

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**БУБУНЕЦЬ ЮРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 622.411.33

**ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДП-  
РАЦЮВАННЯ ВИЇМКОВИХ ДІЛЬНИЦЬ НА ПІДСТАВІ ПРОГНОЗУ ДИНА-  
МІКИ ЇХ МЕТАНОВОСТІ**

Спеціальність: 05.15.02 - підземна розробка родовищ корисних копалин

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2015

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі розробки родовищ корисних копалин Донбаського державного технічного університету (ДонДТУ) Міністерства освіти і науки України (м. Лисичанськ)

**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці Донбаського державного технічного університету (ДонДТУ) Міністерства освіти і науки України (м. Лисичанськ)

**АНТОЩЕНКО  
Микола  
Іванович**

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач відділу проблем технологій підземної розробки вугільних родовищ Інституту геотехнічної механіки імені М.С. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ)

**СОФІЙСЬКИЙ  
Костянтин Ко-  
стянтинович**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ)

**ДЕМЧЕНКО  
Юрій  
Іванович**

Захист відбудеться «30» червня 2015 р. о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49005, м Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19)

Автореферат розісланий «29» травня 2015 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03,  
кандидат технічних наук, доцент

М.В. Петльований

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** В сучасних умовах впровадження дорогих високопродуктивних механізованих очисних комплексів максимально припустиме навантаження на лаву розраховується за середнім рівнем виділення метану на виїмковій дільниці, а кількість повітря, що подається в лаву визначається з урахуванням коефіцієнта нерівномірності метановиділення. В той же час, аналіз графіків фактичного коливання даного показника на виїмкових дільницях вугільних шахт Донбасу показує, що за довжиною виїмкового стовпа мають місце зони метановості, що суттєво відрізняються одна від іншої. Наявність таких зон показує, що для одних з них існує необхідність в обмеженні видобутку вугілля з метою запобігання випадків загазовування лав, а для інших таких обмежень немає і видобуток можна істотно збільшувати, не перевищуючи допустимих концентрацій метану.

Проте досягнення позитивних наслідків такого підходу до поліпшення техніко-економічних показників роботи лав стримується відсутністю на даний час достатньо обґрунтованих методів прогнозу динаміки метановиділення. Тому дослідження, спрямовані на розробку таких методів є актуальними, оскільки вони дозволяють вирішити важливу нову науково-технічну задачу з підвищення ефективності та безпеки використання за газовим фактором сучасного очисного обладнання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки України «Новітні та ресурсозберігаючі технології в енергетиці», стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 р «Вугільна промисловість» і планів держбюджетних НДР ДонДТУ: тема № 152 «Розробка теоретичних основ управління метановиділенням і прогноз видобутку шахтного метану з урахуванням геомеханічних процесів» (№0107U001471), № 178 «Розробка теоретичних основ оцінки підготовлених до відпрацювання виїмкових дільниць на аномальність метановиділення» (№0110U000096), № 201 «Обґрунтування раціональних параметрів схем провітрювання та дегазації виїмкових дільниць вугільних шахт з урахуванням геомеханічних процесів» (№0112U000367).

**Мета роботи** – обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових дільниць на основі закономірностей формування компонент динаміки метановості за довжиною виїмкового стовпа.

Для досягнення поставленої мети в роботі були сформульовані наступні основні науково-технічні завдання:

- проаналізувати сучасні уявлення про динаміку метановиділення на виїмкових дільницях та оцінити об'єктивність її прогнозу при застосуванні сучасних високопродуктивних комплексів;
- обґрунтувати можливість підвищення достовірності опису часових рядів метановиділення за допомогою методів теорії нелінійної динаміки;
- встановити закономірності взаємозв'язків різних компонент часового ряду метановиділення з факторами, що впливають на них;
- розробити методику прогнозу динаміки метановиділення;

- обґрунтувати параметри технології виїмки вугільного пласту з урахуванням динаміки метановиділення.

**Ідея роботи** полягає у використанні закономірностей формування компонент динамічного ряду метановиділення для обґрунтування технології виїмання вугілля на виїмкових дільницях.

**Об'єкт досліджень** – технологічні процеси виїмки вугілля з урахуванням метановиділення по довжині виїмкового стовпа.

**Предмет досліджень** – закономірності динаміки газовиділення та її впливу на технологію виїмання вугільного пласта.

**Методи досліджень.** Для вирішення поставлених у роботі науково-технічних завдань використовувалися: апріорний аналіз сучасних уявлень про динаміку метановиділення і методів її прогнозу, методи моделювання часових рядів, теорії нелінійної динаміки, регресійного аналізу, шахтні експериментальні дослідження рівнів виділення метану по виїмкових дільницях.

#### **Наукові положення, винесені на захист:**

1. За довжиною виїмкових дільниць метановість ( $I$ ) вугільних пластів представляється динамічними рядами, що містять трендові, тренд-циклічні, циклічні та нерегулярні компоненти. Трендові компоненти лінійно пов'язані з компонентами акустичної емісії (АЕ), а тренд-циклічні і циклічні компоненти малого періоду містять глобальні та локальні максимуми, які запізнюються щодо аналогічних максимумів АЕ і швидкості посування лави на 25 і 1-2 доби. Це дозволяє підвищити надійність попереднього та оперативного прогнозів динаміки метановиділення по довжині виїмкового поля.

2. Розробка пологих і похилих вугільних пластів супроводжується нерівномірністю швидкості посування очисного забою, яка об'єктивно оцінюється показником Херста ( $H$ ), взаємопов'язаним з метановиділенням ( $I$ ) гіперболічною залежністю  $I = \frac{1}{a + bH}$ , згідно з якою метановість виїмкової дільниці зростає при  $H < 0,5$  і зменшується при стабілізації швидкості посування лави ( $H > 0,5$ ), що дозволяє оцінювати ефективність технологічних рішень по газовому фактору, спрямованих на стабілізацію роботи лави.

3. Нерегулярні компоненти метановості формуються під впливом ціликів вугілля, залишених на суміжних пластах, а протяжність ( $b$ ) зони їх впливу на метановиділення ( $I$ ) описується ваговою функцією, що має вигляд схрещених в одній точці двох частин кривої Гауса. Це дозволяє здійснювати раціональну підготовку вугільних пластів і диференціювати вибір технологічних рішень щодо зниження метановості гірничих виробок.

**Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій** підтверджується представницькими експериментальними даними динаміки газовиділення при експлуатації виїмкових дільниць в широкому діапазоні геологічних і технологічних умов, коректністю використання сучасних методів досліджень для вирішення поставлених науково-технічних завдань, високими показниками оцінки надійності та точності розроблених математичних моделей прогнозу динаміки метановиділення (надійність когнітивних моделей не менше 0,8, а точність математичних моделей до  $\pm 20\%$ ), успішною практичною реалізацією розроблених методів прогнозу.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

1. Вперше розроблено класифікацію аномальних зон виділення метану, яка покладена в основу когнітивної моделі їх прогнозу для сталої роботи виїмкових дільниць.

2. Вперше встановлений статистично значущий лінійний взаємозв'язок між трендовими компонентами динамічних рядів метановості та акустичної емісії, а також узгоджені зміни тренд-циклічних і циклічних компонент з запізненням на 25 і 2-3 доби зростання рівня метановиділення в порівнянні зі зростанням рівня акустичної емісії.

3. Встановлено, що коливання середньодобової швидкості посування очисного забою впливають на циклічні компоненти малого періоду динамічного ряду метановиділення з запізненням на 1-2 доби збільшення або зменшення рівня метановиділення в порівнянні з ростом або зниженням швидкості посування лави.

4. Нерівномірність посування очисного вибою об'єктивно оцінюється показником Херста ( $H$ ), вплив якого на рівень метановиділення по виїмковій ділянці описується гіперболічною залежністю виду  $I = \frac{1}{a + bH}$ , згідно з якою стабілізація роботи

лави ( $H > 0,5$ ) веде до зниження рівнів метановиділення, а нерівномірне її посування ( $H < 0,5$ ) супроводжується зростанням значень даного показника.

5. Встановлено, що відпрацювання виїмкових дільниць в зонах впливу підробки або надробки суміжних пластів призводить до формування аномальних рівнів метановиділення по типу «структурне зрушення» при переході меж цих зон, а при підробці або надробці залишених ціликів вугілля – до формування аномальних рівнів II-го роду. При цьому найбільш надійно вплив ціликів вугілля на метановість виїмкових дільниць описується ваговою функцією, що має вигляд схрещених в одній точці двох частин кривої Гауса.

6. Виявлено, що між прирощеннями висотних відміток ( $\Delta h$ ), які характеризують гіпсометрію пласта і зміною метановості очисних виробок існує статистично значущий взаємозв'язок, що описується лінійним рівнянням регресії  $I = 11,2 + 0,66 \cdot \Delta h$ .

**Наукове значення роботи** полягає в обґрунтуванні раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових дільниць на підставі закономірностей взаємозв'язку головних компонент рядів динаміки виділення метану з геологічними та технологічними факторами, що дозволяє прогнозувати ефективність застосування високопродуктивних очисних механізованих комплексів на виїмкових дільницях.

### **Практичне значення роботи:**

- розроблена прикладна комп'ютерна програма для розкладання вихідних динамічних рядів метановиділення на компоненти та їх аналізу;

- розроблена методика попереднього та оперативного прогнозу динаміки метановиділення на виїмкових дільницях передбачає гібридне використання когнітивних і математичних моделей, побудованих за результатами аналізу фактичних даних лав-аналогів;

- розроблено методику визначення лави-аналога для прогнозу динаміки метановиділення в лавах, що проектуються та адаптація до неї технологічних параметрів виїмкових дільниць.

**Реалізація результатів досліджень.** Результати проведених досліджень були використані на шахтах Міністерства енергетики та вугільної промисловості України.

Очікуваний економічний ефект від впровадження методики прогнозу склав 3 727 500 грн.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі та узагальненні сучасних методів прогнозу метановиділення на виїмкових дільницях, формулюванні мети, завдань досліджень, ідеї роботи і наукових положень, зборі та узагальненні фактичних даних про динаміку метановиділення на всьому протязі відпрацювання виїмкових стовпів (полів), розробці класифікації аномальних значень виділення метану, алгоритму аналізу динамічних рядів метановості, встановленні закономірностей її формування, розробці методики прогнозу динаміки метановиділення в міру посування лав та її апробації на практиці, формулюванні висновків і рекомендацій.

**Апробація результатів досліджень.** Основні результати роботи доповідались і обговорювались на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та обладнання для видобутку вугілля підземним способом» (м. Донецьк, 2008), XVII міжнародній науково-технічній конференції "Прикладні задачі математики і механіки" (м. Севастополь, 2009), Міжнародній конференції «Форум гірників - 2010» (м. Дніпропетровськ, 2010), Міжнародній науково-технічній конференції «Школа підземної розробки» (м. Ялта, 2012).

**Публікації.** За результатами виконаних досліджень опубліковано 23 роботи: у тому числі 2 монографії у співавторстві; 11 статей у фахових виданнях з переліку МОН України; 2 у закордонних виданнях з високим рівнем цитування; 5 уматеріалів науково-технічних конференцій; 1 патент на винахід та 2 патенти на корисні моделі авторського права України.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновків, переліку використаних джерел із 143 найменувань на 14 сторінках; містить 168 сторінок машинописного тексту, 23 рисунка на 13 сторінках і додатків на 25 сторінках, загальний обсяг роботи – 206 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано напрям досліджень дисертації, актуальність, розглянуто зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету, ідею та завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладено основні наукові положення, новизну та значення отриманих результатів, наведено інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів та структуру роботи.

**Перший розділ** дисертації присвячений апріорному аналізу сучасних уявлень про динаміку метановиділення на виїмкових дільницях та методи її прогнозу. При цьому встановлено, що згідно з результатами досліджень відомих вчених, таких як Анненков Б.А., Анциферов В.О., Антощенко М.І., Демченко Ю.І., Касімов О.І., Лідин Г.Д., Недвига С.М., Петросян А.Е., Пігіда Г.Л., Посудієвський О.Б., Полевщіков Г.Я., Софійський К.К., Ушаков К.З. та ін. процес метановиділення по виїмковим дільницям в одних випадках розглядається як випадковий стаціонарний, а в інших – нестаціонарний.

Мають місце і протиріччя в оцінці характеру впливу геологічних, технологічних і організаційних чинників на коливання рівнів метановиділення на виїмкових дільницях при їх відпрацюванні.

Відомі методи прогнозу метановості виїмкових дільниць можна розділити на дві принципово різні групи. Перша передбачає прогноз середніх значень даного показника та врахування його коливань за допомогою коефіцієнта нерівномірності, а друга – прогноз коливань рівнів метановиділення в міру відпрацювання лав з урахуванням даних лав-аналогів. Методи прогнозу другої групи забезпечують високу вірогідність прогнозів та реалізацію диференційованого підходу до обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання лавами виїмкових стовпів за газовим фактором. Констатовано, що вихідний динамічний ряд відносної метановості включає в себе дві компоненти: квазістатичну та динамічну. Вони формуються під впливом лише геомеханічних процесів, в той час як перелік впливових факторів є набагато більшим. Залишилося невирішеним питання вибору лав-аналогів, а також математичного опису в них динаміки метановиділення.

Таким чином, виконаний аналітичний огляд стану питання показав, що вибір раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових дільниць за газовим фактором вимагає подальшого удосконалення методів прогнозу динаміки метановиділення в гірничій виробки по мірі їх посування.

За результатами виконаного аналізу сформульовані мета і завдання досліджень.

У **другому розділі** розглянуто методики проведення шахтних експериментів і аналізу динамічних рядів метановиділення, зміну рівня їх вихідних даних за довжиною виїмкових стовпів (полів). Викладені безперервні спостереження за весь період відпрацювання лав, що цілком досягне у зв'язку з впровадженням на шахтах системи УТАС. На цьому підґрунті сформована вихідна експериментальна база даних метановиділення в 11-ти виїмкових дільницях вугільних шахт, які відпрацьовують багато газоносні пласти:  $k_2$ ,  $k_2^H$ ,  $i_3$ ,  $l_2^B$ ,  $l_2^H$ . Крім значень абсолютного метановиділення фіксувалися значення геомеханічних і технологічних факторів, які апріорі можуть впливати на аналізований показник.

Аналіз даних динамічних рядів метановиділення показав, що вони, як правило, містять в собі значення, що різко відрізняються від середнього фонового рівня. Було виділено три класи аномальних рівнів – першого і другого роду та точки структурного зрушення динамічного ряду. Виявлено причини неоднорідності досліджуваного процесу з використанням методу статистичного аналізу динамічних рядів SSA (Singular Spectrum Analysis).

Перевірка адекватності опису динамічних рядів метановиділення за допомогою методу SSA була виконана з використанням розробленої прикладної програми на ПЕОМ за даними 25-й і 26-й Орловських лав по пласту  $k_2$ . В результаті було виділено п'ять головних компонент: трендова, тренд-циклічні і високочастотні. З їх використанням була доведена можливість відновлення вихідного ряду з точністю до 10%.

У **третьому розділі** викладені результати дослідження впливу на динаміку метановиділення геомеханічних процесів, швидкості посування лави, подрібки і надрибк вугільних пластів та їх гіпсометрії.

Як індикатор геомеханічних процесів, що протікають в масиві гірських порід була прийнята інтенсивність акустичної емісії. Встановлено, що трендові компоненти метановості та акустичної емісії сильно корелюють між собою (рис. 1), коефіцієнт кореляції сягає 0,99.

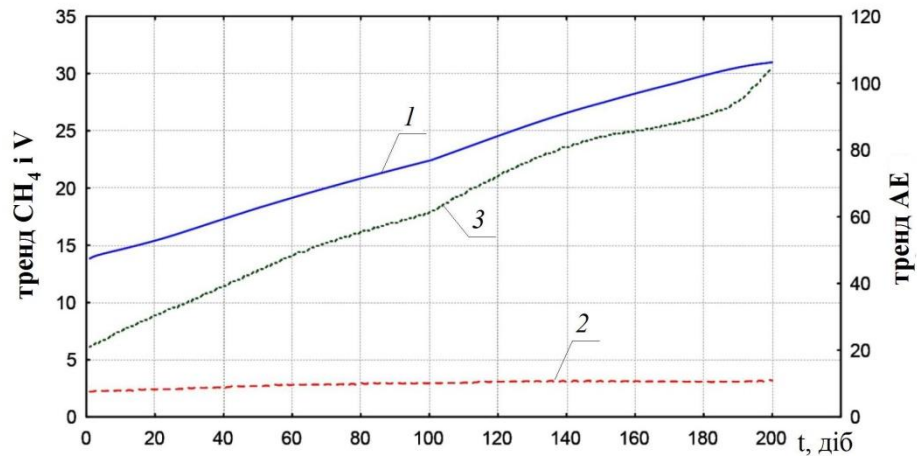


Рисунок 1 – Графік зміни трендових компонент у часі: 1 – метановиділення ( $\text{CH}_4$ ), 2 – швидкості посування очисного вибою ( $V$ ), 3 – акустичної емісії (АЕ)

При порівнянні циклічних компонент з періодом 60-70 діб спостерігається запізнювання компоненти метановості відносно до компоненти акустичної емісії на 3-25 діб (рис. 2). Таке запізнювання дозволяє прогнозувати час початку зростання рівнів метановості після збільшення інтенсивності акустичної емісії, що вельми важливо для реалізації оперативного прогнозу динаміки метановиділення. При порівнянні циклічних компонент швидкості посування лави і акустичної емісії періоду 60-70 діб (рис. 2) спостерігається запізнювання на 1-2 доби зростання метановості у порівнянні з ростом добової швидкості посування лави.

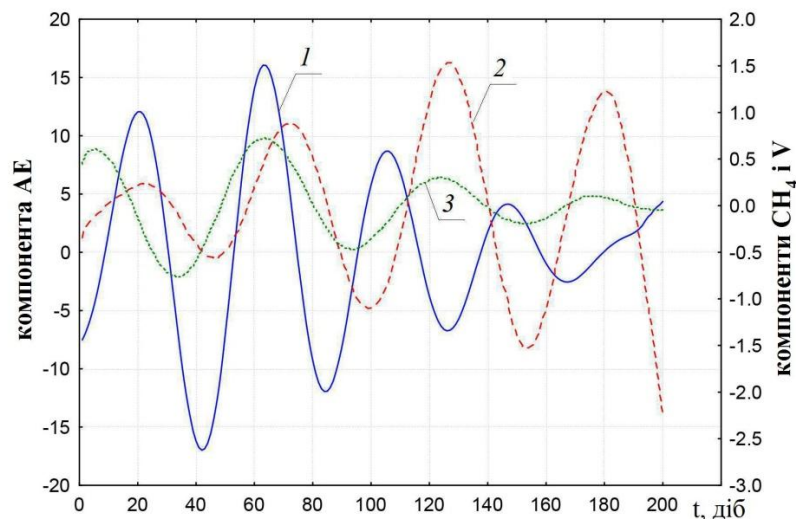


Рисунок 2 – Графік коливання компонент з періодичністю 60-70 діб: 1 – акустичної емісії (АЕ), 2 – метановиділення ( $\text{CH}_4$ ), 3 – швидкості посування очисного вибою ( $V$ )

Для врахування нерівномірності швидкості посування лави було запропоновано використовувати показник Херста ( $H$ ), що дозволяє в узагальненому вигляді оцінювати вплив даного чинника на коливання рівнів метановиділення.



Розрахункові значення показника Херста для перших різниць швидкості посування лави були отримані за результатами відпрацювання 1-ї східної лави по пласту  $k_2^H$  і 25-ї Орловської лави по пласту  $k_2$ . Найбільш надійно залежність між абсолютним метановиділенням і величиною  $H$  для цих лав описується гіперболічним рівнянням виду:  $y = \frac{1}{a + bx}$ . Параметри  $a$  та  $b$  для 1-ї східної лави дорівнюють відповідно  $-0,08$  та  $0,288$ , а для 25-ї Орловської  $-0,0013$  та  $0,108$ .

Аналіз отриманих залежностей показує, що зі збільшенням показника  $H$  метановість знижується, а зі зменшенням зростає. Звідси випливає, що з точки зору зниження рівня даного показника необхідно прагнути до забезпечення стабільної швидкості посування очисних вибоїв.

Метановиділення в зоні впливу підробки або надробки зменшується в середньому на  $44 - 60\%$ . Для оцінки меж впливу залишеного цілика на збільшення рівня метановиділення в гірничі виробки запропонований індикатор  $f(x)$ :

$$f(x) = \sum_{i=-b_0}^{b_3-1} a(i) \zeta(x+i), \quad (1)$$

де  $b_3$  – ширина зони впливу цілика на метановиділення в очисному вибою, що його підробляє попереду його лінії, м;  $b_0$  – ширина зони впливу цілика позаду лінії очисного вибою, м;  $a(i)$  – вагова функція, що описує вплив ціликів на зміну рівнів метановиділення попереду і позаду очисного вибою;  $\zeta(x+i)$  – індикатор наявності цілика в поточній точці  $x$ .

Вивчення взаємозв'язку між індикатором  $f(x)$  та рівнем метановиділення в лаві, що підробляє цілик показало, що найбільш надійно він описується у випадку, коли вагова функція представлена у вигляді двох частин кривої Гауса, схрещених в точці, що відповідає положенню лінії очисного вибою. Коефіцієнт кореляції між аналізованими змінними склав в цьому випадку  $0,72$ .

З отриманих результатів випливає, що при плануванні гірничих робіт необхідно передбачати таке розкrojовання шахтного поля, при якому виключаються або ж зводяться до мінімуму випадки підробки залишених на суміжних пластах ціликів, а також випадки роботи в зоні впливу границь невідпрацьованих запасів.

При вивченні впливу флексурних складок на коливання метановиділення в гірничі виробки була висунута гіпотеза про наявність трендових і тренд-циклічних закономірностей зміни метановості зі зміною гіпсометрії пласта. Для її перевірки на прикладі пласта  $l_2^6$  був встановлений тренд зміни висотної позначки  $h$  по довжині обраного профілю  $L$ , що описується залежністю  $h = -88 + 0,11 \cdot L$ . Коефіцієнт кореляції склав  $0,99$ . Після цього були розраховані відхилення відміток від лінії тренду ( $\Delta h$ ) і досліджено взаємозв'язок між ними і абсолютним метановиділенням виїмкових ділянок. Даний взаємозв'язок адекватно описується рівнянням вигляду  $I = 11,2 + 0,66 \cdot \Delta h$ . Коефіцієнти регресії даного рівняння статистично значущі.

Тому за його допомогою можна прогнозувати зміну середнього значення метановості при заданому значенні відхилення  $\Delta h$ .

При переході очисними роботами малоамплітудних тектонічних порушень слід враховувати вплив на динаміку метановиділення напружень у вуглепородному масиві. Такі дослідження були виконані в 17-й Орловській лаві пласта  $k_2$ . За їх результатами було виявлено розташування аномальних зон. Встановлено, що при проходженні лавою зон аномально високих напружень спостерігається підвищення рівня метановиділення. У розвантажених зонах з підвищеною тріщинуватістю спостерігається зниження значень метановиділення.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про доцільність завчасного радіолокаційного зондування порід за всю довжиною виїмкового стовпа з метою виявлення локальних зон підвищеного і зниженого метановиділення в гірничі виробки.

У **четвертому розділі** дано обґрунтування гібридного підходу до прогнозу динаміки метановиділення, заснованого на використанні когнітивної та математичної моделей.

За допомогою когнітивної моделі прогноуються зони з аномально високими рівнями абсолютної метановості, а математична модель використовується для деталізації зазначених рівнів у межах виділених зон.

Для перевірки достовірності прогнозу різних зон формування рівнів метановості виїмкових ділянок за допомогою когнітивного підходу були прийняті, як навчальна вибірка, дані про метановиділення на ділянці 8-ї західної лави пласта  $l_2^6$ . За запропонованою методикою побудована когнітивна модель (2, 3, 4), що дозволяє прогнозувати розташування зон з низьким А, високим С рівнями метановиділення та перехідних зон В.

$$P_1 = 0,640 \cdot P_{11} + 0,004 \cdot P_{12} + 0,342 \cdot P_{13} + 0,002 \cdot P_{14} + 0,003 \cdot P_{15} + 0,005 \cdot P_{16} + 0,004 \cdot P_{17}, \quad (2)$$

$$P_2 = 0,154 \cdot P_{21} + 0,685 \cdot P_{22} + 0,002 \cdot P_{23} + 0,003 \cdot P_{24} + 0,071 \cdot P_{25} + 0,083 \cdot P_{26} + 0,001 \cdot P_{27} + 0,001 \cdot P_{28}, \quad (3)$$

$$Z = 0,291 \cdot P_1 + 0,709 \cdot P_2. \quad (4)$$

де  $P_1$  і  $P_2$  – гірничо-геологічний і технологічний концепти матриці оцінок рівня підвищеного метановиділення;  $P_{1i}$  і  $P_{2i}$  – позначення індикаторів гірничо-геологічних і технологічних факторів, що впливають на формування рівнів виділення метану в гірничі виробки;  $Z$  – інтегральна оцінка рівня метановиділення.

Якщо виконується умова  $0 < Z < Z1$ , то прогнозується зона зниженого метановиділення,  $Z1 < Z < Z2$  – має місце перехідна зона і якщо  $Z > Z2$  – прогнозується зона з підвищеним метановиділенням. Перевірка отриманої когнітивної моделі за навчальною вибіркою показала, що загальна кількість помилок прогнозу склала 11%, а перевірка по 7-й західній лаві, для якої 8-а західна була прийнята як лава-аналог, показала що кількість помилок склала 22,7%.

Таким чином, отримані результати прогнозу зон з різним рівнем метановиділення підтвердили доцільність використання когнітивного підходу для вирішення цього завдання.

Побудова математичної моделі прогнозу динамічних рядів метановиділення здійснювалася на основі зазначеної раніше можливості відновлення вихідного часового ряду з виділених за допомогою SSA компонент.

Як приклад було виконано аналітичний опис динаміки метановиділення на вільній ділянці 25-й Орловської лави пласта  $k_2$ . Для цього вихідний динамічний ряд був розкладений на трендові, тренд-циклічні, циклічні компоненти з періодом циклу  $T = 51$  доба,  $T = 2$  доби,  $T = 3,6$  доби,  $T = 5,5$  доби, загасаючу компоненту з періодом циклу  $T = 25,5$  діб.

Кожна з цих компонент була описана за допомогою відповідних математичних моделей, а вихідна модель (5) була побудована шляхом їх підсумовування:

$$f_n = 13,705 + 0,0947n + \begin{cases} 0, & n < 95 \\ e^{0,01n} (0,1125 \cos \frac{2\pi n}{99} + 0,4078 \sin \frac{2\pi n}{99}), & 95 \leq n < 164 \\ -2,004, & n \geq 164 \end{cases} + e^{0,0072n} (-0,3237 \cos \frac{2\pi n}{51} + 0,3314 \sin \frac{2\pi n}{51}) + e^{0,007n} ((0,0901 + 0,0462n) \cos \frac{2\pi n}{2,001} + (28,6471 - 0,0018n) \sin \frac{2\pi n}{2,001}) + e^{0,044n} (0,0577 \cos \frac{2\pi n}{3,602} - 0,5433 \sin \frac{2\pi n}{3,602}) + e^{0,0045n} (0,2559 \cos \frac{2\pi n}{5,51} + 0,1788 \sin \frac{2\pi n}{5,51}) + e^{-0,004n} (-0,142 \cos \frac{2\pi n}{25,5} - 0,5795 \sin \frac{2\pi n}{25,5}), \quad (5)$$

де  $n$  – узагальнений параметр, званий дискретним часом (вводиться замість часу  $t$  або  $L$ ).

Середня відносна похибка цієї моделі при порівнянні з фактичними даними становить 5,4% (за групою навчання) і 9,9% на контрольній вибірці, значення якої не брали участь при побудові моделі.

З представлених результатів видно, що аналітична модель досить добре описує динамічний ряд метановиділення. У той же час вона досить складна в побудові. Тому за альтернативну була побудована модель заснована на множинному регресійному аналізі рівнів метановиділення:

$$I_{уч} = 3,965 + 10,468 \cdot K_{над} + 3,264 \cdot V_{оч} + 0,663 \cdot q - 51,864 \cdot H, \quad (6)$$

де  $K_{над}$  – індикатор подробиці (0 - 1),  $V_{оч}$  – швидкість посування очисного вибою (0 – 4,4 м/сут),  $q$  – природня метановість (20 – 32,1 м<sup>3</sup>/т.с.б.м),  $H$  – показник Херста (0,4 – 0,9).

Ця модель була побудована за даними метановиділення у 8-й західній лаві пласта  $l_2^6$ . Множинний коефіцієнт кореляції склав 0,79, а відносна помилка прогнозу 14%. На рис. 3 представлені прогнозна і фактична динаміка метановиділення, порівняння котрих показує, що множинна модель дає більш усереднений прогноз порівняно з моделлю (5), але екстремальні значення метановості виїмкової дільниці прогнозуються досить точно.

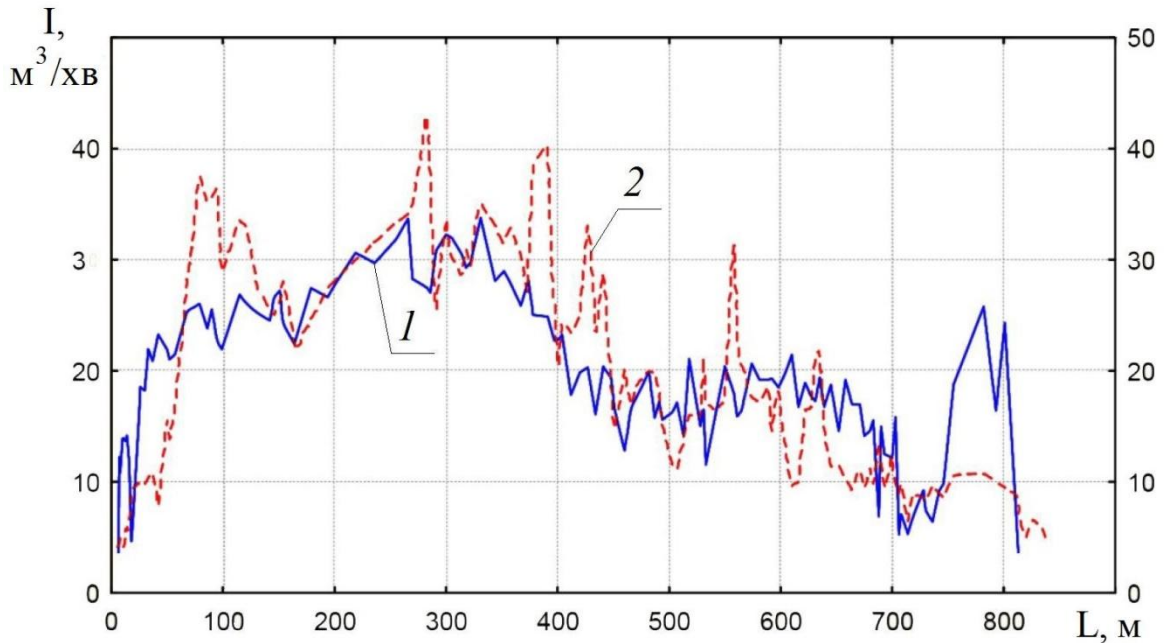


Рисунок 3 – Залежність метановиділення у 8-й західній лаві пласта  $l_2^6$  за довжиною виїмкового стовпа: 1 – теоретичні показники, 2 – фактичні показники

За допомогою моделі (6) прогнозу динаміки метановиділення в 7-й західній лаві встановлено високу узбіжність теоретичних і фактичних даних. Це дозволяє зробити висновок про можливість забезпечення прийнятної надійності прогнозу на основі обробки методом множинної регресії даних про метановиділення в лавах-аналогах.

У п'ятому розділі викладена методика прогнозу динаміки метановиділення на виїмкових дільницях, яка передбачає кілька етапів – вибір лави-аналогу, обробка даних про коливання рівнів метановиділення заодною з раніше розглянутих методик та використання розробленої когнітивної моделі.

За даними діючої лави прогнозується чергування в межах виїмкового стовпа ділянок з аномальними рівнями метановиділення. Якщо збіг прогнозу з фактом перевищує 80%, то робиться висновок про адекватність опису розташування аномальних зон за допомогою моделі (2, 3, 4). В іншому випадку здійснюється коригування параметрів моделі з метою її кращої адаптації до фактичних даних.

Після цього за допомогою когнітивної моделі прогнозується чергування і характер аномальних зон для лави, що проектується. Якщо воно збігається не менш, ніж

на 80% з лавою-аналогом, то приймається рішення про можливість використання відомого динамічного ряду метановиділення для попереднього прогнозу цього процесу.

При реалізації оперативного прогнозу результати попереднього прогнозу використовуються як вихідна інформаційна база. Крім цього використовуються дані про поточне фактичне метановиділення, які визначаються за допомогою УТАС, а також дані про інтенсивність акустичної емісії. Постійно фіксуються відхилення поточних прогнозних і фактичних даних метановиділення з метою визначення середніх значень помилок прогнозу і їх врахування при наступному коригуванні прогнозу.

У **шостому розділі** розглянуто рекомендації з раціональної технології ведення очисних робіт з урахуванням динаміки метановості виїмкових ділянок.

Для динамічних рядів, які містять аномалії за типом структурне зрушення рекомендується проводити диференційований за зонами розрахунок швидкості посування лави і навантаження на неї за газовим фактором. Швидкість посування лав у зонах з пониженим метановиділенням можна збільшувати у 2 рази і більше, а кількість повітря, що надходить на виїмкову ділянку зменшувати більше ніж на 30 % у порівнянні із зонами з підвищеною метановістю. У цьому випадку досягається високий рівень середньодобового навантаження в порівнянні з традиційною методикою.

На ділянках з аномальними зонами другого роду рекомендується навішувати в лаві вітрила з поліетиленової плівки (рис. 4).

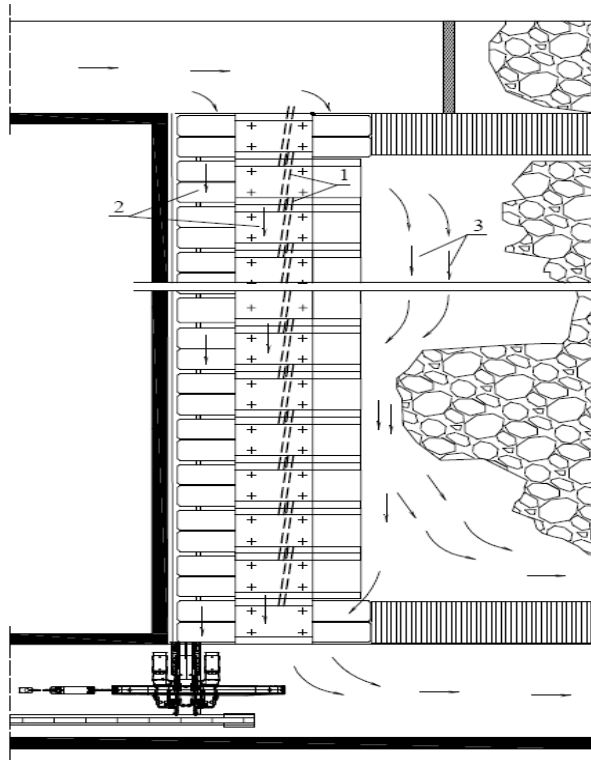


Рисунок 4 – Схема навішування вітрильного пристрою в лаві: 1 – вітрильний пристрій, 2 – призабійний простір, 3 – вироблений простір

В результаті забезпечується збільшення кількості повітря, що надходить в лаву на 8%. На виході з лави кількість збільшується на 57%, а витoki повітря у вироблений простір зменшуються на 35%.

Дегазацію вуглепородного масиву рекомендується робити тільки на ділянках з аномально високим рівнем виділення метану. В результаті підвищується ефективність даного технологічного рішення і знижуються витрати на його реалізацію. При цьому довжина цих ділянок приймається рівною ширині виявлених аномальних зон, що дає змогу зменшити у 2-3 рази кількість дегазаційних свердловин.

Розроблена методика прогнозу динаміки метановиділення і обґрунтування раціональної з даного фактору технології ведення очисних робіт була використана на шахтах Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. В результаті була підтверджена високаточність прогнозу (16 %), а також ефективність запропонованих технологічних рішень. Очікуваний економічний ефект від впровадження становить 3727500 грн.

## ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішена нова актуальна науково-практична задача з обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових дільниць на основі визначення закономірностей взаємозв'язку головних компонент рядів динаміки виділення метану з геологічними та технологічними факторами, що дозволяє прогнозувати ефективність застосування високопродуктивних очисних механізованих комплексів на виїмкових дільницях.

Основні наукові та практичні результати роботи полягають у наступному:

1. Аналіз уявлень про динаміку метановиділення на виїмкових дільницях та її прогноз при застосуванні сучасних високопродуктивних комплексів дозволив розробити класифікацію аномальних зон виділення метану на підґрунті відхилень значень метановиділення від його фонового рівня, нетиповості значення та формування за певним часовим інтервалом. Класи аномальності рівнів метановиділення покладені в основу когнітивної моделі їх прогнозу.

2. Вперше встановлено, що нестаціонарний динамічний ряд метановиділення на виїмкових дільницях в загальному випадку включає в себе трендові, тренд-циклічні, циклічні, випадкові і нерегулярні компоненти, що зумовлює необхідність використання існуючих взаємозв'язків між ними і факторами, які впливають, на ефективність впровадження продуктивних очисних механізованих комплексів. Для виявлення та аналізу вказаних компонент розроблена прикладна програма на ПЕОМ.

3. Вперше встановлено статистично значущий позитивний взаємозв'язок між трендовими компонентами динамічного ряду абсолютного метановиділення та акустичної емісії, а також узгодженість їх тренд-циклічних і циклічних компонент. В останньому випадку виявлені регулярні запізнення на 25 і 2-3 доби зростання рівня метановиділення в порівнянні зі зростанням рівня акустичної емісії, що дозволяє використовувати даний показник для оперативного прогнозу зміни добового навантаження на лаву.

4. Встановлено, що коливання середньодобової швидкості посування очисного вибою впливають на циклічні компоненти малого періоду динамічного ряду метано-

виділення. Рівень її збільшується або зменшується із запізнюванням на 1-2 доби в порівнянні з темпом виймання вугілля на виїмковій дільниці, що свідчить про взаємозв'язок рівнів виділення метану на виїмкових дільницях, акустичної емісії і швидкості посування лави.

5. Вперше встановлено, що найбільш адекватно ступінь стабільності посування лав описується показником Херста, розрахованим для значень перших різниць швидкості посування лави. При цьому виявлено, що зі збільшенням даного показника спостерігається зменшення рівня абсолютного метановиділення. Ця закономірність статистично значимо описується рівнянням гіперболічного вигляду, що дозволяє оцінювати ефективність технічних рішень зі стабілізації роботи лав та управляти метановиділенням.

6. Встановлено, що в зонах впливу ціликів вугілля формуються аномальні рівні метановиділення II-го роду і метановість виїмкової дільниці описується ваговою функцією вигляду схрещених в одній точці двох частин кривої Гауса, що дозволяє використовувати її для прогнозу рівнів метановиділення при переході меж цих зон очисними роботами.

7. Виявлено, що зміна прирощень висотних відміток, що характеризують гіпсометрію пласта, веде до аналогічної зміни прирощень змін метановості. Ця закономірність адекватно описується рівнянням лінійної регресії, що дозволяє прогнозувати зміни середніх значень метановості за площею пласта.

8. Розроблені методика попереднього та оперативного прогнозу динаміки метановості виїмкових дільниць на підставі гібридного використання когнітивних і математичних моделей, побудованих за результатами аналізу фактичних даних лав-аналогів, методики їх визначення та диференційованого підходу до обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових дільниць за газовим фактором. Очікуваний економічний ефект від впровадження вказаних методик склав 3 727 500 грн.

#### **Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:**

1. Бубунец Ю.В. Геомеханические процессы и прогноз динамики газовыделения при ведении очистных работ в угольных шахтах. Монография / Н.И. Антощенко, В.Н. Окалелов, В.И. Павлов и др. – Алчевск: Дон ГТУ, 2010. – 449 с.

2. Бубунец Ю.В. Формирование динамики метановыделения подрабатываемого массива при отработке газоносных угольных пластов. Монография / Н.И. Антощенко, В.Н. Окалелов, В.И. Павлов и др. – Алчевск: Дон ГТУ, 2013. – 221 с.

3. Bubunets Y. Identifying method for abnormal values of methane release in mining level blocks / V. Okalelov, L. Podlipenskaya, Y. Bubunets // Technical and Geoinformational systems in Mining, Taylor & Francis Group, London, UK CRC Press. – Balkema, 2011. – P. 111-115.

4. Bubunets Y. Impact of face advance rate unevenness on methane release dynamics / V. Okalelov, L. Podlipenskaya, Y. Bubunets // Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining, Taylor & Francis Group, London, UK CRC Press. – Balkema, 2014. – P. 367-371.

5. Бубунец Ю.В. Исследование динамики метановыделения выемочного участка / Л.Е. Подлипенская, Ю.В. Бубунец // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2007. – Вып. № 23. – С. 56-66.
6. Бубунец Ю.В. Поиск аномальных по газоносности зон методами радиолокации / Л.В. Голубева, Н.Ф. Фурсов, В.И. Павлов, Ю.В. Бубунец // Сб. науч. тр. ДонУГИ. – Донецк, 2007. – Вып. № 105 – С. 157-164.
7. Бубунец Ю.В. Прогноз и контроль динамики метановыделения в очистных забоях / В.Н. Окалелов, Л.Е. Подлипенская, Ю.В. Бубунец, С.И. Долгопятенко // Уголь Украины. – 2008. – № 7. – С. 21-24.
8. Бубунец Ю.В. Компьютерное моделирование динамических рядов метановыделения выемочного участка / Л.Е. Подлипенская, А.В. Хмелева, Ю.В. Бубунец, С.И. Долгопятенко // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2007. – Вып. № 27. – С. 153-160.
9. Бубунец Ю.В. Потенциальная прогнозируемость метанообильности выработоугольных шахт / Ю.В. Бубунец // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2008. – Вып. № 28. – С. 134-143.
10. Бубунец Ю.В. Система поддержки принятия решений по данным анализа динамики метановыделения выемочного участка / А.Г. Хмелев, Ю.В. Бубунец, С.И. Долгопятенко // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2009. – Вып. № 29. – С. 76-81.
11. Бубунец Ю.В. О необходимости разработки научных основ прогноза динамики газовыделения из сближенных угольных пластов / Н.И. Антощенко, В.Н. Окалелов, Ю.В. Бубунец // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2011. – Вып. № 35 – С. 19-26.
12. Бубунец Ю.В. Прогнозирование метанообильности очистных забоев / В.Н. Окалелов, Р.А. Фрумкин, Ю.В. Бубунец // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2011. – Вып. № 35 – С. 55-64.
13. Бубунец Ю.В. О прогнозе динамики газовыделения и геомеханических процессах движения пород в угольных шахтах / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, Ю. В. Бубунец // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах / Сб. науч. тр. МакНИИ. Вып. 2 (28). – Макеевка: МакНИИ, 2012. – С. 48-60.
14. Бубунец Ю.В. Изменение газового баланса при надработке угольных пластов / Н.И. Антощенко, Ю.В. Бубунец, Е.В. Душенко // Уголь Украины. – 2013. – № 6. – С. 21-23.
15. Бубунец Ю.В. Влияние надработки на газовыделение при ведении очистных работ на антрацитовых пластах / Н.И. Антощенко, Ю.В. Бубунец, М.В. Филатьев // Проблемы горного давления / Сб. науч. тр. ДонНТУ. Вып. 1(20)-2(21). – Донецк, 2012. – С. 119-130.
16. Бубунец Ю.В. Патент України: 87939, МПК (2009) Е 21 F 7/00. Спосіб прогнозування метановості виїмкових ділянок вугільних шахт / В.М. Окалелов, В.І. Павлов, Л.Є. Підлипенська. С.І. Долгоп'ятенко, Ю.В. Бубунець; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – № а200806231; заявл. 12.05.2008; Опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16, 2009.
17. Бубунец Ю.В. Патент України: 55339, МПК (2009) Е 21 F 1/00. Спосіб провітрювання комплексно-механізованих очисних вибоїв на високогазоносних ву-



гільних пластах / С.І. Долгоп'ятенко, Ю.Ю. Крижановський, Ю.В. Кудінов та ін.; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – № u201006905; заявл. 04.06.2010; Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23, 2010.

18. Бубунець Ю.В. Патент України: 71926 U МПК(2012.01) E 21 F 1/00. Спосіб визначення джерел метановиділення з підробленого масиву/ М.І. Антощенко, В.М. Окалелов, С.І. Кулакова, Ю.В. Бубунець, М.В. Філат'єв; № U2012020237; заявл. 22.02.2012; Опубл. 25.07.2012. Бюл. № 14, 2012.

19. Бубунець Ю.В. Метод анализа динамики показателей метановыделения выемочных участков угольных шахт. / Л.Е./ Подлипенская, В.И. Павлов, Ю.В. Бубунець, С.И. Долгоп'ятенко // Матер.межд.науч-практ.конф. «Современные технологии и оборудование для добычи угля подземным способом» – Донецк, ДонУГИ, 2008. – С.42-45.

20. Бубунець Ю.В. О потенциальной прогнозируемости показателей метанобильности угольных шахт / Л.Е. Подлипенская, Ю.В. Бубунець // Матер. XVII межд.науч.-техн.конф. “Прикладные задачи математики и механики”: – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. – С. 193-196.

21. Бубунець Ю.В. Управление распределением воздуха в комплексно-механизированных лавах, отрабатывающих высокогазоносные угольные пласты / В.Н. Окалелов, В.И. Павлов, Л.Е. Подлипенская, Ю.В. Бубунець, С.И. Кулакова // Школа подземнойразработки: сб.науч. тр. IV междунар. науч.-практ.конф. –Д: НГУ, 2010. – С. 46-52.

22. Бубунець Ю.В. Оценкавлияниягипсометрииугольногопласта на метанобильность выемочногоучастка / В.Н. Окалелов, Ю.В. Бубунець, Л.И. Богатова // Матер.междунар.конф. «Форум горняков - 2010». – Д: НГУ, 2010. – С. 197-201.

23. Бубунець Ю.В. О проблемах прогнозированиядинамики газовыделения изсближенныхугольныхпластов / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, Ю. В. Бубунець // Школа подземнойразработки: сб.науч. тр. VI междунар. науч.-практ.конф. –Д: НГУ,2012. – С. 19-29.

### **Особистий внесок здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві:**

[1-3,7,12,1618] – написання розділів 1,2,4; [4,6,11,13-15] – аналіз взаємозв'язку динаміки метановиділення та факторів які на неї впливають; [5,8-10] – проведення аналітичних досліджень та обробка результатів; [11,23] – постановка задач; [17,21] – написання розділу 6.

### **АНОТАЦІЯ**

Бубунець Ю.В. Обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових дільниць на підставі прогнозу динаміки їх метановості. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – Підземна розробка родовищ корисних копалин. Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2015.

У дисертації вирішена актуальна науково-практична задача з обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових ділянок на основі встановлених закономірностей взаємозв'язку геологічних і технологічних факторів з головними компонентами рядів динаміки виділення метану і гібридного підходу до її прогнозу. Встановлено, що нестационарний динамічний ряд метановиділення на виїмкових ділянках в загальному випадку включає в себе трендові, тренд-циклічні, циклічні, випадкові і нерегулярні компоненти, що зумовлює необхідність використання існуючих взаємозв'язків між ними та факторами, які впливають при прогнозі динаміки виділення метану по мірі посування очисних вибоїв.

Розроблена методика прогнозу динаміки метановиділення дозволяє використовувати диференційований підхід до обґрунтування раціональних параметрів технології відпрацювання виїмкових ділянок за газовим фактором. Її дослідно-промислова перевірка була здійснена на шахтах Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. В результаті була підтверджена висока збіжність прогнозних і фактичних даних (15,8%), а також ефективність запропонованих технологічних рішень, очікуваний економічний ефект від впровадження склав 3 727 500 грн.

**Ключові слова:** прогноз, параметри технології відпрацювання виїмкових ділянок, динаміка метановості.

## АННОТАЦІЯ

Бубунец Ю.В. Обоснование рациональных параметров технологии отработки выемочных участков на основе прогноза динамики их метанообильности. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02 – Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2015.

В диссертации решена актуальная научно-практическая задача по обоснованию рациональных параметров технологии отработки выемочных участков на основе установленных закономерностей взаимосвязи геологических и технологических факторов с главными компонентами рядов динамики выделения метана и гибридного подхода к ее прогнозу.

Разработана классификация аномальных уровней выделения метана по мере отработки выемочных участков, классы аномальности уровней метановыделения положены в основу когнитивной модели их прогноза. Установлено, что нестационарный динамический ряд метановыделения на выемочных участках в общем случае включает в себя трендовые, тренд-циклические, циклические, случайные и нерегулярные компоненты, что предопределяет необходимость использования существующих взаимосвязей между ними и влияющими факторами при прогнозе динамики выделения метана по мере подвигания очисных забоев.

Выявлены регулярные запаздывания на 25 и 2-3 суток роста уровня метановыделения по сравнению с ростом уровня акустической эмиссии, что позволяет

использовать данный показатель для оперативного прогноза динамики метанообильности выемочных участков. Установлено, что колебания среднесуточной скорости подвигания очистного забоя оказывают влияние на циклические компоненты малого периода динамического ряда метановыделения. При этом наблюдается запаздывание на 1-2 суток увеличения или уменьшения уровня метановыделения по сравнению с ростом или снижением скорости подвигания очистного забоя. Установлено, что наиболее адекватно степень стабильности подвигания лав описывается показателем Херста, рассчитанного для значений первых разностей скорости подвигания лавы. Установленная взаимосвязь свидетельствует о том, что при стабильной работе лав средний уровень метановыделения снижается по сравнению с периодом нестабильной работы, что позволяет оценивать эффективность технических решений по стабилизации работы лав с точки зрения управления метановыделением.

Установлено, что наиболее надежно влияние целиков угля на метанообильность выемочных участков описывается весовой функцией, имеющей вид состыкованных в одной точке двух частей кривой Гаусса, что позволяет использовать её при прогнозе уровней метановыделения в зоне влияния целиков угля. Выявлено, что изменение приращений высотных отметок, характеризующих гипсометрию пласта, ведет к аналогичному изменению приращений изменения метанообильности.

Разработанная методика прогноза динамики метановыделения позволяет использовать дифференцированный подход к обоснованию рациональных параметров технологии отработки выемочных участков по газовому фактору.

Её опытно-промышленная проверка была осуществлена на шахтах Министерства энергетики и угольной промышленности Украины. В результате была подтверждена высокая сходимости прогнозных и фактических данных (15,8 %), а также эффективность предложенных технологических решений, ожидаемый экономический эффект от внедрения составил 3 727 500 грн.

**Ключевые слова:** прогноз, параметры технологии отработки выемочных участков, динамика метанообильности.

## ABSTRACT

Bubunets Yu.V. Substantiation the rational parameters of a stoping technology of extraction area due to prediction of dynamics of their methane-bearing capacity. – Manuscript.

Thesis for PhD degree in Engineering on specialty 05.15.02 – Underground production of mineral deposits. State higher institution «National Mining University », Dnepropetrovsk, 2015.

In the thesis there has been solved an actual scientific-practical problem on substantiation the rational parameters of a stoping technology of extraction area on the basis of given relationship regularities for geological and technological factors with main dynamics line components of methane emission and hybrid approach to its prediction. It has been found that unsteady dynamic row of methane emission in extraction areas includes in a

general case trendy, trend-cyclic, cyclic, occasional and irregular components which pre-determine the necessity of using the existing relations between them and affecting factors when predicting a dynamics of methane emission as far as face advancing.

The developed prediction method for dynamics of methane emission allows using a differentiated approach to substantiation the rational parameters of stoping technology of extraction area by gaseous component.

Its experimental-industrial testing has been performed in the coal mines Ministry of energy and coal industry. Final results confirmed good convergence of predicted and actual data (15,8 %) as well as efficiency of proposed technological decisions, and expected economic impact is 3 727 500 UAH.

**Key words:** prediction, technological parameters of stoping technology for extraction areas, dynamics of methane-bearing capacity.

Бубунець Юрій Володимирович

**ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВІДПРАЦЮВАННЯ ВИЇМКОВИХ ДІЛЬНИЦЬ НА ПІДСТАВІ ПРОГНОЗУ  
ДИНАМІКИ ЇХ МЕТАНОВОСТІ**

(Автореферат)