

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИДОБУТКУ З ОЧИСНИХ ВИБОЇВ

Мета. Проаналізувати гістограми розподілу видобутку з очисних вибоїв типових вугільних шахт України. Визначити та обґрунтувати параметри стохастичного моделювання вуглевидобутку для підвищення вірогідності прогнозу видобутку з лав та зменшення ризиків втрати стійкої роботи довгих очисних вибоїв.

Методика досліджень. Було проаналізовано данні щодобового та щомісячного вуглевидобутку з довгих очисних вибоїв більш ніж 20 типових шахт українського Донбасу. Визначено основні показники для здійснення кількісного аналізу ризиків невиконання програми розвитку гірничих робіт.

Результати досліджень. Встановлено стійкий зріст темпів видобутку від нормативного навантаження до проектного рівня. Визначено змінення дисперсії більш ніж в два рази, однак очевидного зв'язку між середнім рівнем видобутку і дисперсією не спостерігалось. При цьому коефіцієнт варіації видобутку стійко зменшувався з ростом видобутку.

Наукова новизна. Вперше обґрунтовано оптимальну величину тимчасового інтервалу для визначення значень статистичних моментів розподілів вуглевидобутку, що відповідало 16-18 показникам добового видобутку, які стояли поспіль або 10-12 місячного видобутку. Доведено, що в більшості випадків розподіл видобутку є одномодальним та гістограму з похибкою, що не перевищує 30% можна замінити трикутним розподілом, розмах якого визначається коефіцієнтом варіації.

Практичне значення. Визначено зворотню залежність коефіцієнта варіації від середнього рівня видобутку в лавах. Отримана залежність має важливе прикладне значення при прогнозуванні видобутку з очисних вибоїв як функції випадкових значень з використанням сучасними методами стохастичного моделювання.

Ключові слова: ризики; варіація видобутку; стійка робота; стохастичне моделювання.

Вступ.

Ринкова економіка вимагає підвищення рентабельності видобутку вугілля, що можливо лише при постійному підвищенні навантаження на очисні вибої [1]. Підземне видобування вугілля характеризується істотними особливостями, пов'язаними з ризиком, рівень якого є найбільш високим серед переважної більшості промислових галузей. Максимальна частка ризику підземного видобутку вугілля залежить від гірничо-геологічних умов відпрацювання вугільних пластів.

Як правило, розвідка вугільних родовищ ведеться свердловинами, які бурять через 300-500 м один від одного. Таку відстань між свердловинами виключає можливість детальної розвідки родовища, і особливо малоамплітудної порушеності. Якщо очисний вибій входить в зону малоамплітудних порушень, темпи його посування знижуються в кілька разів, причому досить часті випадки, коли лава повністю зупиняється на кілька тижнів.

Ці зупинки в значній мірі негативно впливають на економічні показники роботи очисних вибоїв та шахти в цілому, оскільки втрату видобутку компенсувати в переважній кількості випадків неможливо, так як більшість сучасних очисних вибоїв працюють з обмеженням за газовим фактором. [2]

Існує ще кілька чинників, які значно підвищують ризики втрати видобутку їх довгих очисних вибоїв. До цих факторів належать висока

невизначеність газодинамічних умов відпрацювання вугільних пластів, безпрецедентно затісний робочий простір гірських виробок, низька мобільність видобувного та прохідницького обладнання, високий рівень капіталомісткості вуглевидобувних підприємств та ін. В зв'язку з цим актуальним завданням є оцінка ризиків втрати видобутку очисного вибою [3]. У переважній кількості випадків діяльність вугільної шахти здійснюється в режимі, близькому до проектно-орієнтованого управління. При складанні програми розвитку гірничих робіт враховуються майже всі компоненти, що мають важливе значення для управління проекту або програми.

Розглядаються джерела кредитування, матеріальне постачання, логістика, кадрове забезпечення, складається сітковий графік введення та вибуття очисних і посування підготовчих вибоїв, технічною службою розробляються проекти відпрацювання лав і проходки виробок і т.д. До проектно-орієнтованого управління роботою вугільної шахти підштовхують фактори, які перераховані на початку статті і які створюють саме ті умови, в яких відпрацювання кожної конкретної лави або проходка підготовчої виробки по суті є окремими проектами. Річна програма розвитку гірничих робіт таким чином є синтезом окремих проектів відпрацювання конкретних ділянок.

Мабуть єдиною суттєвою компонентою проекту видобутку вугілля або річної програми розвитку гірничих робіт, яка відсутня на сьогоднішній день, є оцінка ризиків програми [4, 5]. Причина в тому, що до цього часу всі компоненти програми розглядалися як детерміновані, а результат програми надавався єдиною можливістю. Якщо замість детермінованих параметрів програми розглядати випадкові величини і події і ввести розподіл цих величин замість детермінованих компонент, річна програма розвитку гірничих робіт буде практично відповідати проектно-орієнтованого стилю управління [6].

Мета досліджень. Постановка задачі.

Визначення та обґрунтування параметрів стохастичного моделювання вуглевидобутку для зменшення ризиків втрати стійкої роботи довгих очисних вибоїв

Викладення основного матеріалу.

Обґрунтовано оптимальну величину тимчасового інтервалу для визначення основних статистичних моментів розподілів вуглевидобутку. Визначено зворотню залежність коефіцієнта варіації від середнього рівня видобутку в лавах, яка має важливе прикладне значення при прогнозуванні видобутку з очисних вибоїв як функції випадкових величин з використанням сучасних методів стохастичного моделювання.

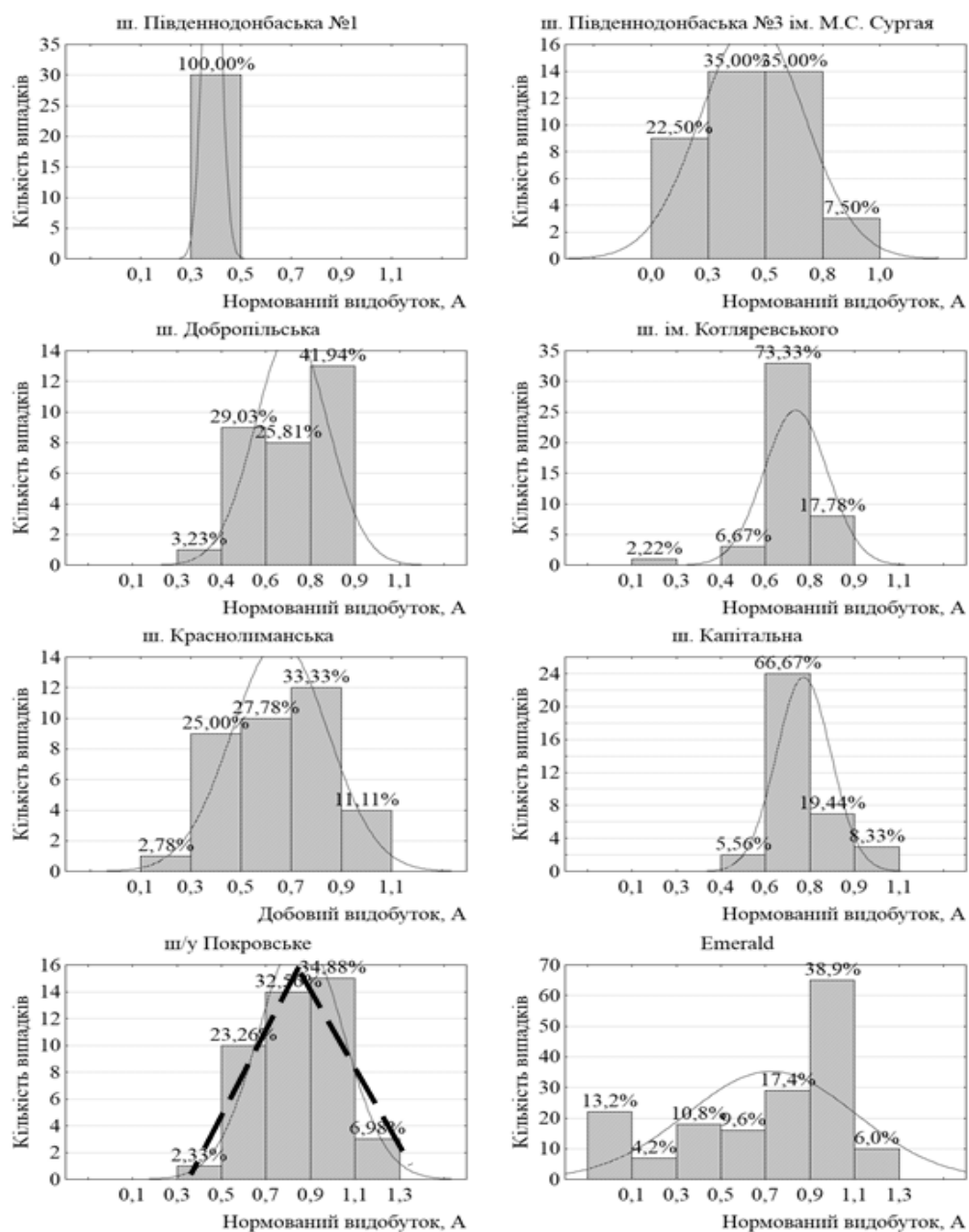


Рис. 1. Гістограми розподілу місячного видобутку з очисних вибоїв

Найбільш повною статистичною характеристикою видобутку вугілля з лави як випадкової величини є її розподіл [7, 8]. На рис. 1 показані гістограми розподілів видобутку з аналізованих лав типових вугільних шахт України. На осі абсцис відкладена величина видобутку, яка виражена у відносних одиницях і

обчислюється як відношення фактичного видобутку до планового чи нормативного. На осі ординат показано число випадків, а над кожним стовпчиком гістограми вказана частота, з якою зустрічався вказаний видобуток в загальній вибірці даних по шахтам, що аналізуються.

Таблиця 1 – Характеристики очисних вибоїв, що аналізуються.

Назва шахти	Назва лави, пласту	Середня потужність пласту, м	Довжина лави, м	Глибина розробки	Виймальне обладнання	Тривалість роботи, міс.
ш. Добропільська	7-а південна лави по пласту m_5^1	1,51	220	460	МДМ МВ 444 Р	17
	5-а півн. лави пл. m_4^0	1,37	240	450	МДМ 1К-101	11
	6-а півд. лави пл. m_4^0	1,22	220	500	МКД-90 1К-101У	10
ш/у Покровське	5-я півд. лави бл. 2	1,7	285	575	ЗКД-90Т РКУ-13	18
	4-я півд. лави бл. 2	1,7	285	575	ЗКД-90Т РКУ-13	15
	5-я півн. лави бл. 2	1,7	285	575	ЗКД-90Т РКУ-13	10
	3-я півн. лави центр. пан. бл. 8	0,88	265	585	ДВТ Струг РНН-42	16
ш. Південно-донбаська №3 ім. М.С. Сургая	8-а східна лави пл. c_{11}	1,64	212	650	ЗКД-90Т 2ГШ-686	10
	9-а східна лави пл. c_{10}^2	1,09	204	500	ЗКД-90Т 2ГШ-686	11
	2-я розв. лави пл. c_{11}	1,64	211	650	ЗКД-90Т 2ГШ-686	18
ш. Краснолиманська	2-я зап. лави пл. l_3	3,40	245	720	ЗКД-90Т КДК-500	25
	11-я южн. лави пл. k_5	2,1	306	825	КДД РКУ-13	11
ш. Капітальна	Півд. кор. лави пл. k_5	1,00	270	650	ДМ УКД-200	17
	4-а півд. лави пл. l_3	1,63	300	970	2КДД РКУ-13	28
ш/у Південно-донбаське №1	21 вост. бис лави c_{10}^2	0,80	250	570	КМК-98 К-103	12
	20 вост. бис лави c_{10}^2	0,80	250	570	КМК-98 К-103	12
	19 вост. бис лави c_{10}^2	0,80	250	270	КМК-98 К-103	12
ш. Котляревська	10-я півн. лави пл. l_2^1	1,15	255	450	КД-90 1К-101У	10
	11-а півд. лави пл. l_2^1	1,27	300	450	КД-80 1К-101	11

Для дослідження структури розподілу щодобового та щомісячного видобутку було проаналізовано роботу ряду типових лав на вугільних шахтах Донбасу. У таблиці 1 наведено перелік шахт, назви лав і характеристики очисних вибоїв, які прийняті до аналізу. Видно, що діапазон довжин лав змінюється в 1,4 рази, потужність пласта що виймається в 2,5 рази,

глибина розробки в 6,5 рази. При цьому в аналізованих лавах працювало сучасне очисне обладнання, що застосовується у вугільній промисловості України. Таким чином, вихідна вибірка даних є досить репрезентативною, що дозволяє виконати її об'єктивний статистичний аналіз.

У більшості випадків зустрічаються одномодальні розподіли, коли на гістограмі є тільки один максимум (наприклад шахта Капітальна, ш/у Покровське). В цілому спостерігається досить широкий діапазон навантажень і їх розмах. Так на шахті Південнодонбаська №1 навантаження на аналізованих лавах змінювалася в діапазоні від 0,3 до 0,5 від планового рівня, який прийнятий за одиницю. У ш/у Покровське деякі лаво-місяці характеризувалися перевищенням фактичного видобутку над плановим навантаженням в 1,3 рази.

Як зазначалося вище, для здійснення кількісного аналізу ризиків невиконання програми розвитку гірничих робіт необхідно перш за все знати варіацію видобутку з очисних вибоїв. В кількісному вигляді варіація може бути відображена дисперсією, стандартним відхиленням або коефіцієнтом варіації, рівним відношення стандарту до середнього значення. У зв'язку з цим виникає принципове питання - на якому часовому інтервалі слід визначати варіацію видобутку. Для обчислення дисперсії (другого центрального статистичного моменту) необхідно задатися величиною цього інтервалу і обчислювати на ньому середнє значення видобутку (перший початковий статистичний момент), а також різниці поточного значення видобутку і середнього її рівня на заданому інтервалі. Після цього поточне значення варіації видобутку можна обчислювати у вікні ковзання, ширина якого дорівнює ширині розглянутого інтервалу. Вікно пересувається на одну добу (тиждень або місяць в залежності від обраної шкали часу) вперед і обчислюється величина дисперсії.

Якщо ширина інтервалу обрана занадто малою, значення варіації буде нестійким і непрезентабельним. При завищеній ширині інтервалу дані варіації будуть занадто осереднюватись, що призведе до втрати оперативності поточної інформації про варіабельність видобутку на даний момент часу.

У зв'язку з цим оптимальну величину тимчасового інтервалу, на якому визначалося поточне значення дисперсії визначали по стабілізації статистичних моментів розподілів видобутку. Виявилось, що для більшості аналізованих шахт перші три статистичних моменти (середнє, дисперсія і асиметрія) стабілізувалися при побудові гістограм видобутку на п'яти інтервалах, що відповідало 16-18 показникам добового видобутку, що стояли поспіль або 10-12 місячного видобутку. При подальшому збільшенні статистичних вибірок величина статистичних моментів змінювалася не більше ніж на 5%. Таким чином була обґрунтована ширина вікна ковзання для

обчислення поточної варіації видобутку з очисного вибою.

Доцільно також перевірити наявність кореляційного зв'язку між варіацією видобутку і його іншими статистичними характеристиками, наприклад середнім поточним рівнем. Наявність такого зв'язку істотно полегшить оцінку ризиків програми розвитку гірничих робіт з одного боку і підвищить вірогідність результатів такої оцінки з іншого.

На рис. 2 показана динаміка зміни основних статистичних добових показників роботи одного з очисних вибоїв ПАТ Покровське: середнього рівня видобутку, його дисперсії і коефіцієнта варіації. Всі показники визначалися в вікні ковзання завширшки 18 діб. Дана лава набирала темпи видобутку, що відбулося в стійкому зростанні її середнього рівня протягом майже трьох місяців.

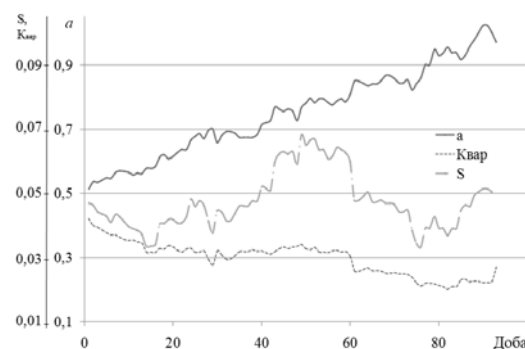


Рис. 2. Залежність коефіцієнта варіації ($K_{вар}$) від середнього видобутку (a) та дисперсії (S).

З рис. 2 видно, що середні темпи видобутку стійко зростали з 0,51 від нормативного навантаження і через 100 діб досягли 0,98 проектного рівня. Дисперсія змінювалася більш ніж в два рази в межах від 0,032 до 0,068, однак очевидного зв'язку між середнім рівнем видобутку і дисперсією не спостерігається. Мінімальна дисперсія видобутку з очисного вибою мала місце на шістнадцятій та п'ятдесят восьмій добі спостережень, а максимум розкиду стався в період з 45 по 76 добу усереднення показників роботи лави.

Разом з тим коефіцієнт варіації видобутку стійко зменшувався з його ростом. Як відомо, коефіцієнт варіації обчислюється як відношення кореня квадратного з дисперсії до середнього рівня випадкової величини. На графіку (рис. 3) видно, що зворотна залежність коефіцієнта варіації добового видобутку в 1-й північній «біс» лаві блоку 2 від її середньої величини встановлена з досить високим показником тісноти зв'язку, який становить 0,78.

Для більшої вірогідності ця залежність перевірялася також за даними місячного видобутку з очисних вибоїв на великій вибірці

даних з 12 очисних вибоїв різних шахт, що працюють в різних гірничо-геологічних умовах представлених в таблиці 1. Для статистичної показності вихідних даних до обліку приймалися показники роботи лав не менше ніж за 10-12 місяців.

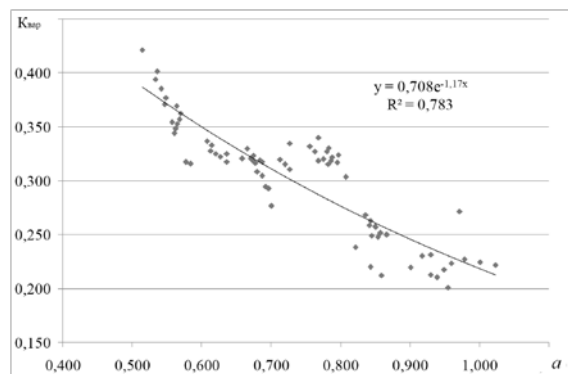


Рис. 3. Графік змінення коефіцієнта варіації ($K_{вар}$) від середнього нормованого добового видобутку (a).

На графіку рис. 4 показана залежність коефіцієнта варіації від середнього рівня місячного навантаження для показної статистичної вибірки даних, які налічують 145 спостережень. Як бачимо, зворотний зв'язок між середнім рівнем місячного видобутку і її коефіцієнтом варіації описується експоненціальною залежністю з показником тісноти зв'язку, не менше 0,95. Це пояснюється кращим усередненням видобутку при щомісячному його обліку в порівнянні з подовною реєстрацією.

$$K_{вар} = 1,31 \cdot e^{-0,032A} \quad (1)$$

Зворотна залежність коефіцієнта варіації від середнього рівня видобутку в лавах обумовлена тим, що абсолютний розкид видобутку формується під впливом випадкових факторів, які надають досить стабільний вплив на роботу лави, оскільки є індивідуальними характеристиками роботи лави і слабо залежать від темпів її посування. Аналіз отриманої залежності (1) свідчить про те, що під час роботи лав в нестійкому режимі, коли середній видобуток не перевищує 0,1 від проектного рівня, величина середньоквадратичного відхилення видобутку може перевищувати його середній рівень у 1,3 рази. Під час стійкої роботи очисних вибоїв, коли згідно [9] середній видобуток дорівнює не менше 0,9 від проектного рівня, варіація видобутку не перевищує 15%. Це означає, що варіація видобутку з лави може змінюватися майже на порядок в залежності від його рівня.

Крім цього встановлено істотна залежність величини варіації видобутку від інтенсивності порушеності довгих очисних стовпів. Раніше показано [10], що малоамплітудні порушення

мають найбільший вплив на мінливість темпів проходки. Графіки на рис. 4 підтверджують цей висновок і для очисних робіт. Так крива залежності варіації видобутку від середньомісячного навантаження в лавах ПАТ Покровське знаходиться вище по відношенню до кривої, побудованої за даними інших шахт. Головна відмінність полягає в тому, що ПАТ Покровське відпрацьовує інтенсивно порушене вугільне родовище. Показники щільності малоамплітудних порушень в межах шахтного поля в 5-8 разів вище, ніж на інших шахтах регіону. Це зумовило збільшення коефіцієнта варіації в середньому на 0,4-0,5.

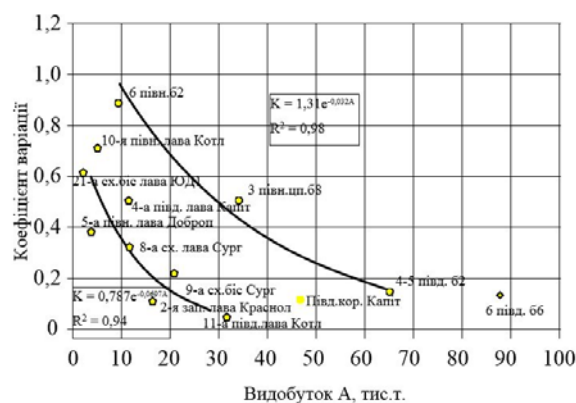


Рис. 4. Залежність коефіцієнта варіації ($K_{вар}$) від середнього місячного видобутку (A).

Отримана залежність має важливе прикладне значення при прогнозуванні видобутку з лав як функції випадкових значень. Таке прогнозування виконується сучасними методами стохастичного моделювання. Одним з ключових моментів зазначеного моделювання є саплінг видобутку з лави. Процес саплінгу полягає у виборі випадкових величин видобутку за законом, який визначається розподілом або гістограмою можливих значень видобутку [6]. Оскільки в більшості випадків розподіл видобутку є одномодальним (рис. 1), гістограму з похибкою, що не перевищує 30% можна замінити трикутним розподілом, розмах якого визначається коефіцієнтом варіації. При цьому ширина розмаху з урахуванням встановленої зворотній залежності буде пропорційна коефіцієнту кореляції, який визначається за формулою (1).

Висновки.

Гістограми видобутку з очисних вибоїв характеризуються стабільними статистичними числовими параметрами з кількістю інтервалів п'ять і більше. Гістограми в переважній кількості випадків мають одну моду, що дозволяє замінити реальний розподіл видобутку з лав трикутним з похибкою, що не перевищує 30%.

Величина розкиду видобутку пропорційна коефіцієнту варіації, який знаходиться в

зворотній експоненціальної залежності від середнього рівня видобутку, визначеного за часовим рядом в ковзному вікні завширшки 16-18 даних що стоять поспіль для добового видобутку або по 10-12 даних місячного видобутку. Це дає можливість підвищити вірогідність прогнозу видобутку з очисного вибою на основі стохастичного моделювання.

Список літератури

1. Пискунова Н.В. Системный подход к разрешению проблем шахт Украины. Уголь Украины. 2002. №5. С. 13-16.
2. Петросов А.А., Мангуш К.С. Экономические риски горного производства. М.: МГТУ, 2002. 156 с.
3. Бондаренко В.І., Ковалевська І.А., Симанович Г.А. [та ін.]. Геомеханіка безаварійної роботи високоавантажених лав шахт. Науковий вісник НГУ. 2010. №11-12. С. 137-147.
4. Маевский В.С., Захарова Л.Н., Мерзליкин А.В. Стохастическое моделирование рисков невыполнения программы развития горных работ на угольной шахте. Наукові праці ДонНТУ. Серія Проблеми моделювання і автоматизації проектування. Донецьк. ДонНТУ. вип. 10(197). 2011. С. 101-110.
5. Кочура И.В. Выявление и классификация рисков ситуаций при инвестировании средств в угольные предприятия. Экономика: проблемы теории і практики. Дніпропетровськ. ДНУ. 2002. Вип. 165. С. 69-75.
6. Захарова Л.Н. Оценка риска невыполнения годовой программы развития горных работ с помощью стохастического моделирования. Форум гірників – 2010. Матеріали міжнародної конференції. Дніпропетровськ. НГУ. 2010. С. 217-224.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей : учебник. Москва. Высшая школа. 2006. 575 с.
8. Ильяшов М.А. [и др.]. Исследование зависимости темпов проходки под влиянием стохастических факторов. Наукові праці ДонНТУ. Серія гірничо-геологічна. Донецьк. ДонНТУ. 2010. С. 210-222.
9. Федоров В.Н. К вопросу о техническом регулировании производственных процессов современной шахты. Уголь. 2010. №2. С. 49-51.

10. Preusse A. Analysis of the dynamics of mining in range of a product transmission overhead line / 22nd International Conference of Control Mining. Morgantown. WVU. 2003. Pp. 344-347.

References.

1. Piskunova N A systematic approach to solving the problems of Ukrainian mines. Coal of Ukraine. 2002. No.5. C. 13-16.
2. Petrosov A., Mangush K. Economic risks of mining. M. MGMU. 2002. 156 p.
3. Bondarenko V, Kovalevska I, Simanovich G. Geomechanics of unvaccinated robotics of high-precision lava mines. Naukovy Visnyk NSU. 2010. No. 11-12. P. 137-147.
4. Maevsky V., Zakharova L., Merzlikin A. Stochastic modeling of the risks of non-fulfillment of the program of development mining operations in a coal mine. Scientific paper of DonNTU. Problems of modeling and automation of the project. Doneck. DonNTU. No. 10 (197). 2011. P. 101-110.
5. Kochura I.V. Identification and classification of risk situations when investing funds in coal enterprises. Economy: problems of theory and practice. Dnipropetrovsk. DNU. 2002. Vip. 165. P. 69-75.
6. Zakharova L. Estimation of the risk of non-fulfillment of the annual mining program with the help of stochastic modeling. Forum of miners - 2010. Dnipropetrovsky. NMU. 2010. P. 217-224.
7. Wentzel, E. Theory of Probability: a textbook. 10th edition, stereotyped. Moscow. Higher School. 2006. 575 p.
8. Ilyashov M. Investigation of the dependence of the rates of penetration under the influence of stochastic factors. Scientific paper of DonNTU. Donetsk. DonNTU. 2010. C. 210-222.
9. Fedorov V.N. On the issue of technical regulation of production processes of a modern mine. Coal. 2010. №2. C 49-51.
10. Preusse A. Analysis of the dynamics of mining in range of a product transmission overhead line / 22nd International Conference of Control Mining. Morgantown. WVU. 2003. Pp. 344-347.

Надійшла до редакції 20.05.2018

Рецензент д-р. техн. наук, доц. І.Г. Сахно.

Мерзлікін Артем Володимирович – доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин, Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна, e-mail: artem.merzlikin@donntu.edu.ua.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДОБЫЧИ ИЗ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Цель. Проанализировать гистограммы распределения добычи из очистных забоев типовых угольных шахт Украины. Определить и обосновать параметры стохастического моделирования угледобычи для повышения достоверности прогноза добычи из лав и уменьшения рисков потери устойчивой работы длинных очистных забоев.

Методика исследований. Проанализированы данные посуточной и помесячной угледобычи из длинных очистных забоев более чем 20 типовых шахт украинского Донбасса. Определены основные показатели для осуществления количественного анализа рисков невыполнения программы развития горных работ.

Результаты исследований. Установлен устойчивый рост темпов добычи от нормативной нагрузки до проектного уровня. Определены изменение дисперсии угледобычи более чем в два раза, однако очевидной связи между средним уровнем добычи и дисперсией не наблюдалось, при этом коэффициент вариации добычи устойчиво уменьшался с ростом добычи.

Научная новизна. Впервые обоснована оптимальная величина временного интервала для определения значений статистических моментов распределений угледобычи, что соответствовало 16-18 показателям суточной добычи, которые стояли подряд или 10-12 месячного добычи. Доказано, что в большинстве случаев распределение добычи является одномодальным и гистограмму с погрешностью, не превышающей 30% можно заменить треугольным распределением, размах которого определяется коэффициентом вариации.

Практическое значение. Установлена обратная зависимость коэффициента вариации среднего уровня добычи в лавах. Полученная зависимость имеет важное прикладное значение при прогнозировании добычи из очистных забоев как функции случайных значений с использованием современными методами стохастического моделирования.

Ключевые слова: риски; вариация добычи; устойчивая работа; стохастическое моделирование.

Мерзликин Артем Владимирович – доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», г. Покровск, Украина, e-mail: artem.merzlikin@donntu.edu.ua.

DETERMINATION OF BASIC PARAMETERS OF STOCHASTIC MODELS EXCAVATION FROM LONGWALL

Purpose. To analyze the histograms of the distribution of extraction from the longwall of typical coal mines in Ukraine. To identify and substantiate parameters of the stochastic modeling to coal mining for increase probability of forecasting extraction from the longwall and reduce the risk of loss of durable work of longwall.

Methodology. We analyzed the data of day-to-day and monthly coal extraction from the longwall of more than 20 typical mines of the Ukrainian Donbass. We identified key indicators for quantitative analysis of the risks of non-fulfillment of the mining development program.

Results. Sustained growth of rates of extraction from normative loading to the design level is established. There was a change in dispersion more than twice, but there was no obvious relationship between the average level of extraction and dispersion. In this case, the coefficient of variation of production steadily declined with increasing production.

Originality. For the first time, the optimal value of the time interval for determining the values of statistical moments the distributions of coal mining extractions, which corresponded to 16-18 indicators of daily production, which stood in a row or 10-12 month extraction, was substantiated. It has been proved that in most cases the distribution of extraction is single-modal and a histogram with an error of not more than 30% can be replaced by a triangular distribution whose velocity is determined by the coefficient of variation.

Practical value. The inverse dependence of the coefficient of variation on the average level of extraction in longwall is determined. The resulting dependence has an important application value in forecasting extraction from the longwall as a function of random values using modern methods of stochastic modeling.

Key words: risks; variation of extraction; stable work; stochastic modeling.

Merzlikin Artem – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Public higher education institution Donetsk National Technical University (2, Shybankova square, Pokrovsk, Donetsk region, 85300 Ukraine)., e-mail: artem.merzlikin@donntu.edu.ua.