.4.9						
5	Коеф. засмічення рудної маси	дол.ед.	$k_{з}$	<b>0,118</b>	10.4.10						
6	Коеф. втрат руди виїм. запасу без триуг. л/б	дол.ед.	$k_{н}^*$	0,152	10.4.11						
7	Коеф втрат руди (загальні втрати)	дол.ед.	$k_{н}$	<b>0,153</b>	10.4.12						
8	Вага втраченої руди виїмкового запасу	тис.т	$Q_{не}$	13,813	10.4.13						
9	Вага втраченого металу виїмкового запасу	тис.т	$P_{не}$	8,564	10.4.14						
10	Коефіцієнт видимого вилучення	Дол.ед.	$K_{ви}$	0,960	10.4.15						
11	Прогнозований обсяг видобутку рудної маси	тис.т	$D$	86,411	10.4.16						
12	Видобуто рудної маси у чистому вигляді	тис.т	$D_{ч}$	61,138	4.17						
13	Вміст заліза у видобутій чистій руді	%	$C_{чд}$	62,000	4.18						
14	Вага заліза у рудній масі, здобутий у чистому вигляді	тис.т	$P_{чд}$	37,906	4.19						
15	Вага засмічальних порід у видобутій рудній масі	тис.т	$Q_{з}$	10,224	10.4.20						
16	Видобуто засміченої рудної маси	тис.т	$D_{з}$	25,272	10.4.21						
17	Вміст засміченої руди у видобутій рудній масі	%	$K_{зд}$	29,247	10.4.22						
18	Середній вміст заліза в засміченій рудній масі	%	$C_{дз}$	52,493	10.4.23						
19	Вага заліза в засміченій рудній масі	тис.т	$P_{з}$	13,266	10.4.24						
20	Вага видобутого металу	тис.т	$P_{д}$	51,172	10.4.25						
21	Загальні втрати металу запасу виїмки	тис.т	$P_{не}$	4,628	10.4.26						
22	Вміст заліза у втраченій руді виїмкового запасу	%	$C_{не}$	62,000	10.4.27						
23	Коефіцієнт вилучення металу виїмкового запасу	дол.од.	$K_{чмв}$	0,917	10.4.28						
24	Коефіцієнт розбиття руди виїмкового запасу	%	$R$	4,485	10.4.29						

Блок виведення результатів моделювання

Рисунок 3.7 – Показники ефективності реалізації вибраної технологічної схеми

У разі якщо таких технологічних схем буде декілька всі вказані дії необхідно повторити стільки раз скільки буде вибрано технічно прийнятних технологічних схем.

За оцінкою результатів розрахунків, наведених таблиці 3.6 вибирається найліпша схема за повнотою використання запасу руди виїмкової одиниці.

На цьому вибір технологічної схеми і їх моделювання завершується. Після цього виконується вихід із системи шляхом вибору команди Вихід у головному меню системи.

## **3.2 Висновки**

За результатами виконаної роботи за цим розділом можна зробити такі висновки:

1. Розроблено інтерфейс інформаційно-аналітичної системи вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд.

2. Розроблено порядок управління модулями системи при розв'язанні конкретних задач.

3. Описана взаємодія користувача інформаційно-аналітичної системи.

4. Надані прилади конкретних дій користувача при роботі з конкретними модулями системи для розв'язання спеціалізованих задач.



## ВИСНОВКИ

За результатами виконаної кваліфікаційної роботи можна зробити такі висновки:

1. Одним з важливих видів корисних копалин, запаси якого представляють сировинний ресурс стратегічного значення для України, є залізні руди. Видобуток цих руд і виробництво з них товарної залізорудної продукції (концентрат, окатиші, агломерат) забезпечує до 6% ВВП країни.

2. До 20% товарних видів залізорудної продукції в Україні виробляється при застосуванні підземного способу розробки залізорудних родовищ. Цей спосіб розробки має особливе значення для забезпечення функціонування і перспектив розвитку гірничодобувної промисловості України, що зумовлене специфікою його технології. Ця технологія забезпечує можливість економічно доцільного видобутку цих руд у дуже складних гірничотехнічних умовах, при яких відкритий спосіб розробки є економічно неефективним.

3. Однак, переваги підземного способу розробки досягається за рахунок складної технологічної схеми видобутку руди, яка реалізується у основних виробничих об'єктах гірничодобувних підприємств – виїмкових одиницях (добувних блоках/панелях).

4. У зв'язку із сказаним актуальною задачею, яка виникає перед гірничодобувними підприємствами в процесі підготовки до підземної розробки родовищ залізних руд, є необхідність забезпечення її ефективності. Складність розв'язання цієї задачі обумовлюється тим, що на цю ефективність впливає багато факторів різних видів, походження і характеру дії.

5. Одну з ключових ролей у забезпеченні цієї ефективності відіграє правильний вибір технологічної схеми для кожного конкретного добувного блока/панелі.

6. Для конкретних виїмкових одиниць такі рішення можуть мати багато різних технічно прийнятних варіантів. Однак ці варіанти мають і певні, а часто і принципові, технологічні і технічні відмінності. Наслідком цього є те, що їх

реалізація у одних і тих умовах приводить до різних результатів розробки.

7. Для вибору оптимального варіанта з цих схем при проектуванні застосовується *Метод варіантів*. Цей метод полягає у виборі групи найбільш технічно прийнятних варіантів технологічних схем шляхом їх математичного моделювання і визначення прогностичних результатів їх застосування та порівняння схем між собою або з параметрами, які необхідні підприємству.

8. За складністю такого моделювання і вибору технологічної схеми необхідна спеціалізована комп'ютерна інформаційно-аналітична система.

9. Для розроблення такої системи автором було виконане наступне:

- проведено огляд і аналіз літературних джерел, в яких описані основні умови, в яких застосовуються різні технологічні схеми відпрацювання їх запасів;

- проаналізовано основні вимоги до технології підземної розробки залізних руд;

- визначено склад питань, які необхідно вирішити при проектуванні технологічних схем підземної розробки залізородних родовищ;

- проаналізовано класифікацію технологічних схем підземної розробки;

- проаналізовано принципи вибору та обґрунтування доцільності та ефективності використання різних технологічних схем підземної розробки;

- визначено основні види дії, які необхідно виконати проектувальнику для того щоб вибрати оптимальну технологічну схему;

- визначено основні показники ефективності технологічних схем, за якими здійснюється вибір їх оптимальних варіантів.

10. На основі цих даних автором розроблено структурну схему інформаційно-аналітичної системи вибору технологічних схем підземної розробки залізородних родовищ.

11. Розроблено алгоритм роботи інформаційної системи для розв'язання задачі вибору оптимальних технологічних схем відпрацювання запасів добувних блоків, розроблена структурна схема взаємозв'язку різними процесам, які виконуються при цьому і впливають на результати роботи технологічної схеми.

12. Автором сформовано базу знань інформаційної системи, яка містить

відомості про варіанти і характеристики технологічних схем підземно розробки рудних родовищ і з якої вибираються конкурентоспроможні варіанти технологічних схем.

14. Розроблений метод пошуку варіантів і підтримки прийняття рішень з вибору технологічних схем на онові методу дерева рішень.

15. Розроблена система математичного моделювання технологічних схем для визначення прогнозних результатів їх застосування, вибору та обґрунтування доцільності їх застосування.

16. Розроблено інтерфейс інформаційно-аналітичної системи вибору оптимального варіанта технологічної схеми відпрацювання запасів добувних блоків при підземній розробці родовищ залізних руд.

17. Розроблено порядок управління модулями системи при розв'язанні конкретних задач.

18. Описана взаємодія користувача інформаційно-аналітичної системи.

19. Надані прилади конкретних дій користувача при роботі з конкретними модулями системи для розв'язання спеціалізованих задач.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кодекс України про надра : Відомості Верховної Ради України, 1994. №36. ст. 340.
2. Гірничий закон України : Закон України від 06.19.1999 № 11127XIV. Відомості Верховної Ради України. 1999. №50, ст. 433.
3. Перелік корисних копалин загальнодержавного та місцевого значення. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 грудня 1994 р. №827. У редакції постанови Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2011 р. №1370. URL : <https://www.kmu.gov.ua/npas/20058044> (дата звернення 07.07.2024).
4. НПАОН 00.0-1.01-85. Єдині правила охорони надр при розробці родовищ твердих корисних копалин. Чинний від 1985-05-14. URL : [https://budstandart.ua/normativ-document.html?id\\_doc=57995](https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=57995) (дата звернення 15.08.2024).
5. Інструкція з геологічного обслуговування гірничодобувних підприємств які розробляють залізні руди підземним способом. Кривий Ріг : НІГРІ, 1997. 85 с.
6. Положення про проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин за ступенем підготовленості до видобування. Затверджено наказом Міністерства промислової політики України від 07.05.2004. № 221. Документ z0846-04. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-04#Text> (дата звернення 15.08.2024)
7. Попов С. О., Капланець М. Е., Чередниченко О. Є., Коцюруба Ю. Г., Кучерявенко І. А. Методичні рекомендації з підготовки проектів нарізних і очисних робіт у виїмкових одиницях при підземному видобутку залізних руд та визначенню його економічних характеристик. Кривий Ріг : КТУ, 2007. 38 с.
8. РИ, 1984. 38 с.
9. Калініченко В. О., Ступнік М. І, Федько М. Б. Визначення параметрів підземної розробки рудних родовищ. Кривий Ріг : ФОП Бурова О. А.

2019. 282 с.

10. Попов С. О., Бабец Є. К., Колосов В. О., Рудько Г. І. Стан і перспективи розвитку залізорудної промисловості України. Збірник наукових праць «Науково-дослідного гірничорудного інституту» ДВНЗ «Криворізький національний університет». Кривий Ріг, 2015. №55. С. 12–36.

11. Рудько Г. І., Курило М. М., Радованов С. В. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. Київ : Вид-во «АДЕФ-Україна», 2011. 384 с.

12. Методика визначення вартості запасів і ресурсів корисних копалин родовища або ділянки надр, що надаються у користування. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 р. № 1117. Геологічне право України: систематизований збірник нормативно-правових актів. Укл. Р. С. Кірін. Дніпро : НГУ, 2012.

13. Кучерявенко І. А. Проектування рудників. Київ : ІСДО, 1995. 248 с.

14. Хоменко О. Є., Кононенко М. М., Савченко М. В. Технологія підземної розробки рудних родовищ. Дніпро : НТУ «ДП», 2018. 450 с.

15. Хоменко О. Е., Кононенко М. Н., Зубко С. А. Процессы при подземной разработке рудных месторождений. Днепр : НГУ, 2015. 202 с.

16. Industry 4.0 в Україні . URL : <https://industry4-0-ukraine.com.ua/> (дата звернення 15.04.2022).

17. Яненкова І.Г. Цифрова трансформація промисловості України: Ключові акценти. Київ : Проблеми економіки, 2017. С. 179–184.

18. Цифрова економіка України. URL : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова\\_економіка\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова_економіка_України) (дата звернення 23.11.2023).

19. Кучерявенко І. А., Ступнік М. І., Попов С. О. Колосов В. О., Назаренко М. В. Основи автоматизованого проектування підземних рудників. Кривий Ріг : Вид-во ДВНЗ «КНУ», 2015. 353 с. 15 найкращих інструментів для планування проектів. URL : <https://worksection.com/ua/blog/best-project-planning-tools.html/> (дата звернення 14.05.2023).

20. Моркун Н. В., Завсегдашня І. В. методичнів казівки до виконання

кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) освітнім рівнем для здобувачів спеціальності 122 комп'ютерні науки усіх форм навчання. Кривий Ріг, КНУ, 2020. 23 с.

21. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. Київ, ДП «УкрННЦ», 2015. 26с. (Інформація та документація).

22. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання Київ, ДП «УкрННЦ», 2016. 16 с. (Інформація та документація).

23. ДСТУ 3582:2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень в українській мові. Загальні вимоги та правила. Київ, ДП «УкрННЦ», 2013. 23 с. (Інформація та документація)

24. ДСТУ 3651.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення Київ, Держстандарт України, 1998. 27 с. (Інформація та документація).

# ДОДАТКИ

## ПРОГРАМА ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПІДЗЕМНОЇ РОЗРОБКИ ЗАЛІЗНИХ РУД

```
Public Class Form1
    Private Sub Label2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Label2.Click, Label9.Click, Label8.Click, Label7.Click, Label6.Click, Label5.Click,
Label4.Click, Label3.Click, Label11.Click, Label10.Click
    End Sub
    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
    Form2.Show()
    Me.Hide()
    End Sub
    Private Sub Label12_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
    End Sub
End Class
    Private Sub ToolStripMenuItem5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles ToolStripMenuItem5.Click
    End Sub
    Private Sub ToolStripMenuItem1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles ToolStripMenuItem1.Click
    End Sub
    Private Sub ВибірToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles ВибірToolStripMenuItem.Click
    Form3.Show()
    End Sub
    Private Sub РозрахунокToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles РозрахунокToolStripMenuItem.Click
    End Sub
    Private Sub ПараметриToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles ПараметриToolStripMenuItem.Click
    Form4.Show()
    End Sub
    Private Sub Схема1ToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Схема1ToolStripMenuItem.Click
    End Sub
    Private Sub КорегуванняToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles КорегуванняToolStripMenuItem.Click
    End Sub
    Private Sub ПараметриToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles ПараметриToolStripMenuItem.Click
    Form7.Show()
    End Sub
    Private Sub РозрахунокToolStripMenuItem1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles РозрахунокToolStripMenuItem1.Click
    End Sub
    Private Sub КорегуванняToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles КорегуванняToolStripMenuItem.Click
    End Sub
```

```

Private Sub Form2_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
End Sub
End Class
Public Class Form3
Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
End Sub
End Cla
Public Class Form4
Private Sub Label1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Label1.Click, Label2.Click, Label3.Click
End Sub
Private Sub Label8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Label8.Click, Label9.Click, Label10.Click
End Sub
Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click

Form2.Show()
Me.Hide()
Form5.Show()
Form6.Show()
End Sub
Private Sub Form4_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
End Sub
Private Sub TextBox1_TextChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles TextBox1.TextChanged
End Sub
End Class
Public Class Form7
Private Sub TextBox2_TextChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs)
End Sub
Private Sub ListBox1_SelectedIndexChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles ListBox1.SelectedIndexChanged
End Sub
End Class
Sub PACЧET()
'


---


Dim L1 As Worksheet
Set L1 = Worksheets()
Dim L2 As Worksheet
Set L2 = Worksheets("")
Dim L3 As Worksheet
Set L3 = Worksheets("ОТЧЕТ")
'1)
L2.Range("A2") = L1.Range("A2")
'-----
Qb = L1.Range("E4")

```

```

Qpp = L1.Range("E30")
Qpz = L1.Range("E31")
Cb = L1.Range("E22")
Cpp = L1.Range("E32")
Cpz = L1.Range("E33")

```

'1.1.

$$Pb = 0.01 * Qb * Cb$$

'1.2.

$$Ppp = 0.01 * Qpp * Cpp$$

'1.3.

$$Kpp = Qpp / Qb$$

'1.4.

$$Ppz = 0.01 * Qpz * Cpz$$

'1.5.

$$Kzp = Qpz / (Qb - Qpp + Qpz)$$

'1.6.

$$Qv = (Qb - Qpp + Qpz)$$

'1.7.

$$Cv = (Qb * Cb - Qpp * Cpp + Qpz * Cpz) / Qv$$

'1.8.

$$Prv = 0.01 * Qv * Cv$$

\*\*\*\*\*

'2.1.

```
m = L1.Range("E5")
```

```
a = L1.Range("E6")
```

```
Kontakt% = L1.Range("E7")
```

'0- If Kontakt% = 0 Then Aekv = a \* m / (a + m)

'1- If Kontakt% = 1 Then Aekv = 2 \* a \* m / (a + 2 \* m)

'2- If Kontakt% = 2 Then Aekv = 2 \* a \* m / (2 \* a + m)

'3- If Kontakt% = 3 Then Aekv = 2 \* a \* m / (a + m)

'4- If Kontakt% = 4 Then Aekv = m

'5- If Kontakt% = 5 Then Aekv = 2 \* m

'6-

If Kontakt% = 6 Then Aekv = m

'7-Две стороны плл простирацию

$$\text{If Kontakt\%} = 7 \text{ Then Aekv} = (2 * a * m) / (2 * a + m)$$

'2.2.

$$I = \text{L1.Range("E8")}$$

$$Ypor = \text{L1.Range("E11")}$$

$$\text{' Gh} = 0.01 * Aekv * Ypor * (7.6 - (I / (0.13 * (1 + I)))) - (0.01 * \text{Exp}(I))$$

$$\text{If } I \leq 1.5 \text{ Then Gh} = 0.01 * Aekv * Ypor * (7.6 - (I / (0.13 * (1 + I))))$$

$$\text{If } I > 1.5 \text{ Then Gh} = 0.03 * Aekv * Ypor$$

'2.3.

$$\text{Kusok\%} = \text{L1.Range("E12")}$$

$$\text{Kpn} = \text{L1.Range("E9")}$$

$$f = \text{L1.Range("E13")}$$

$$\text{' If Kusok\%} = 1 \text{ Then E} = 5: \text{AlfaFi} = 60: \text{T} = 4.5$$

'Если руды среднекусковые

$$\text{If Kusok\%} = 2 \text{ Then E} = 10: \text{AlfaFi} = 55: \text{T} = 7$$

$$\text{' If Kusok\%} = 3 \text{ Then E} = 20: \text{AlfaFi} = 50: \text{T} = 12$$

$$\text{Kpg} = \text{Kpn} - ((0.48 + 0.05 * f) / (1.2 + f)) * (\text{Log}(E * \text{Gh}) / \text{Log}(10\#))$$

'2.4.

$$\text{Alfa} = \text{AlfaFi} * ((\text{Kpn} + 1) - \text{Kpg})$$

'2.5.

$$Q = 45 + (\text{Alfa} / 2)$$

'2.6.

$$\text{Yrm} = \text{L1.Range("E10")}$$

$$D = (4 * \text{T} * \text{Kpg}) / \text{Yrm}$$

'2.7.

$$\text{Dotv} = \text{L1.Range("E14")}$$

$$\text{Hmax} = ((D - \text{Dotv}) / 2) * \text{Tan}(Q / 57.2958)$$

'2.8. Показатель сыпучести

$$P = (D * D) / (4 * (D - \text{Dotv}) * \text{Tan}(Q / 57.2958))$$

'2.9. Высота выпускаемого слоя по оси последнего ряда выпускных отверстий в лежащем боку

залежи на нижнем и верхнем подэтажах

Hc = L1.Range("E15")  
lclb = L1.Range("E16")  
Azlb = L1.Range("E17")

Hclb = Hc - lclb \* Tan(Azlb / 57.2958)

'2.10.

h1 = L1.Range("E19")  
Azvb = L1.Range("E18")

Nv = m + lclb - (h1 / Tan(Azvb / 57.2958))

lvb = (Hc - h1) / Tan(Azvb / 57.2958)

'2.11.

If Nv >= lvb Then

A1 = (Hc \* Hc - h1 \* h1) / (2 \* Tan(Azvb / 57.2958))  
A2 = m + lclb - (Hc / Tan(Azvb / 57.2958))

Hcpb = (A1 + Hc \* A2) / Nv

ElseIf Nv < lvb Then

Hcpb = (h1 + (m + lclb) \* Tan(Azvb / 57.2958)) / 2

End If

'2.12)

lk = L1.Range("E20")

If lk <= D Then hx = Hmax \* (1 - (((lk - D) / D) ^ 2))

If lk > D Then hx = ((lk - Dotv) / 2) \* Tan(Q / 57.2958)

'2.13)

lp = L1.Range("E21")

If lp <= D Then hxo = Hmax \* (1 - (((lp - D) / D) ^ 2))

If lp > D Then hxo = ((lp - Dotv) / 2) \* Tan(Q / 57.2958)

'2.14)

If lp = lk Then

Ubro = ((lk \* lk) \* (Hc - hx) + (3.14159 / 3) \* (hx \* hx \* P)) / (lk \* lk \* Hc)

ElseIf lk > lp Then



```

        Ubro = (lk * lp * (Hc - hx) + (3.14159 / 6) * P * ((hx * hx) + (hxo * hxo)) + (3.14159 / 8) *
lp * lp * (hx - hxo)) / (lk * lp * Hc)
    ElseIf lk < lp Then
        Ubro = (lk * lp * (Hc - hxo) + (3.14159 / 6) * P * ((hx * hx) + (hxo * hxo)) + (3.14159 / 8)
* lk * lk * (hxo - hx)) / (lk * lp * Hc)
    End If

```

'-----  
'3.9.

Urlb = Ubro 'А не такак как в формуле 10.3.9

'4. \*\*\*\*\*  
'4.1.

Ch = Ubro \* (Hcpb / Hc) \* (m \* Hc - ((Hclb \* Hclb) / (2 \* Tan(Azlb / 57.2958))))

Cho = Urlb \* ((Hclb \* Hclb - Httclb \* Httclb) / (2 \* Tan(Azlb / 57.2958)))

Zn = (m \* Hc) - ((Httclb \* Httclb) / (2 \* Tan(Azlb / 57.2958)))

Uro = (Ch + Cho) / Zn

'4.2. Коэффициент N

Yrv = Yrm / Kpn

Nr = 0.5 \* (Yrv / Ypor)

'4.3.

Ku% = L1.Range("E27")

Cpb = L1.Range("E24")

Cvb = L1.Range("E25")

Clb = L1.Range("E26")

```

' If Ku% = 1 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 2 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 3 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Clb)
' If Ku% = 4 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Clb)
' If Ku% = 5 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - 0.5 * (Clb + Cvb))
' If Ku% = 6 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 7 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 8 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 9 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 10 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Clb)
' If Ku% = 11 Then Cz = Cpb - 0.5 * (Cpb - Cvb)
' If Ku% = 12 Then Cz = 0.95 * Cpb

```

If Ku% = 1 Then Cz = 0.25 \* (Cpb + 3 \* Cvb)

If Ku% = 2 Then Cz = 0.33 \* (2 \* Cpb + Cvb)

If Ku% = 3 Then Cz = 0.5 \* (Cpb + Clb)  
 If Ku% = 4 Then Cz = 0.33 \* (Cpb + 2 \* Clb)  
 If Ku% = 5 Then Cz = 0.25 \* (2 \* Cpb + Cvb + Clb)  
 If Ku% = 6 Then Cz = 0.33 \* (2 \* Cpb + Cvb)  
 If Ku% = 7 Then Cz = 0.33 \* (Cpb + 2 \* Cvb)  
 If Ku% = 8 Then Cz = Cvb  
 If Ku% = 9 Then Cz = Cvb  
 If Ku% = 10 Then Cz = 0.5 \* (Cvb + Clb)  
 If Ku% = 11 Then Cz = 0.33 \* (2 \* Cpb + Cvb)  
 If Ku% = 12 Then Cz = 0.93 \* Cpb

Cdoz = L1.Range("E23") '

$A1 = 0.214 * ((Nr + 1) / Nr)^2$   
 $A2 = (1 - Uro)$   
 $A3 = ((Cv - Cdoz) / (Cv - Cz))^{(1 / Nr)}$

Y0blo = Uro + A1 \* A2 \* A3 '

'4.4.

Csvr = (Cv \* Uro + ((Cv \* Nr + Cdoz) / (Nr + 1)) \* (Y0blo - Uro)) / Y0blo

$K1 = Cv * Uro$   
 $K2 = (Cv * Nr + Cdoz) / (Nr + 1)$   
 $K3 = Y0blo - Uro$   
 $K4 = Y0blo$   
 $Csvr = (K1 + K2 * K3) / K4$

'4.5.

Qkomp = L1.Range("E28")  
 Qvyr = L1.Range("E29")

Ukomp = Qkomp / Qv

Uvk = (Qvyr + Qkomp) / Qv

'4.6.

Ur = (1 - Uvk) \* Uro + Uvk

'4.7)

,

Kvit = (1 - Uvk) \* Y0blo + Uvk

'4.8.

$A1 = Cv * Ur$   
 $A2 = (Cv * Nr + Cdoz) / (Nr + 1)$   
 $A3 = (Kvit - Ur)$

Cd = ((A1 + A2 \* A3) / Kvit)

'4.9.

$$dCv = Cv - Cd$$

'4.10.

$$Kz = dCv / (Cv - Cz)$$

'4.11

$$Kpo = 1 - Kvit * (1 - Kz)$$

'4.12

$$S1 = (1 - Kpo) * (Httclb * Httclb)$$
$$S2 = 2 * m * Hc * \tan(Azlb / 57.2958) * Kpn$$

$$Kp = Kpo + (S1 / S2)$$

'4.13.

$$Qpv = Qv * Kp$$

'4.14.

$$Ppv = 0.01 * Qpv * Cv$$

'4.15.

$$Kvi = (1 - Kp) / (1 - Kz)$$

'4.16.

$$Qd = Qv * Kvi$$

'4.17.)

$$Qdch = Ur * Qd$$

'4.18.

$$Cdch = Cv$$

'4.19.

$$Pch = 0.01 * Qdch * Cdch$$

'4.20.

$$Qzpd = Kz * Qd$$

'4.21.

$$Qdz = Qd - Qdch$$

'4.22.

$$Uz = Qdz / Qd$$

'4.23.

$$Cdz = (Qd * Cd - Qdch * Cdch) / Qdz$$

'4.24.

$$Pz = 0.01 * Qdz * Cdz$$

'4.25.

$$Pd = 0.01 * Qd * Cd$$

'4.26.

$$Ppmv = Prv - Pd$$

'4.27.

$$Cpmv = Cv$$

'4.28.

$$Kim = (Qd * Cd) / (Qb * Cb)$$

'4.29.

$$R = (Cv - Cd) / Cv$$

---

'5.1.

$$\text{Row} = 4; \text{Col} = 5$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row}, \text{Col}) = \text{Qb}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 1, \text{Col}) = \text{Cb}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 2, \text{Col}) = \text{Pb}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 3, \text{Col}) = \text{Qpp} \quad '$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 4, \text{Col}) = \text{Cpp}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 5, \text{Col}) = \text{Ppp} \quad '$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 6, \text{Col}) = \text{Kpp} * 100$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 7, \text{Col}) = \text{Qpz}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 8, \text{Col}) = \text{Cpz}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 9, \text{Col}) = \text{Ppz}$$

$$\text{L2.Cells}(\text{Row} + 10, \text{Col}) = \text{Kzp} * 100$$

L2.Cells(Row + 11, Col) = Qv  
 L2.Cells(Row + 12, Col) = Cv  
 L2.Cells(Row + 13, Col) = Prv  
 L2.Cells(Row + 14, Col) = Kp \* 100  
 L2.Cells(Row + 15, Col) = Qpv  
 L2.Cells(Row + 16, Col) = Cpmv  
 L2.Cells(Row + 17, Col) = Ppv  
 L2.Cells(Row + 18, Col) = Kz \* 100  
 L2.Cells(Row + 19, Col) = Qzpd '

L2.Cells(Row + 20, Col) = Cz '

L2.Cells(Row + 21, Col) = Pz '

L2.Cells(Row + 22, Col) = Kvi

L2.Cells(Row + 23, Col) = Qd

L2.Cells(Row + 24, Col) = Cd

L2.Cells(Row + 25, Col) = Pd '

L2.Cells(Row + 26, Col) = Uro \* 100 ПHP

L2.Cells(Row + 27, Col) = Ur \* 100 '

L2.Cells(Row + 28, Col) = Qdch '

L2.Cells(Row + 28, Col) = Cdch

L2.Cells(Row + 30, Col) = Pch '

L2.Cells(Row + 31, Col) = Uz \* 100

L2.Cells(Row + 32, Col) = Qdz

L2.Cells(Row + 33, Col) = Cdz '

L2.Cells(Row + 34, Col) = Pz

L2.Cells(Row + 35, Col) = Kim

L2.Cells(Row + 36, Col) = dCv '

L2.Cells(Row + 37, Col) = R \* 100 '

L2.Cells(Row + 38, Col) = Ppmv '

L2.Cells(Row + 39, Col) = Ukomp \*

' L3.Range("E5") = Aekv

L3.Range("E22") = Httclb

L3.Range("E27") = Urlb

L3R = 5 '

L3C = 6

L3.Cells(L3R, L3C) = Qb

L3.Cells(L3R + 1, L3C) = Cb

L3.Cells(L3R + 2, L3C) = Pb

L3.Cells(L3R + 3, L3C) = Qpp

L3.Cells(L3R + 4, L3C) = Cpp

L3.Cells(L3R + 5, L3C) = Ppp

L3.Cells(L3R + 6, L3C) = Kpp

L3.Cells(L3R + 7, L3C) = Qpz

L3.Cells(L3R + 8, L3C) = Cpz

L3.Cells(L3R + 9, L3C) = Ppz

L3.Cells(L3R + 10, L3C) = Kzp

L3.Cells(L3R + 11, L3C) = Qv

L3.Cells(L3R + 12, L3C) = Cv

L3.Cells(L3R + 13, L3C) = Prv

L3.Cells(L3R + 14, L3C) = m

L3.Cells(L3R + 15, L3C) = a

L3.Cells(L3R + 16, L3C) = Kontakt%

L3.Cells(L3R + 17, L3C) = Aekv  
 L3.Cells(L3R + 18, L3C) = I  
 L3.Cells(L3R + 19, L3C) = Ypor  
 L3.Cells(L3R + 20, L3C) = Gh  
 L3.Cells(L3R + 21, L3C) = Kusok%  
 L3.Cells(L3R + 22, L3C) = Kpn  
 L3.Cells(L3R + 23, L3C) = f  
 L3.Cells(L3R + 24, L3C) = Kpg  
 L3.Cells(L3R + 25, L3C) = E  
 L3.Cells(L3R + 26, L3C) = AlfaFi  
 L3.Cells(L3R + 27, L3C) = T  
 L3.Cells(L3R + 28, L3C) = Alfa  
 L3.Cells(L3R + 29, L3C) = Q  
 L3.Cells(L3R + 30, L3C) = Yrm  
 L3.Cells(L3R + 31, L3C) = D  
 L3.Cells(L3R + 32, L3C) = Dotv  
 L3.Cells(L3R + 33, L3C) = Hmax  
 L3.Cells(L3R + 34, L3C) = P  
 L3.Cells(L3R + 35, L3C) = Hc  
 L3.Cells(L3R + 36, L3C) = lclb  
 L3.Cells(L3R + 37, L3C) = Azlb  
 L3.Cells(L3R + 38, L3C) = Hclb  
 L3.Cells(L3R + 39, L3C) = h1  
 L3.Cells(L3R + 40, L3C) = Azvb  
 L3.Cells(L3R + 41, L3C) = Nv  
 L3.Cells(L3R + 42, L3C) = lvb  
 L3.Cells(L3R + 43, L3C) = Hcpb  
 L3.Cells(L3R + 44, L3C) = lk  
 L3.Cells(L3R + 45, L3C) = hx  
 L3.Cells(L3R + 46, L3C) = lp  
 L3.Cells(L3R + 47, L3C) = hxo  
 L3.Cells(L3R + 48, L3C) = Ubro  
 L3.Cells(L3R + 49, L3C) = Httclb  
 L3.Cells(L3R + 50, L3C) = Urlb  
 L3.Cells(L3R + 51, L3C) = Uro  
 L3.Cells(L3R + 52, L3C) = Nr  
 L3.Cells(L3R + 53, L3C) = Ku%  
 L3.Cells(L3R + 54, L3C) = Cpb  
 L3.Cells(L3R + 55, L3C) = Cvb  
 L3.Cells(L3R + 56, L3C) = Clb  
 L3.Cells(L3R + 57, L3C) = Cz  
 L3.Cells(L3R + 58, L3C) = Cdoz  
 L3.Cells(L3R + 59, L3C) = Y0blo  
 L3.Cells(L3R + 60, L3C) = Csvr  
 L3.Cells(L3R + 61, L3C) = Qkomp  
 L3.Cells(L3R + 62, L3C) = Qvyr  
 L3.Cells(L3R + 63, L3C) = Ukomp \* 100  
 L3.Cells(L3R + 64, L3C) = Uvk  
 L3.Cells(L3R + 65, L3C) = Ur  
 L3.Cells(L3R + 66, L3C) = Kvit  
 L3.Cells(L3R + 67, L3C) = Cd  
 L3.Cells(L3R + 68, L3C) = dCv

L3.Cells(L3R + 69, L3C) = Kz  
L3.Cells(L3R + 70, L3C) = Kpo  
L3.Cells(L3R + 71, L3C) = Kp  
L3.Cells(L3R + 72, L3C) = Qpv  
L3.Cells(L3R + 73, L3C) = Ppv  
L3.Cells(L3R + 74, L3C) = Kvi  
L3.Cells(L3R + 75, L3C) = Qd  
L3.Cells(L3R + 76, L3C) = Qdch  
L3.Cells(L3R + 77, L3C) = Cdch  
L3.Cells(L3R + 78, L3C) = Pch  
L3.Cells(L3R + 79, L3C) = Qzpd  
L3.Cells(L3R + 80, L3C) = Qdz  
L3.Cells(L3R + 81, L3C) = Uz \* 100  
L3.Cells(L3R + 82, L3C) = Cdz  
L3.Cells(L3R + 83, L3C) = Pz  
L3.Cells(L3R + 84, L3C) = Pd  
L3.Cells(L3R + 85, L3C) = Ppmv  
L3.Cells(L3R + 86, L3C) = Cpmv  
L3.Cells(L3R + 87, L3C) = Kim  
L3.Cells(L3R + 88, L3C) = R \* 100