

УДК 658.012.23

О.А. КРАТТ (д-р екон. наук, доц.)**В.В. НАЗИМКО** (д-р техн. наук, проф.)**А.В. МЕРЗЛІКІН** (канд. техн. наук, доц.)

Донецький національний технічний університет, Донецьк

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ТЕМПІВ ВИДОБУВНИХ РОБІТ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ ПРОЕКТУ ВУГЛЕВИДОБУТКУ

Проаналізовано роботу дев'ятнадцяти типових очисних вибоїв-аналогів для умов Донбасу. Побудовано гістограми місячного видобутку очисних вибоїв вугільних шахт. Встановлено, що темпи видобутку є випадковою функцією часу та визначена залежність величини коефіцієнта варіації від середнього рівня видобутку.

Ключові слова: темпи видобутку, варіація видобутку, проектні ризики, стохастичне моделювання.

Очисні роботи є основною компонентою календарного плану проекту підземного вуглевидобутку. Саме фактичний видобуток із очисних вибоїв є кінцевим результатом проекту вуглевидобутку, від якого залежить фінансове становище вугільної шахти. Тому знання законів, згідно з якими коливається випадкове значення вуглевидобутку є вирішальною умовою, що забезпечує ефективність управління проектом вуглевидобутку. Для вивчення законів розподілу темпів видобутку було проаналізовано роботу 19 типових очисних вибоїв-аналогів для умов Донбасу. Віймова потужність пласта становила 0,88-2,2м, глибина робіт змінювалася від 270м до 1200м.

Довжина очисного вибою коливалася у межах 160м-340м, а тривалість їх роботи від 8 до 25 місяців. У очисних вибоях-аналогах застосовувалось сучасне вибійне обладнання. Отже варіація параметрів очисних робіт варіювала у 2-6 разів, що забезпечило охоплення великого діапазону можливих значень і статистичне представництво даних аналогів [1]. Отже, вихідна вибірка даних є достатньо представницькою для типових умов комплексно-механізованих вибоїв України, що дозволяє говорити про об'єктивність виконаного статистичного аналізу.

Випадкові коливання факторів геології, надійності техніки, матеріального постачання та інші істотно впливають на варіацію видобутку з лави, яка у кілька разів може відрізнятись від нормативної або планових завдань. В цьому можна вдосконалитись з фрагменту плану гірничих виробок, наведеного на рис. 1, де показаний приклад відпрацювання 6-ї південної лави у зоні 1 малоамплітудних порушень.

На нижніх фрагментах рисунка наведені приклади малоамплітудних порушень у вигляді диз'юнктивів 2 і локальних розмивів вугільного пласта 3. Видно, що виймальний стовп 6-ї південної лави інтенсивно пошкоджений малоамплітудними порушеннями. Можна бачити як при вході лави в зону порушення вугільного пласта темпи посування очисного вибою знизилися у 3-4 рази. Так у листопаді-грудні швидкість посування лави становила 100-110 м/міс., а місячний видобуток сягав 65 тис тонн.

На початку року очисний вибій увійшов у зону порушень і уповільнив темпи посування. Більше того, навесні практично лави стояла кілька місяців, поки змогла подолати порушену зону. Тільки у травні наступного року очисний вибій відновив свою працездатність. Покращення геологічних умов відпрацювання лави суттєво

збільшило темпи посування і у липні вдалося досягти рекордних темпів і добути 98 тис тонн вугілля.

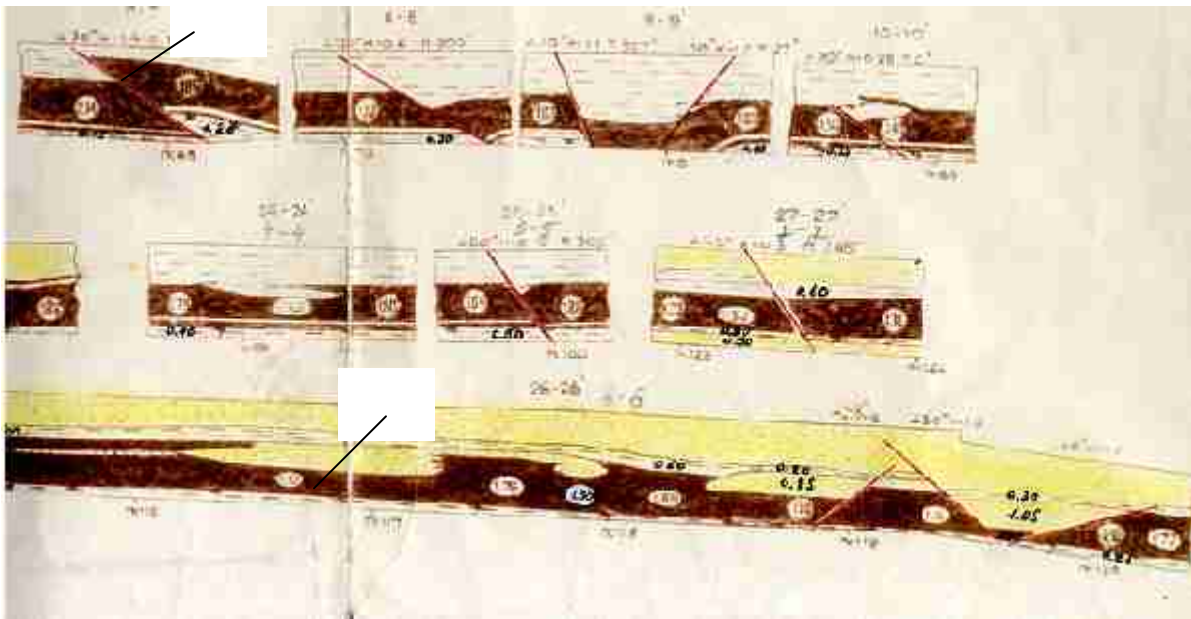
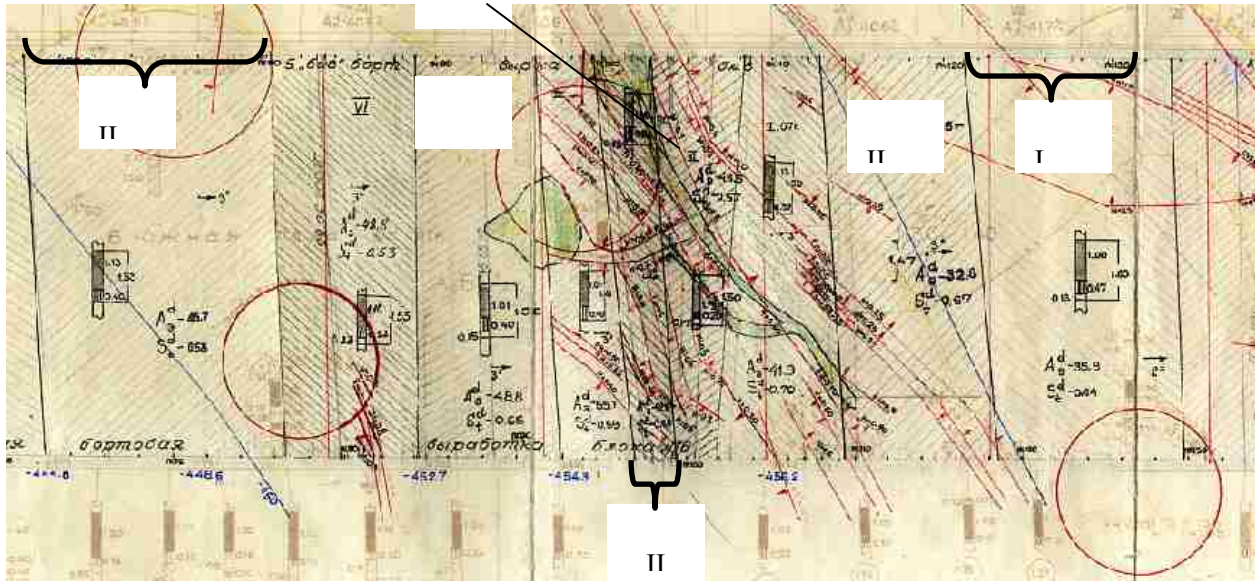


Рис.1. Типовий приклад уповільнення темпів посування лави в момент переходу малоамплітудного порушення

Характерно, що геологічні порушення чинять негативний вплив на видобуток з лав тільки в момент переходу порушеної зони, що призводить до варіації темпів вуглевидобутку в кілька разів.

У реальності варіація видобутку з лави неминуча з причин впливу цілого ряду випадкових факторів і, в першу чергу таких, як природна варіація виїмкової потужності і умов залягання вугільного пласта, міцнісних властивостей і будови вмшуючих порід, аварійність обладнання, порушення в роботі транспортного ланцюжка, електропостачання і т.п.

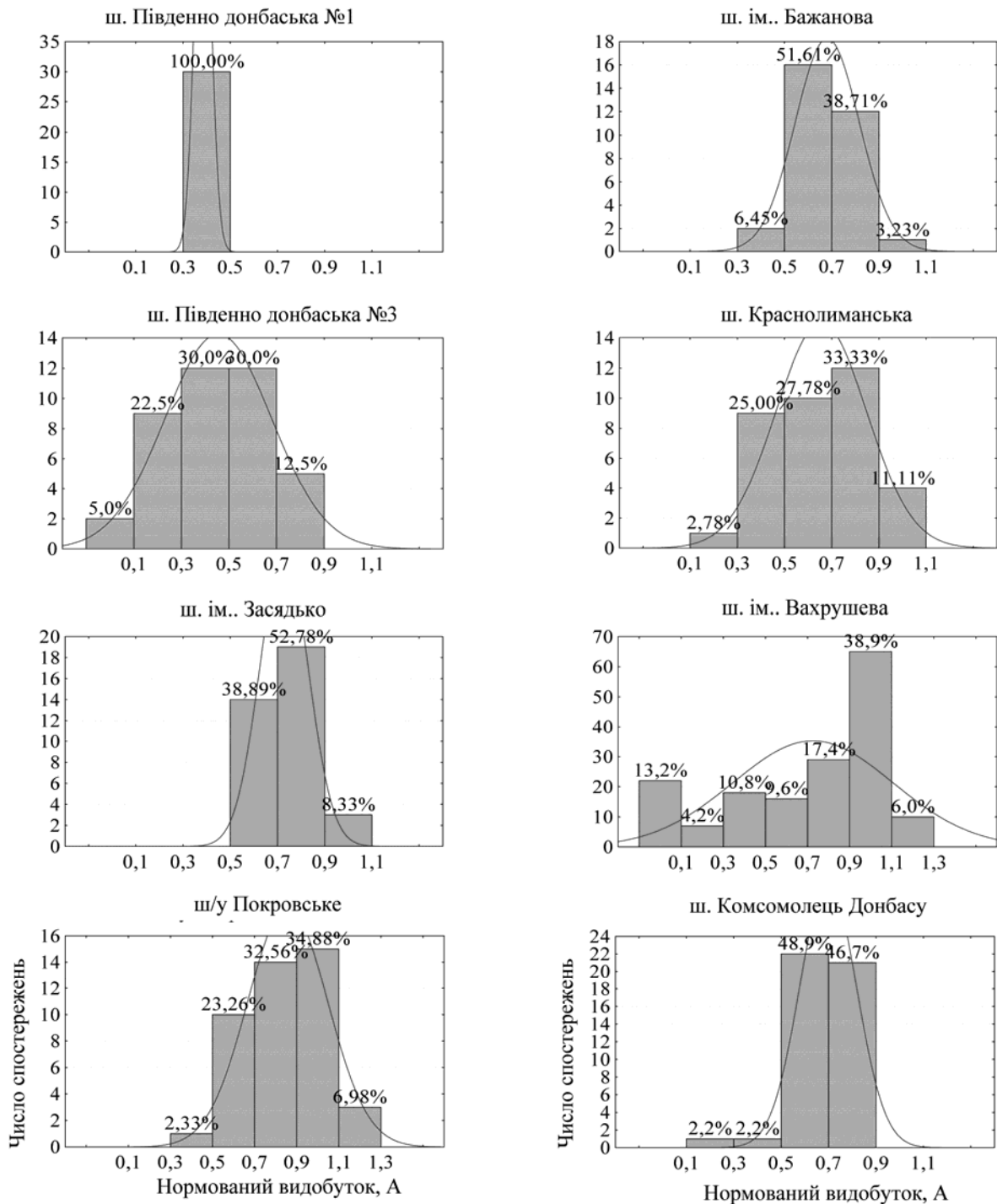


Рис. 2. Гістограми місячного видобутку очисних вибоїв вугільних шахт

Для більшої вірогідності результатів аналізу вибірки вихідних даних по кожній шахті намагалися робити такими, щоб загальна кількість даних була не меншою 30-40 [2]. В цілому ж вибірки містили від 32 даних (для шахти Південно-Донбаська № 1) до 145 даних (ш/у «Покровське»).

На рис. 2 показані характерні гістограми розподілів видобутку з типових лав-аналогів. На осі абсцис відкладена величина видобутку, виражена у відносних одиницях і обчислюється як відношення фактичного видобутку до планового чи нормативного. На осі ординат показано число випадків, а над кожним стовпцем

гістограми вказана частота, з якою зустрівся даний видобуток у загальній вибірці аналізованих по шахті даних.

У більшості випадків зустрічаються одно модальні симетричні розподіли, коли на гістограмі є тільки один максимум (наприклад шахти «Комсомолець-Донбасу», ш / у «Покровське»).

У цілому спостерігається досить широкий діапазон навантажень і їх розмах. Так на шахті Південно-Донбаська № 1 навантаження на аналізованих лавах змінювалося у діапазоні від 0,16 до 0,5 від планового рівня, який прийнятий за одиницю. У ш/у «Покровське» деякі лаво-місяці характеризувалися перевищенням фактичного видобутку над плановим навантаженням у 1,3 рази. Такі перевищення можуть бути обумовлені різними причинами. Зокрема природна варіація газоносності пласта і вмішуючих порід дає можливість підвищувати на деяку величину фактичний видобуток з лави на тих ділянках, де фактичний поточний рівень метановиділення менше прогнозного, по якому розраховане нормативне навантаження на очисний вибій [3,4].

Разом з тим існують також причини, які чинять негативний вплив при перевищенні фактичного видобутку над його плановим рівнем. Зокрема інтенсифікація вуглевидобутку за рахунок порушення регламентів техобслуговування і ремонтів призводять до підвищеного і невиправданого зносу обладнання, а іноді до порушення правил безпеки, що може збільшувати ризики аварій різної тяжкості. Після відкидання випадків, коли лави практично стояли на місці, отримали гістограму, яка зображена на рис. 3.

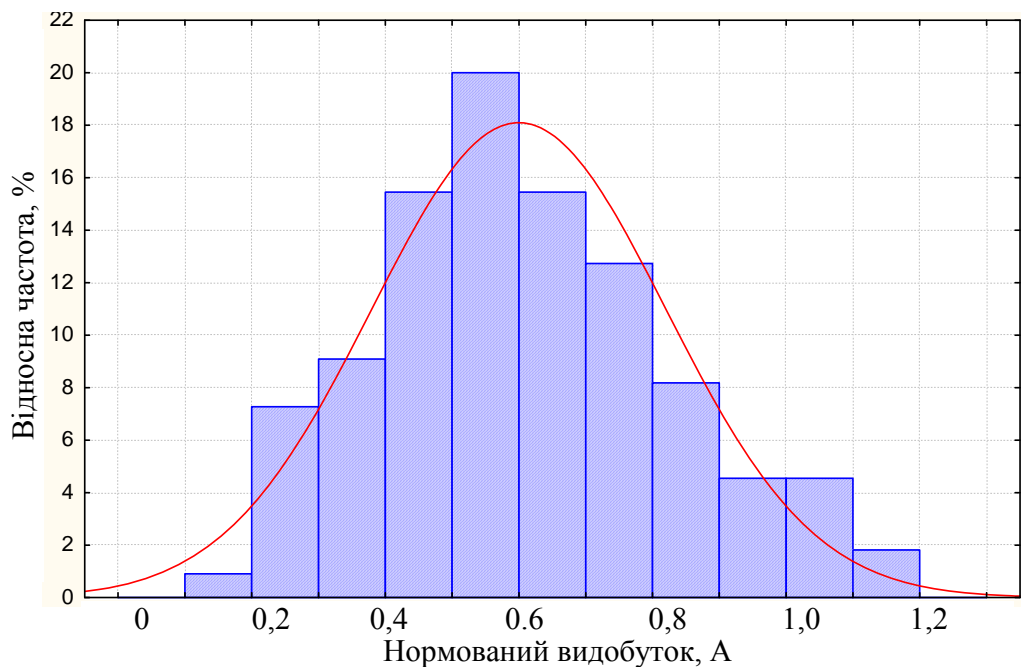


Рис. 3. Гістограма вуглевидобутку, з очисних вибоїв, що обладнані сучасною технікою

Гістограма добре узгоджується з нормальним розподілом, що встановлено за допомогою критерію χ^2 -квадрат. Аналіз графіків зміни видобутку з очисних вибоїв свідчить про те, що темпи видобутку є випадковою функцією часу, вираженого у даному випадку в місяцях.

Для виявлення виду випадкової функції був визначений, для кожної лави, середній рівень видобутку і показники видобутку за кожен місяць приведені до се-

редніх темпів. Це дозволило зібрати всі дані по всім лавам у загальну вибірку. При цьому до зведеної вибірки включалися тільки ті дані, які перебували за межами чисто аварійних випадків, коли лави стояли тривалий час, наприклад протягом кількох місяців.

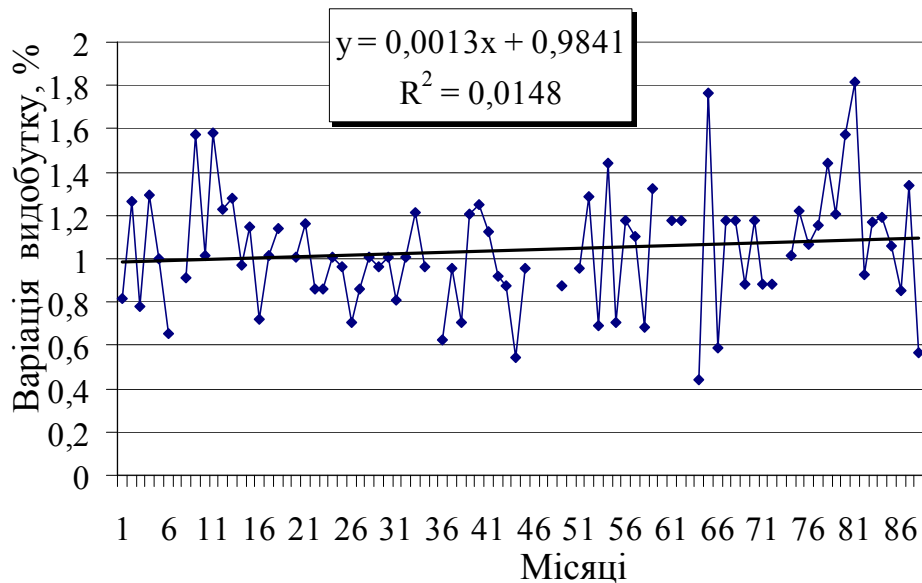


Рис. 4. Характер варіації нормованого вуглевидобутку як випадкової функції часу

На рис. 4 показаний зведений графік зміни наведених величин видобутку, на якому варіація місячних темпів знаходиться практично у межах 30%. Характерно, що тренд очисних робіт відсутній, про що свідчить низький коефіцієнт тісноти зв'язку навіть для лінійної залежності. Це означає, що навантаження на очисний забій у міру його посування є випадковою стаціонарною функцією від часу, вираженого у даному випадку в місяцях. Встановлена закономірність спрощує аналіз такої функції. Додатковий аналіз даних розкиду видобутку з очисних вибоїв показав, що величина розкиду залежить від ступеня порушеності вугільного пласта у межах виймальних стовпа, що відпрацьовується і величини видобутку (рис. 5).

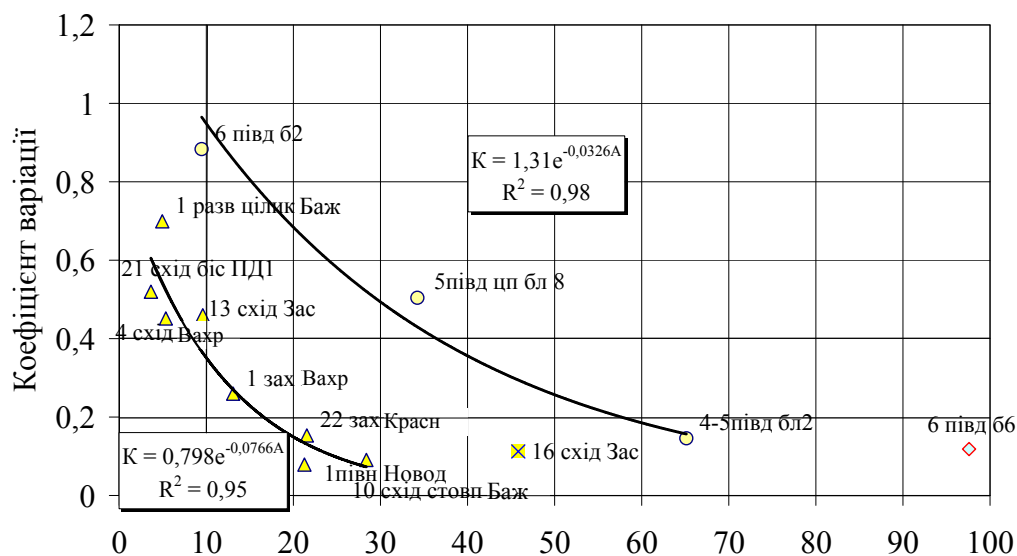


Рис. 5. Залежність коефіцієнту варіації від величини вуглевидобутку

Так крива залежності варіації видобутку від середньомісячного навантаження в лавах ш/у «Покровське» знаходиться вище по відношенню до кривої, побудованої за даними інших шахт. Головна відмінність полягає у тому, що ш/у «Покровське» відпрацьовує інтенсивно порушене вугільне родовище. Показники щільності малоамплітудних порушень у межах шахтного поля в 3-4 разів вище, ніж на інших шахтах регіону. Це зумовило збільшення коефіцієнта варіації в середньому на 0,2-0,3. Залежність величини коефіцієнта варіації від середнього рівня видобутку A має вигляд

$$K_{var} = 1,31 \cdot e^{-0,034A} \quad (1)$$

Висновки

Встановлені залежності будуть використані в якості математичних моделей проекту вуглевидобутку. Перевагою вказаних моделей є те, що вони враховують стохастичну природу процесів підземного видобутку вугілля, а отже дають можливість відобразити виконання календарного плану проекту з більшою достовірністю. Подальшими дослідженнями планується розробка математичної моделі проекту вуглевидобутку, яка буде застосовуватись для вивчення закономірностей виникнення ризиків проектів з урахуванням стохастичності строків виконання робіт календарного плану.

Список використаної літератури

1. Руководство к своду знаний по управлению проектами. Четвертое издание (Руководство РМВОК®): Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004. – 388 с.
2. Ильяшов М.А. Исследование вариации темпов добычи угля из длинных очистных забоев / М.А.Ильяшов, А.А. Яйцов, Л.Н. Захарова // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2010. – вип. 76. – С. 193-200.
3. Preusse A. Analysis of the dynamics of mining in range of a product transmission overhead line / A. Preusse // 22nd International Conference of Control Mining. Morgantown, WVU. – 2003. – P. 344-347.
4. Особенности метановыделения в высоконагруженных очистных забоях / М.А. Ильяшов, А.В.Агафонов, В.Н.Кочерга, А.А.Бондарь // Уголь. – 2010. – №7. – С. 24-26.

Надійшла до редакції 18.11.2013

О.А. Крафт, В.В. Назимко, А.В. Мерзликин

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПОВ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОЕКТА УГЛЕДОБЫЧИ

Проанализирована работа девятнадцати типовых очистных забоев-аналогов для условий Донбасса. Построены гистограммы месячной добычи очистных забоев угольных шахт. Установлено, что темпы добычи является случайной функцией времени и определена зависимость величины коэффициента вариации от среднего уровня добычи.

Ключевые слова: темпы добычи, вариация добычи, проектные риски, стохастическое моделирование.

O. Kratt, V.V. Nazimko, A.V. Merzlikin

LAWS OF COAL MINING RATE DISTRIBUTION IN ACCORDANCE WITH COAL EXTRACTION SCHEDULE

We analysed the work of nineteen typical longwall faces for conditions of Donbas. We constructed histograms of monthly production of coal mine working faces. We found that the rate of extraction is a random function of time and determined the dependence of the coefficient of variation on the average level of production.

Keywords: production rates, variation of production, project risks, stochastic modeling.