

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩІЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
"НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ"**

На правах рукопису

**ПРОКОПЕНКО ОЛЕНА ВАСИЛІВНА**



УДК 622.271.4:622.14

**ПЛАНУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ПОРЯДКУ ВІДРОБКИ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ З МЕТОЮ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

Спеціальність 05.15.01 – "Маркшейдерія"

**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

Дніпропетровськ – 2012

**Дисертацією є рукопис.**

Робота виконана на кафедрі будівництва шахт і підземних споруд Державного вищого навчального закладу "Донецький національний технічний університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

**Науковий керівник :** доктор технічних наук, професор  
**Борщевський Сергій Васильович**,  
професор кафедри будівництва шахт та підземних споруд Державного вищого навчального закладу "Донецький національний технічний університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Назаренко Валентин Олексійович**,  
професор кафедри маркшейдерії Державного вищого навчального закладу "Національний гірничий університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Дніпропетровськ)

кандидат технічних наук  
**Бубнова Олена Анатоліївна**,  
головний технолог Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ)

Захист дисертації відбудеться "14" червня 2012 р. о 12<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.04 у Державному вищому навчальному закладі "Національний гірничий університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту ( 49027, Україна, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19) т. 47-24-11

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу "Національний гірничий університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Автореферат розісланий "14" травня 2012 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О.В. Солодянкін

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Високі темпи розвитку промислового виробництва в ХХ столітті супроводжувалися інтенсивним видобутком корисних копалин з надр. Цей процес призвів до накопичення величезних обсягів гірничої маси у відвалах. Піднята з надр і складована гірська порода містить корисні копалини, і чим старіше відвали, тим багатші вони на корисні компоненти, тому що розвиток технологій дозволяє розробляти менш кондиційні запаси корисних копалин. В результаті увага промисловців зосереджується на техногенних родовищах корисних копалин, якими є породні відвали гірничодобувних підприємств.

В даний час шахта працює як новий структурний підрозділ. Через певний період часу, коли вугільне підприємство ліквідується, виникне низка питань щодо працевлаштування людей та благоустрою території на поверхні шахти. Таким чином, виникає необхідність вже зараз готувати шахту як підприємство з новою економічною спрямованістю, а саме, як вирішувати питання з кадрами і, звичайно, як використовувати вторинні продукти гірничого виробництва - породні відвали.

Актуальність дослідження відвалів обумовлена, перш за все, їх високою екологічною шкідливістю і небезпекою для міст і населених пунктів. Крім того, відвали займають величезні площі, які можуть бути використані для інших цілей. Поряд з цим, відвальні породи можуть становити інтерес як джерело вторинної мінеральної сировини, бо через деякий час відбудеться дефіцит мінеральних ресурсів. Наразі прогресивні нанотехнології дозволяють з вторинних ресурсів отримувати матеріали з високими якісними властивостями. Маючи техногенне родовище, знаючи, де знаходиться необхідний хімічний елемент, можна витягти його на основі розроблених засобів і методів планування техногенного родовища. Таким чином, обґрунтування параметрів раціонального планування структури породних відвалів на підставі закономірностей їх формування з метою подальшого можливого використання як техногенного родовища, є **актуальною науково-технічною задачею**.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно до плану держбюджетних тем Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України у рамках науково-дослідної роботи №Н-19-10 «Розробка і дослідження математичних моделей і прикладного програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання і розрахунку параметрів складних динамічних систем» у Донецькому національному технічному університеті (ДонНТУ).

**Мета роботи.** Розробка методики планування формування породних відвалів з урахуванням порядку відробки вугільних пластів з метою їх раціонального використання.

*Для досягнення мети роботи поставлені та вирішені наступні задачі досліджень:*

- аналіз впливу порід шахтних відвалів на навколишнє середовище;
- аналіз сучасних технологій відвалоутворення з метою визначення просторової структури літологічного складу шахтних породних відвалів;

- розробка літологічної моделі, в якій відвал розглядається як складна система з закономірно розподіленими властивостями гірських порід, що знаходяться у взаємозв'язку з порядком проходки гірничих виробок;
- розробка основ методики управління процесом формування породного відвалу з урахуванням геологічних умов проведення гірничих виробок для раціонального розміщення порід у відвалі для подальшого зберігання та утилізації;
- розробка структури бази даних властивостей гірських порід відвалу на основі запропонованої хронолітологічної моделі.

*Ідея роботи* полягає у використанні хронологічного процесу зв'язку виїмки гірських порід з надр і топології їх розміщення в породному відвалі.

*Об'єктом досліджень* є процес формування плоских породних відвалів вугільних шахт.

*Предмет досліджень* є параметри та характеристики просторового розташування гірських порід з різними літологічними і хімічними властивостями в шахтних відвалах.

*Методи досліджень.* Для вирішення поставлених задач застосовувався комплексний метод досліджень, що включає аналіз літературних даних, аналіз геометричної будови поверхні відвалів на основі планових маркшейдерських зйомок, систематизацію та аналіз геологічних і екологічних матеріалів проектних і виробничих організацій, узагальнення отриманих результатів і встановлення кількісних і якісних закономірностей методами математичної статистики і теорії оптимізації.

**Наукові положення**, що захищаються у дисертації.

1. Положення одиничних обсягів порід на ярусі визначається графоаналітичною функцією, яка описує закономірність розподілу гірської маси за площею відвалу на основі технології формування ярусу відвалу і часу її відсипання, а хімічний і літологічний склад цих порід визначається виходячи з часу проведення гірничих виробок, що дозволяє проводити планування формування породного відвалу.

2. Якісний склад техногенного родовища визначається властивостями гірських порід, витягнутих за певний період часу з числа одночасно працюючих вибоїв, які зафіксовані на планах гірничих робіт за відповідними вугільними пластами, що дозволяє скласти хронолітологічну модель відвалу.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в наступному:

1. Вперше для умов вугільних шахт встановлена закономірність формування літологічного складу порід у відвалі в залежності від послідовності і часу проведення підготовчих виробок.

2. Вперше розроблена графоаналітична модель, що дозволяє визначити порядок насипання породи на відвал по одному або декільком пластам.

3. Вперше запропонована методика визначення процентного вмісту корисного компонента в складуванні гірських порід на окремому ярусі і у відвалі в цілому. Методика визначення процентного вмісту заснована на використанні результатів лабораторних аналізів проб, узятих на етапі проходки підготовчих виробок.

4. Запропонована нова методика формування техногенного родовища, яка відрізняється тим, що розглядається цілеспрямоване складування шахтних порід з урахуванням якісних і кількісних властивостей на основі геометризації вугільних родовищ.

**Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій** забезпечуються: використанням фундаментальних положень лінійної алгебри, математичної статистики; значним об'ємом натурних даних, що включають результати маркшейдерських зйомок породних відвалів на шахтах Донбасу протягом 5 років.

**Практичне значення роботи** полягає в наступному.

1. Розроблена хронологічна модель породного відвалу, що дозволяє використовувати її на підприємстві для знаходження літологічного складу порід у відвалі.

2. Розроблена методика планування формування породних відвалів з урахуванням порядку відробки вугільних пластів з метою їх раціонального використання.

**Наукове значення роботи** полягає у встановленні закономірностей розподілу гірської маси у породному відвалі з урахуванням якісного складу порід та порядку відробки вугільних пластів.

**Реалізація результатів роботи.** Результати досліджень використані при розробці рекомендацій з розбирання породних відвалів шахт "Щегловська-Глибока", "Комунарська", "Зуївська".

**Особистий внесок здобувача.** Автором самостійно сформульовані мета і задачі досліджень, основні наукові положення, висновки і рекомендації. Автор брала безпосередню участь в обробці результатів маркшейдерських зйомок породних відвалів у період з 2005 по 2010 рр. з наступним перетворенням даних у комп'ютерну модель породного відвалу.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи та окремі її результати докладалися та обговорювалися на: міжнародних конференціях кафедри будівництва шахт та підземних споруд «Удосконалення технології будівництва шахт і підземних споруд» (Донецьк, 2009-2011), II науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів (Київ, 2010), 5-й міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Перспективи освоєння підземного простору» (Дніпропетровськ, 2011), V міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми гірничої справи та екології гірничого виробництва» (Антрацит, 2010), міжнародному форумі-конкурсі «Проблеми надрокористування» (Санкт-Петербург, 2010), V міжнародній науково-практичній конференції «Геотехнології XXI століття» (Донецьк, 2010), 9-й міжнародній конференції (Котону, Бенін, 2010), міжнародній науково-практичній конференції "Форум гірників" (Дніпропетровськ, 2010, 2011), 59-й Всеросійській науково-практичній конференції "Перспективи розвитку Східного Донбасу" (Шахти, 2010).

**Публікації.** Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи опубліковані в 22 наукових працях, з яких 6 - у фахових наукових виданнях, 16 – у збірниках конференцій.

**Обсяг і структура роботи.** Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів і висновку. Дисертація викладена на 132 сторінках основного тексту, включає 57 рисунків, 13 таблиць, список джерел із 152 найменувань на 17 сторінках та 4 додатків на 7 сторінках. Загальний обсяг дисертації складає 157 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації та необхідність проведення досліджень, сформульовано мету, ідею і задачі досліджень, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведені наукові положення, що виносяться на захист, а також дані щодо апробації і публікацій.

У першому розділі проведено аналіз впливу відвалів вугільних шахт на навколишнє середовище та існуючих напрямків досліджень породних відвалів. Питаннями моніторингу використання породних відвалів вугільних шахт Донбасу як мінеральної сировини для народного господарства, проблемам та утилізацією порід шахтних териконів, моделюванням відвалів при видобутку вугільних родовищ досліджували і досліджують в даний час багато вчених, такі як: Панов Б.С, Пашковський П.С, Мнухін А.Г, Ніколашин Ю.М., Несмашний Е.О, Зборщик М.П, Максимович Н.Г., Зеленський А.С, Четверик М.С. та багато інших. Питаннями геометризації техногенних родовищ займалися такі вчені, як Назаренко В.А., Гавриленко Ю.М. Питаннями технології і технологічних схем виїмки техногенних корисних копалин в діючих шламосховищах, розміщенням відвалів розкривних порід в контурах кар'єру і управлінням станом масивів гірських порід, займаються в даний час Гуменік І.Л., Голік В.І., Шаклеїн С.В., Бубнова О.А. Група авторів на чолі з Крючковим А.І., Воробйовим В.Д., Слободяном Л.П. та ін. вирішувала питання врегулювання і забруднення відвалами території, а також виробила конкретні поради для ізоляції відвалів.

На основі аналізу літературних джерел можна зробити висновок, що в переважній більшості випадків розглядаються питання, пов'язані зі стійкістю зовнішніх відвалів, їх загальною екологічною безпекою, утилізацією відходів та самозаймання відвалів. Як показав аналіз способів складування порід, існують тільки способи управління формуванням відвалів на відкритих гірничих роботах (кар'єрах). Таким чином, наукове обґрунтування параметрів раціонального планування формування відвалів при веденні підземних гірничих робіт з метою подальшого (можливого) використання як техногенного родовища є актуальною науково-технічною задачею.

У другому розділі проведено дослідження сучасних технологічних схем формування породних відвалів, схем класифікації відвалів, а також аналіз системи транспортування породи на відвал. В результаті аналізу було складено схему класифікації відвалів для дослідження. Дослідження показали, що найбільш економічним способом утворення плоского відвалу є вивезення породи автосамосвалами з подальшим плануванням поверхні і ущільненням.

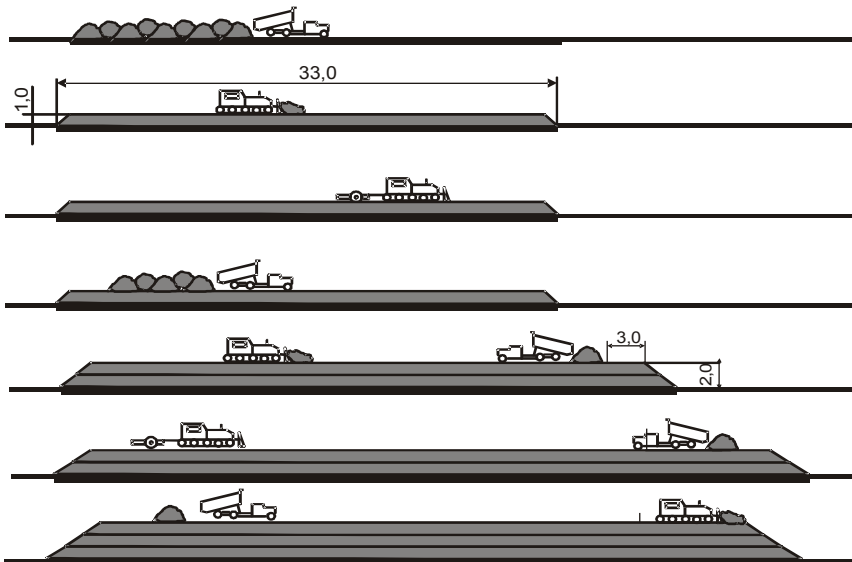


Рис.1. Формування ярусу породного відвалу

Особливе місце в цьому ланцюжку займає планове виконання маркшейдерських зйомок породного відвалу. У період між зйомками можна скласти схему відсипки порід на відвал, а також передбачити порядок насипання породи з конкретного прохідницького вибою, який відповідає пласту, що відпрацьовується в даний час. Знаючи літологічний склад порід відпрацьованого пласта, а також технологію і порядок відправки породи на відвал, можна скласти хронолітологічну карту породного відвалу. Отже, систематизоване відсипання породи за певною схемою дозволяє знайти місце розташування породної маси з конкретної гірничопрохідницької ділянки з одночасною характеристикою складу порід, що відсипається на відвал. Оскільки порода надходить з конкретного забою в певне місце відвалу, то можна скласти функцію, що визначає залежність взаємозв'язку параметрів передачі породи на відвал:

$$A(t, f_0, x_0, y_0, z_0) = B(t, f_1, f_2, \dots, f_i, x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2 \dots x_i, y_i, z_i) \quad , (1)$$

де  $A$  - параметри складу порід в забої;  $B$  - параметри складу порід на відвалі;  $t$  - певний проміжок часу (величина не змінюється при переміщенні породи на відвал);  $f_0$  - властивості одиничних обсягів порід, видобутих із забою (хімічні, фізичні), які залишаються постійними при переміщенні породи на відвал;  $x_0$  - координата  $X$  точки зйомки в забої;  $y_0$  - координата  $Y$  точки зйомки в забої;  $z_0$  - координата  $Z$  точки зйомки в забої;  $f_1, f_2, \dots, f_i$  - властивості одиничних обсягів порід, що надходять на відвал з вибоїв, що працюють в даний час  $t$ ;  $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2 \dots x_i, y_i, z_i$  - координати точок, що вказують розташування одиничних обсягів на відвалі.

На основі проведеного аналізу визначено, що прийнята схема складування порід у відвалі дозволяє визначати конкретний гірничопрохідницький забій, з якого отримано породу і характеристику складу порід цієї ділянки. В результаті раціонального складування визначається перспектива промислового використання породного відвалу як техногенного родовища.

За технологією відвалоутворення (рис. 1) порода насипається на відвал не хаотично, а послідовно за певний час і в певному місці. Гірничі роботи плануються за певною системою відповідно до планогам розвитку гірничих робіт (рис. 2).



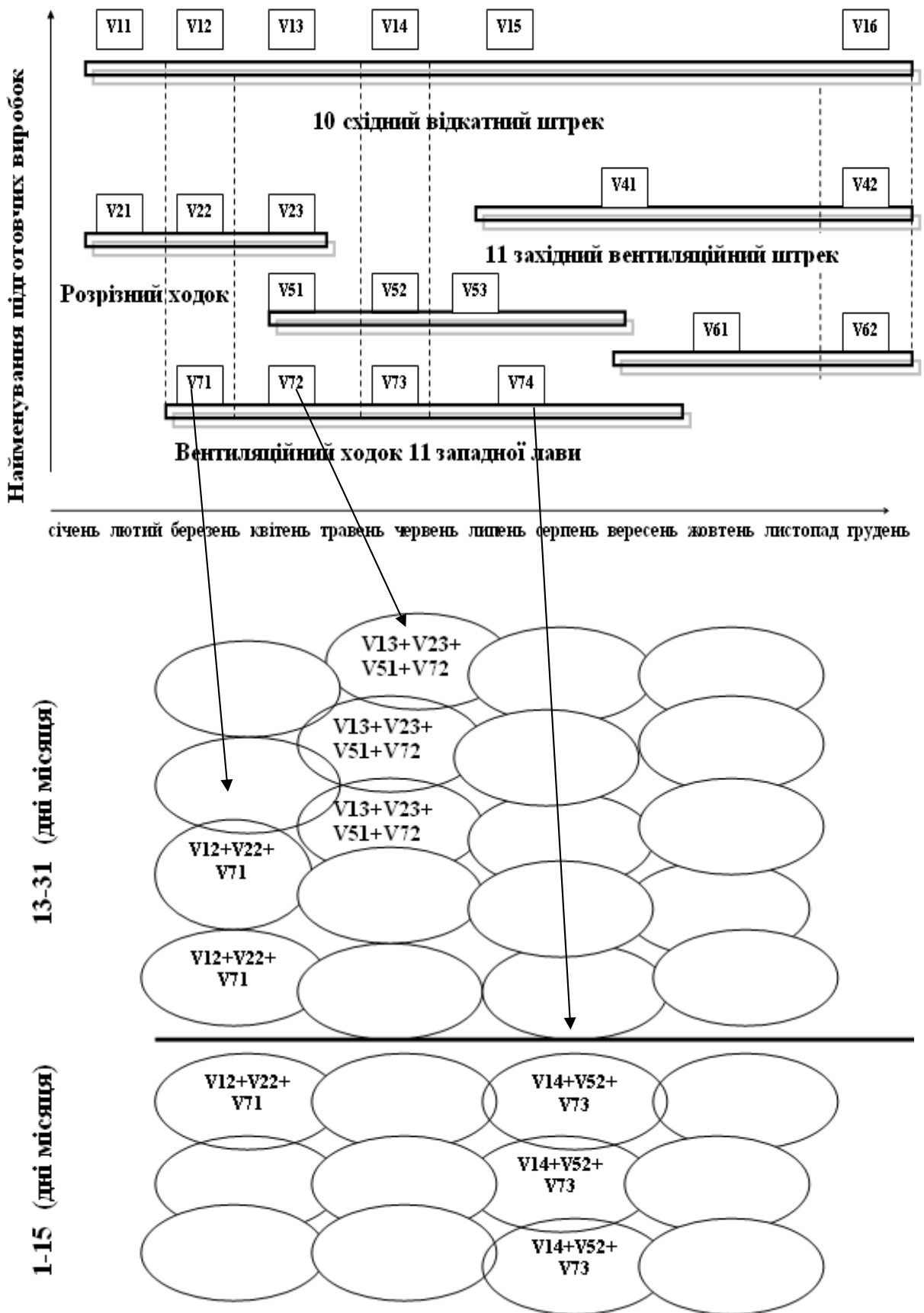


Рис.2. Технологія та порядок відправки породи на відвал з прохідницьких забоїв.

У третьому розділі здійснений аналіз та обґрунтована можливість використання сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій для створення геометричної моделі породного відвалу. Для складання моделі формування породного відвалу необхідно простежити динаміку насипання породи на відвал за певний період часу.

Одним із завдань дисертаційної роботи є розробка комплексного підходу до дослідження процесу формування породного відвалу з урахуванням технології проведення гірничих виробок і технологічного транспортного ланцюжка доставки породи на відвал для раціонального розміщення цієї породи у відвалі й подальшого зберігання та утилізації. Дане завдання передбачає складання технологічного ланцюжка, що включає порядок видачі породи на відвал, тобто розгляд календарного плану гірничих робіт, планування гірничих робіт; транспортування порід під землею і на поверхні; складування на відвалі.

Як зазначалося вище, за технологією відвалоутворення, порода насипається на відвал дискретно. Період між зйомками  $\Delta t$  визначає місце розташування тієї чи іншої ділянки гірничих робіт в залежності від планогам розвитку робіт, і також визначає склад порід в даному місці відвалу, тобто хімічний склад порід. Отже, технологічна схема даного ланцюжка дозволяє знайти місце розташування породи з конкретного гірничопрхідницького забою і з відомою характеристикою літологічного складу породи, яка відсипається на відвал. На рис.3 зображена структурна схема відправки породи на відвал.

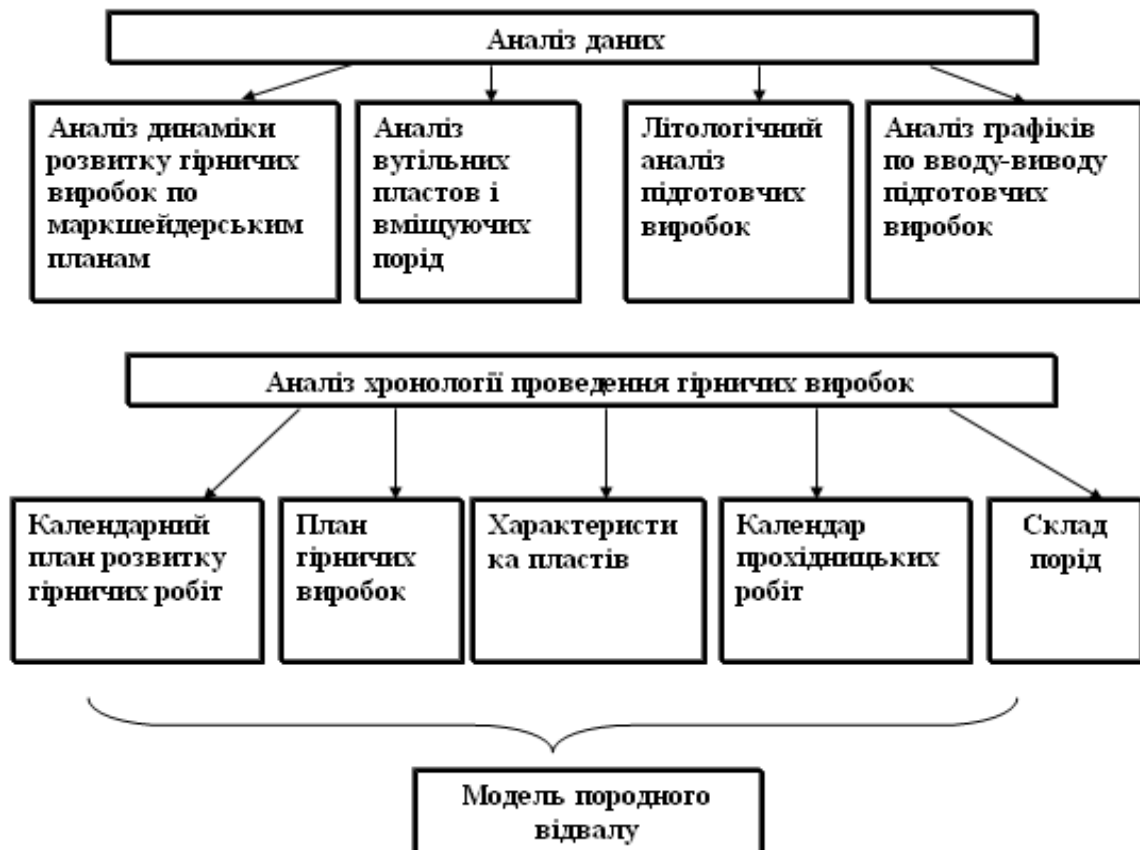


Рис.3. Структурна схема відправки породи на відвал

За результатами маркшейдерської зйомки формується база даних точок

виміру або точок, отриманих в результаті тахеометричної зйомки породного відвалу. Дана база точок містить координати X, Y і Z. Для побудови тривимірної моделі окремого ярусу відвалу необхідно виконати декілька операцій.

Для побудови в середовищі SURFER просторової моделі ярусу відвалу необхідно занести координати точок зйомки в базу даних SURFER. Далі, за введеними даними будується просторова модель окремого ярусу. На рис. 4 показані фрагменти побудови таких моделей породного відвалу за 2005...2006 роки.

Використовуючи дані періодичних маркшейдерських зйомок поверхні відвалу складається модель розвитку відвалу у часі. Вигляд такої моделі наведений на рис. 5.

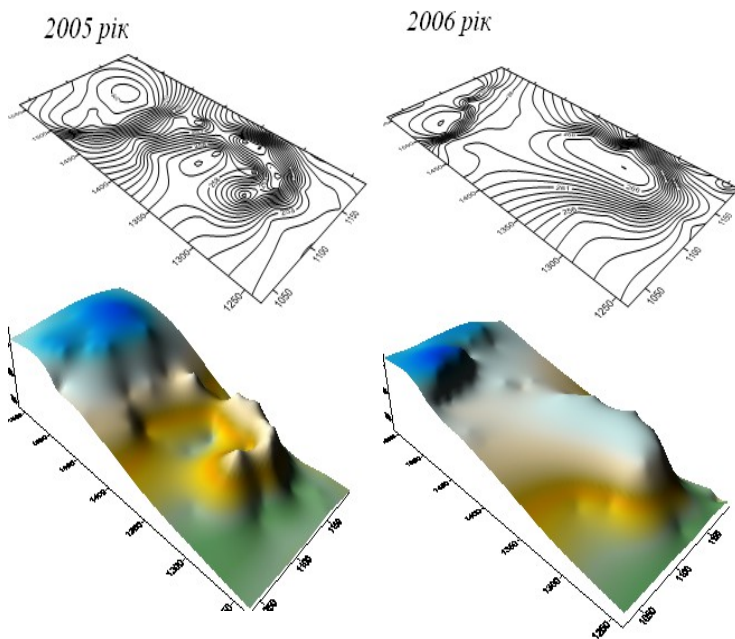


Рис. 4. Побудова тривимірних моделей окремих ярусів відвалу

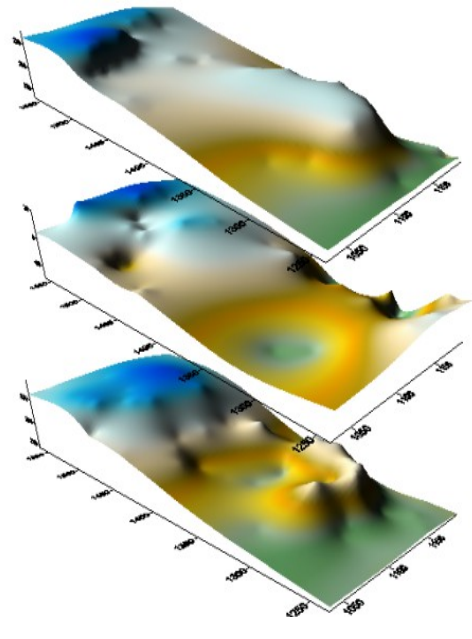


Рис. 5. Поверхня відвалу за певний період насипання

Вихідними положеннями, що покладені в основу складання динамічної моделі розвитку породного відвалу є такі:

1. Гірничі роботи ведуться за певною системою та плануванням, використовуючи планограму розвитку гірничих робіт.
2. Планограма відображається на планах гірничих робіт за кожним пластом, на якому ведуться роботи.
3. Розвиток гірничих робіт здійснюється за певний інтервал часу ( $t$ ) і в певному місці корисної копалини, тобто здійснюється в часі і просторі.
4. Дана інформація відображається на маркшейдерських планах гірничих робіт у вигляді посування забою кожної виробки за певний час.

Знаючи літологічний склад порід пласта, який відпрацьовується, а також порядок відправки породи з даного вибою на відвал, можна скласти хронолітологічну карту породного відвалу. У зв'язку з тим, що кожен пласт має свою геологічну будову, можна скласти прогноз хімічних реакцій, що відбуваються при зіткненні тих чи інших елементів, що містяться в різних пластах, тобто задале-

гідь виявити несприятливі зони на окремому ярусі і в цілому на відвалі.

Таким чином, в результаті побудови тривимірної і двовимірної моделі ділянок ярусу породного відвалу за певний період часу можна отримати просторову модель, яка показує структуру даного відвалу. На основі даної моделі можна вирішити наступні завдання.

1. Встановити час відсіпки тієї чи іншої ділянки прохідницьких робіт.
2. Визначити склад порід на ділянках.
3. За складом порід і за їх властивостями оцінити можливі осередки самозаймання окремих ділянок і відвалу в цілому.

На рис.6. наведена блок-схема створеної динамічної моделі породного відвалу.

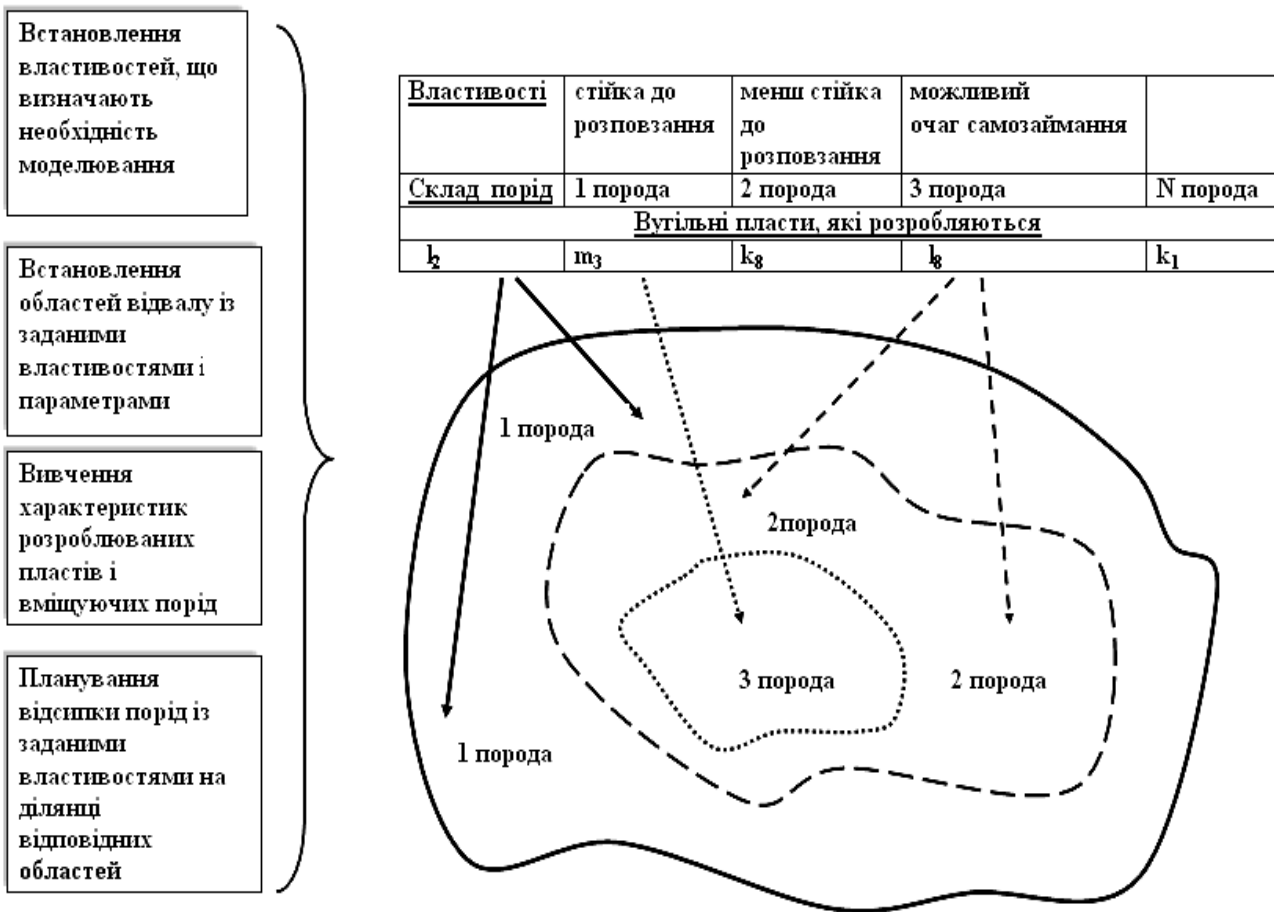


Рис.6. Блок-схема динамічної моделі породного відвалу.

Розробка даної моделі передбачає використання елементів теорії графів, так як дана теорія розглядає постановку і вирішення задач управління організаційними системами. Однією з таких систем і є відсіпання породи на відвал.

Так як породи на відвал насипаються в певному порядку, то можна створити графоаналітичну модель, за допомогою якої можна управляти переміщенням одиничних обсягів порід на відвал.

Проаналізувавши графіки введення-виведення прохідницьких вибоїв, був зроблений висновок, що порода потрапляє на відвал в основному з квершлагів, ухилів, транспортних штреків і штреків за лавами. Використовуючи ці дані, мо-

жна скласти орієнтований граф. На рис.7 наведений такий граф, який реалізує доставку породи на відвал в межах одного пласта.

В таблиці 1зведені характеристики елементів, що входять до графа. Дана структура графа розглянута тільки в межах одного пласта, тобто за схемою можна розглянути динаміку насипання порід в залежності від планограми розвитку гірничих робіт, яка відображена на маркшейдерських планах. По кожному пласту складається геологічний розріз і наводиться характеристика складу порід, які складають пласт. Для інших пластів складається такий же граф.

Безліч  $P$  являє собою орієнтований граф  $G = (V, E)$ , кожному ребру якого поставлено у відповідність число, зване пропускнуою здатністю ребра. Під числом в даній моделі будемо розуміти одиничний об'єм породи  $V_i$ , який відсипається на відвал. Отже, в даному графі можна виділити дві групи вершин - витоки  $P$  - (пласти, джерела інформації про породу) і витоки  $S$  - (засоби відображення інформації, або породний відвал).

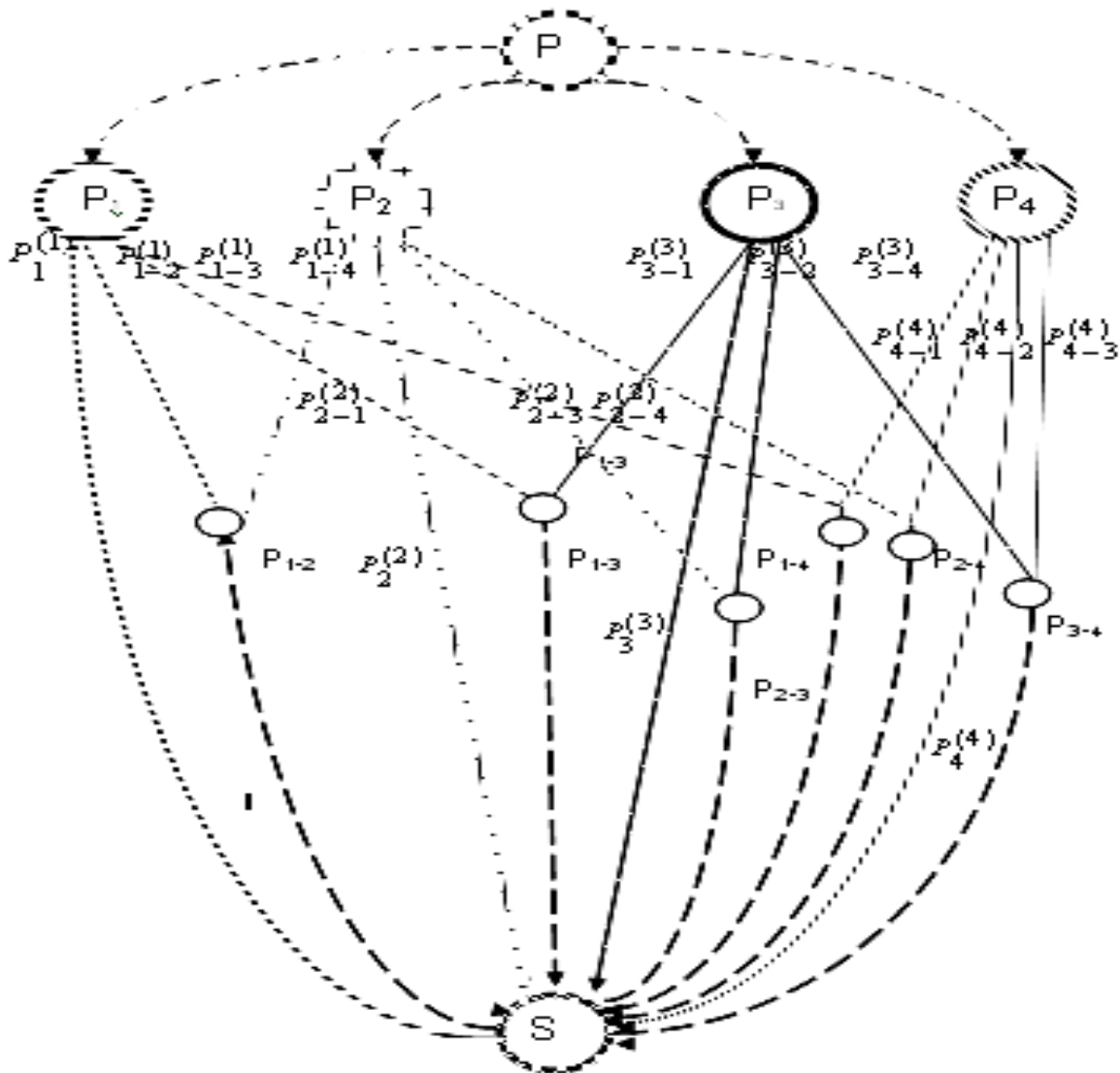


Рис.7. Схема орієнтованого графу

## Характеристика елементів, що входять в граф

Позначення вершин	Призначення вершин
$P$	Найменування пласта
$P_1$	Вид виробок-квершлагів
$P_2$	Вид виробок-ухили
$P_3$	Вид виробок- транспортні штрекі
$P_4$	Вид виробок-штреки за лавами
$P_{1-2}$	Сумарний обсяг порід квершлагів і ухилів
$P_{1-3}$	Сумарний обсяг порід квершлагів і транспортних штреків
$P_{1-4}$	Сумарний обсяг порід квершлагів і штреків за лавами
$P_{2-3}$	Сумарний обсяг порід ухилів і транспортних штреків
$P_{2-4}$	Сумарний обсяг порід ухилів і штреків за лавами
$P_{3-4}$	Сумарний обсяг порід транспортних штреків і штреків залавами
Позначення дуг	Призначення дуг
$P_1^{(1)}$	Відсіпання породи тільки з квершлагів
$P_2^{(2)}$	Відсіпання породи тільки з ухилів
$P_3^{(3)}$	Відсіпання породи тільки з транспортних штреків
$P_4^{(4)}$	Відсіпання породи тільки з штреків за лавами
Позначення ребер	Призначення ребер
$P_{1-2}^{(1)}, P_{1-3}^{(1)}, P_{1-4}^{(1)}$	Одночасна робота квершлагів з ухилами, транспортними штреками і штреками за лавою
$P_{2-1}^{(2)}, P_{2-3}^{(2)}, P_{2-4}^{(2)}$	Одночасна робота ухилів з квершлагами, транспортними штреками і штреками за лавою
$P_{3-1}^{(3)}, P_{3-2}^{(3)}, P_{3-4}^{(3)}$	Одночасна робота транспортних штреків з квершлагами, уклонами і штреками за лавою
$P_{4-1}^{(4)}, P_{4-2}^{(4)}, P_{4-3}^{(4)}$	Одночасна робота штреків за лавами з квершлагами, уклонами і транспортними штреками

З точки зору лінійного програмування дана задача формулюється таким чином. Існує функція

$$y = f(v) \quad , \quad (2)$$

де

$$\begin{aligned} V_1 &= (x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_j^{(1)}, \dots, x_k^{(1)}) \\ V_2 &= (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \dots, x_j^{(2)}, \dots, x_k^{(2)}) \\ &\dots \\ V_i &= (x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_k^{(i)}) \\ &\dots \\ V_m &= (x_1^{(m)}, x_2^{(m)}, \dots, x_j^{(m)}, \dots, x_k^{(m)}) \end{aligned}$$

при обмеженнях

$$\begin{aligned} \text{де} \quad g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) &\leq b_1 \\ g_2(x_2^{(1)}, x_2^{(2)}, \dots, x_2^{(i)}, \dots, x_2^{(m)}) &\leq b_2 \\ &\dots \\ g_j(x_j^{(1)}, x_j^{(2)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_j^{(m)}) &\leq b_j \\ &\dots \\ g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) &\leq b_k \end{aligned}$$

$f(v_1, v_2, \dots, v_m)$  цільова функція або критерій ефекти-

вності. В даному випадку вектор  $f$  характеризує значення максимального обсягу по пластах в залежності від максимального компонента в складі порід

пласта,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_k)$  – варійовані параметри, які позначають відповідну компоненту в складі порід пласта,  $g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) \leq b_1 \dots g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) \leq b_k$  функції, які задають обмеження на компоненти, що входять до складу порід пласта.

Таким чином, використовуючи дані вище наведених функцій, можна скласти матрицю розмірністю  $[1 \dots k, 1 \dots m]$ , де  $k$  – кількість компонент,  $m$  – кількість пластів. Для знаходження вектора, що характеризує максимальне значення обсягів по пластах в залежності від конкретного хімічного компонента за формулою  $V = (V^{(1)}, V^{(2)}, \dots, V^{(m)})$ .

На основі проведених досліджень розроблена графоаналітична модель відвалу, яка дозволяє простежити за рухом породи, як при відсипанні нових породних відвалів, так і при відсипанні нових ярусів сформованих відвалів.

У четвертому розділі на основі використання баз даних працюючих шахт "Щегловська-Глибока", "Комунарська", "Зуївська" були розроблені графоаналітичні моделі для знаходження максимальних компонентів  $\text{CaO}$  та  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на основі проведення маркшейдерських зйомок породного відвалу за 2005-2010 роки, а також побудована схема визначення обсягів вийнятої гірської маси в період між зйомками, що дає можливість використовувати розроблену модель на підприємстві.

У п'ятому розділі надані пропозиції щодо раціонального застосування створеної моделі породного відвалу. Дані пропозиції наведені у вигляді структурних схем для відвалів, які плануються формуватися та для діючих відвалів з метою раціонального формування наступного ярусу відвалу.

## ВИСНОВОК

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою в якій на основі вперше встановлених закономірностей розподілу гірської маси у породному відвалі з урахуванням якісного складу порід та порядку відробки вугільних пластів вирішена актуальна науково-технічна задача планування формування породних відвалів з метою їх раціонального використання.

1. Показано, що систематизоване відсипання породи за певною схемою дозволяє знайти місце розташування конкретного гірничопрхідницького забою з відповідною характеристикою складу порід, що відсипається на відвал.

2. Достовірність маркшейдерсько-геологічної інформації дозволяє визначити одиничний об'єм ( $V$ ) породи, виданий із забою і який складається на відвал за певний час  $t$ .

3. На основі нової методології обробки маркшейдерської і геологічної інформації вирішена нова наукова задача встановлення закономірності формування літологічного складу відвалу в часі в залежності від порядку розробки вугільних пластів.

4. Розроблена динамічна модель "відвал - гірничі роботи" за допомогою якої можна встановити місця локалізації певного складу порід в ярусах і на відвалі в цілому.

5. Розроблені структурні схеми геометризації діючих або сформованих відвалів, а також схема для формування відвалу з заданими характеристиками.

6. Доведено, що раціональне укладання породи на відвал являє собою орієнтований граф, який дозволяє управляти потоком інформації (одичними обсягами) в задане місце на відвалі.

7. Розроблені технологічні схеми відсіпки породи для діючих відвалів, а також для відвалів із заданими параметрами на підставі створеної хронолітологічної моделі.

### **Список опублікованих праць здобувача за темою дисертації:**

1. Прокопенко Е.В. Проблема мониторинга состояния породных отвалов/ В.Н.Павлыш, Е.В.Прокопенко// Збірник наукових праць.-Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг, 2007.-С.157-160.

2. Прокопенко Е.В. Разработка динамической модели породных отвалов угольных шахт/ С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко// Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 6 / під заг. Ред. А.В. Анциферова. - Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2010. – С. 14-19

3. Прокопенко Е.В. Построение пространственной модели участков ярусом породного отвала с использованием программного пакета Surfer /С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко// Збірник наукових праць НГУ. - Національний гірничий університет, 2010. №34, т.1, С. 82-87.

4. Прокопенко Е.В. Обоснования для разработки хронолитологической модели формирования породного отвала // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 8 / під заг. Ред. А.В. Анциферова. - Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2011. – С. 43-48.

5. Прокопенко Е.В. Использование теории графов для создания хронолитологической модели формирования породного отвала /Матеріали міжнародної конференції "Форум гірників-2011".-Д.:Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»,2011.-С.248-253.

6. Прокопенко Е.В. К вопросу о геометризации терриконов угольных шахт /С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко, Торубалко Д.Т// Проблемы недропользования:междунар. форум-конкурс мол.уч-ных.,21-23 апр.2010г. – Санкт-Петербург, 2010. – С.169-171.

7. Прокопенко Е.В., Живогляд А.В. Разработка геоинформационной системы формирования породных отвалов // Сучасні технології маркшейдерського забезпечення раціонального і безпечного ведення гірничих робіт. - Донецьк: ДонНТУ, 2002.-С.125-128.

8. Прокопенко Е.В. Характеристика факторов, влияющих на форму отвала/ В.Н. Павлыш, Б.И. Нестеренко, Е.В. Прокопенко // Международная научно-практическая конференция 2-3 октября 2007г., Донецк, 2007. –С.67–69.

9. Прокопенко Е.В. Построение пространственной модели поверхности породного отвала с использованием программного пакета SURFER/ В.Н. Павлыш, Б.И. Нестеренко, Е.В. Прокопенко// Международная научно-практическая конференция 2-3 октября 2007г, Донецк, 2007. –С.70-72.

10. Прокопенко Е.В. Прогноз и управление рациональным размещением



пород в отвале /С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко// Прогрессивные технологии строительства, реконструкции, реструктуризации и безопасности в капитальном строительстве предприятий угольной промышленности: Вестник. –Донецк: Норд-Пресс, 2009. – Вып. 10 - С. 57-61.

11. Прокопенко Е.В. Обеспечение устойчивости породного отвала при прогнозировании его высоты на основе маркшейдерских съёмок /С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко, Старченко Н.С// Сучасний стан і перспективи розвитку гірництва та підземного будівництва. Зб. наук. праць. Вип 1, – Київ: НТУУ, 2010. - С.37-41.

12. Прокопенко Е.В. Определение опасных экологических очагов породных отвалов /С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко, С.В.Масло, М.В.Платоненко// Перспективы развития Восточного Донбасса. / Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2010. – С.228-233.

13. Прокопенко Е.В. Построение пространственной модели участков ярусов породного отвала с использованием программного пакета SURFER//С.В.Борщевский,Е.В.Прокопенко//Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр:13-19 сентября 2010г - Котону(Бенин), 2010.-С.58-60.

14. Прокопенко Е.В. Об управлении рациональным размещением пород в отвале/ Е.В.Прокопенко, С.В.Масло// Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: 13-19 сентября 2010г.- Котону(Бенин),2010.-С.68-71.

15. Прокопенко Е.В. К вопросу создания базы данных породных отвалов/ Е.В.Прокопенко, С.В.Масло, Кочемазов А.С// Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.- ДонНТУ, 2010, №16.-С.126-128.

16. Прокопенко Е.В. Створення бази даних порідних відвалів/ Е.В.Прокопенко, С.В.Масло, Кочемазов А.С//V международная научно-практическая конференция " Геотехнологии ХХ1века": 14-15 апреля 2010г. -г.Донецк, 2010. -С.54-56.

17. Прокопенко Е.В. Создание хронолитологической модели для формирования породного отвала / С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко, Д.С. Литвинова / Материалы 5-й международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов по направлению "Перспективы освоения подземного пространства" (7-8 апреля, НГУ, Днепрпетровск), 2011.-С.20-23.

18. Прокопенко Е.В. Создание хронолитологической модели породного отвала. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов ТулГУ: 27-28 октября 2011г, Тула, 2011,С.117-121.

19.Прокопенко Е.В.//Борщевский С.В., Прокопенко Е.В.// Разработка алгоритма для нахождения максимального компонента в составе пород на отвале. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов ТулГУ: 27-28 октября 2011г., Тула, 2011, 126-129с.

20. Прокопенко Е.В. Использование теории графов для создания хронолитологической модели формирования породного отвала/ Науковий вісник НГУ. - Національний гірничий університет, 2011. №5, т. С.28-31.

21. Прокопенко Е.В. Комплексный подход к формированию породных отвалов в угледобывающих регионах/Борщевский С.В., Масло С.В./ Материалы IV научной конференции "Агошковские чтения", 12 ноября 2011г. - Чита: ЗабГК, 2011.-с.85-93.

22. Прокопенко Е.В. Разработка структурной схемы насыпки породы на отвал. Материалы XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов, 28 марта 2012г.- Чита: ЗабГК, 2012.-с.23.

Особистий внесок здобувача в роботах написаних у співавторстві: [1,2,3,6]- виконання аналітичних досліджень, аналіз результатів; [7,8,9,13,15,16]- розробка методики і проведення чисельних досліджень, аналіз результатів; [10,11,12]- формулювання основних задач, аналіз результатів; [21]- формулювання основних задач, аналіз результатів.

## АНОТАЦІЯ

**Прокопенко О.В. Планування формування породних відвалів з урахуванням порядку відробки вугільних пластів з метою їх раціонального використання . – На правах рукопису**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.01 – “Маркшейдерія”. – Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, 2012.

У дисертації вирішена актуальна науково-технічна задача планування формування породних відвалів вугільних родовищ з урахуванням порядку відпрацювання вугільних пластів з метою раціонального складування шахтних порід у відвалах для подальшого процесу їх утилізації. Вперше породні відвали розглядаються як техногенні родовища. У дисертації розроблено методологію цілеспрямованого формування техногенного родовища для подальшого використання та утилізації. На основі нової методології обробки маркшейдерської і геологічної інформації вирішена нова наукова задача встановлення закономірності літологічного складу відвалу в часі в залежності від розробки вугільних пластів. Використовуючи аналіз насипання породи на відвал, створена хронолітологічна модель породного відвалу, за допомогою якої можна встановити місця локалізації певного складу порід в ярусах і на відвалі в цілому. В результаті створення хронолітологічної моделі розроблені технологічні схеми відсипки породи для і діючих і сформованих відвалів, а також для відвалів із заданими параметрами. На основі хронолітологічної моделі розроблена графоаналітична модель, що дозволяє визначити порядок насипання породи на відвал при відпрацюванні одного або декількох вибоїв. На основі систематизації вхідної інформації по відвалам в період 2005-2011 роки розроблена база

даних по породних відвалах, яка дозволяє за допомогою спеціальних запитів знаходити оптимальні варіанти для аналізу літолого-геолого-хімічних характеристик порід, насипаних на відвал за певний період, а також формувати зв'язок між цими характеристиками.

Ключові слова: породний відвал, хронолітологічна модель, одиничні обсяги, поверхня відвалу, динамічна модель відвалу, орієнтований граф

## АННОТАЦІЯ

**Прокопенко Е.В. Планирование формирования породных отвалов с учетом порядка отработки угольных пластов с целью их рационального использования.** – На правах рукописи.

Диссертация на получение учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.15.01 – „Маркшейдерия”. – Национальный горный университет, Днепропетровск, 2012.

Диссертация посвящена вопросам планирования формирования породных отвалов угольных месторождений с учетом порядка отработки угольных пластов с целью рационального складирования шахтных пород в отвалах для дальнейшего процесса их утилизации. Впервые породные отвалы рассматриваются как техногенные месторождения. В диссертации разработана методология целенаправленного формирования техногенного месторождения для дальнейшего использования и утилизации. Данная методология включает в себя следующее: систематизированная отсыпка породы по определенной схеме позволяет найти местоположение конкретного горнопроходческого участка с одновременной характеристикой состава пород, отсыпаемых на отвал; достоверность маркшейдерско-геологической информации позволяет определить единичный объем ( $V$ ) породы, выданный из забоя и складированный на отвал за определенное время  $t$ . На основе новой методологии обработки маркшейдерской и геологической информации решена новая научная задача установления закономерности литологического состава отвала во времени в зависимости от разработки угольных пластов. Используя анализ насыпки породы на отвал, создана хронолитологическая модель породного отвала, с помощью которой можно установить места локализации определенного состава пород в ярусах и на отвале в целом. Данная модель состоит из следующих основных этапов: установление свойств, определяющих необходимость моделирования, установление областей отвала с заданными свойствами и параметрами, изучение характеристик разрабатываемых пластов и вмещающих пород, планирование отсыпки пород с заданными свойствами на участке соответствующих областей отвала. В результате создания хронолитологической модели разработаны технологические схемы отсыпки породы для действующих и сформированных отвалов, а также для отвалов с заданными параметрами. Для действующих отвалов учитываются следующие основные моменты: ведется плановая маркшейдерская съемка отвала, в период между съемками определяются единичные объемы, по которым вычисляют интервалы локализации качественных показателей компонент, входящих в пласт, од-

новременно с подачей породы на отвал ведутся горные работы, на основе которых проводится анализ хронологии горных выработок по маркшейдерским планам с учетом анализа геологической информации по каждой горной выработке. Для отвалов с заданными параметрами рассматриваются следующие основные этапы: для контроля площади земель, отводимых под отвал, необходимо проанализировать фракционность пород, а также проанализировать состав пород по крепости и кусковатости, для устранения вероятности самовозгорания необходимо проанализировать процентное содержание углей при насыпке породы, чтобы отвал был пожаробезопасным. На основе хронолитологической модели разработана графо-аналитическая модель, позволяющая определить порядок насыпки породы на отвал при отработке одного или нескольких забоев. Данная укладка представляет собой ориентированный граф, который позволяет управлять потоком информации (единичными объемами) в заданное место на отвале. На основе систематизации входной информации по отвалам в период 2005-2011 годы разработана база данных по породным отвалам в среде Microsoft Access, которая позволяет с помощью специальных запросов находить оптимальные варианты для анализа литолого-геолого-химических характеристик пород, насыпанных на отвал за определенный период, а также формировать связь между этими характеристиками.

**Ключевые слова:** породный отвал, хронолитологическая модель, единичные объемы, поверхность отвала, динамическая модель отвала, ориентированный граф.

### ABSTRACT

**Prokopenko E.V. Planirovanie formation of waste dumps in the light of the order of mining coal seams with a view to their sustainable use. – The manuscript.**

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.15.01 - "Mine Surveying". - The National Mining University, Dnepropetrovsk, 2012.

In the thesis the actual scientific and technical task of planning the formation of dumps coal deposits subject to the order of testing coal seams of the rational storage of mine rock dumps in the further process of recycling. First dumps are considered as man-made deposits. The thesis developed a methodology targeted formation of technogenic deposits for future use and disposal. On the basis of a new methodology for processing surveying and geological information solved the problem of establishing a new scientific laws litho logical dump in time depending on the development of coal seams. Using analysis of rocks filling dump created hronolitolohychna model dumps, you can use to establish a place of localization of the rocks in layers and dumps a whole. As a result, a model developed hronolitolohicheskoy technological schemes for filling-breed and existing and formed piles and piles for a given parameter. Based on the model developed hronolitolohicheskoy graphic analytical model to determine the order by filling in rock dump at vidpratsyuvanni one or more faces. Based on systematic input of information in dumps in the period 2005-2011 years developed a database dump, which allows by special request to find the optimal options for the

analysis of lithological, geological and chemical characteristics of rocks filled on a blade for a certain period, and form a link between these characteristics

Keywords: breed blade, hronolitologicheskaya model, the unit volume, the surface of the blade, the dynamic model of the blade, a directed graph.

**Прокопенко Олена Василівна**

**ПЛАНУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ПОЯДКУ ВІДРОБКИ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ З МЕТОЮ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

Автореферат

Підписано до друку 11.05.2012р. Формат 60x90/16.  
Папір офсетний. Ризографія. Умов. друк.арк.0,9.  
Обліковано-видавн.арк.0,9.  
Тираж 120 прим. Замовлення №

Видавець і виготовлювач МПП «ВІК»  
83059, м. Донецьк, вул.Разенкова, 12/17, тел.(062)0381-70-87  
Свідоцтво про реєстрацію ДК №382 від 26.03.2011 р.