

Józef BENDKOWSKI
Czesław POTOCKI

Instytut Organizacji i Ekonomiki Górnictwa
Politechnika Śląska

WYZNACZENIE ROZKŁADÓW PRAWDOPODOBIEŃSTWA
CZASU TRWANIA STANÓW TECHNOLOGICZNYCH
W PRZODKU WYBIERKOWYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono zadania operatywnego zarządzania przodkiem wybierkowym w kopalniach węgla kamiennego, metodą określania prawdopodobieństwa czasu trwania poszczególnych stanów technologicznych w ścianie. Opracowaną metodę oparto na założeniu, że przodek wybierkowy jest obiektem zarządzania o charakterze stochastycznym. Zakładając, że w przodku wybierkowym można wyróżnić trzy podstawowe stany technologiczne, tj. wybieranie węgla, przerwy technologiczne i przerwy nie planowane, zaproponowano algorytm określenia prawdopodobieństwa przejścia z jednego stanu w inny. Określone wartości liczbowe prawdopodobieństwa przejścia stanu przodka wybierkowego mogą służyć jako wielkości do kontroli odchylenia parametrów niesterowalnych. Macierz prawdopodobieństwa można wykorzystać nie tylko w algorytmach do operatywnego zarządzania, ale i do analizy wyników chronometrycznych obserwacji pracy przodków wybierkowych. Zatem przedstawiona metoda może być wykorzystana do udoskonalenia organizacji operatywnego kierowania pracą ściany. Metodę zilustrowano konkretnym przykładem kopalni węgla kamiennego.

1. CHARAKTERYSTYKA OPERATYWNEGO ZARZĄDZANIA
PRZODKIEM WYBIERKOWYM

Eksploatacja współczesnych kompleksów zmechanizowanych uwarunkowana jest systematycznym wzrostem wydobywania ściany węglowej. Niewielkie przestoje jakiegokolwiek ogniwa technologicznego kopalni powodują znaczne straty w wydobyciu węgla. Analiza danych o przestojach przodków wybierkowych w kopalniach węgla kamiennego wskazuje, że przestoje powodowane niedociągnięciami w organizacji pracy oraz awariami przekraczają 20% dyspozycyjnego czasu pracy przodka.

Przeprowadzając analizę przyczyn występowania przestojów przodka wybierkowego można wnioskować, że istniejąca sieć informacyjna zarządzania pomiędzy zarządzaniem dyspozycyjnym znajdującym się na powierzchni kopalni a zarządzaniem przodkowym jest w praktyce niespójna. Posiadane informacje o zdarzeniach zachodzących w przodku wybierkowym są jedynie ewidencjonowane i w sporadycznych przypadkach wykorzystywane do analizy i podejmowania decyzji operatywnych.

Występowanie przerw ruchowych w przodkach wybierkowych powoduje również brak zbieżności pomiędzy planowanym wydobywaniem a faktycznie uzyskanym w dyspozycyjnym przedziale czasowym. Wynika to stąd iż opracowywane operatywne plany wydobywania nie w pełni uwzględniają faktyczne możliwości produkcyjne występujące w przodkach wybierkowych oraz nie motywują do poprawy organizacji pracy. Można sądzić, że stosowany system planowania operatywnego przekształcił się w formalną procedurę i nie odwzorowuje faktycznych możliwości produkcyjnych. Ponadto kierowanie robotami w przodku wybierkowym nie zawsze obejmuje pełną kontrolę nad stanem technologiczno-organizacyjnym oraz możliwościami ingerencji w poprawę rytmiczności produkcji.

Zatem można określić, że efektywność operatywnego zarządzania przodkiem wybierkowym jest niezadowolająca. Jedną z głównych przyczyn tego stanu jest obok braku właściwego wykorzystania danych informacyjnych, brak algorytmów obliczeniowych dla operatywnego zarządzania. Chodzi tu o algorytmy, które w sposób właściwy wiązałyby informacje dla celów zarządzania w dyspozycyjnym przedziale czasowym dla kierownictwa kopalni. Algorytmy te są niezbędne dla przeprowadzenia analizy, kontroli i optymalizacji decyzji w alternatywnych sytuacjach w odniesieniu do przodków wybierkowych. Mówiąc o algorytmach, należy rozumieć możliwości ich zaprogramowania na minikomputer.

W celu ułatwienia decydującym podejmowanie decyzji w procesie operatywnego zarządzania, należy opracować zbiór algorytmów, które wyczerpywałyby prawie wszystkie występujące sytuacje decyzyjne. Według wagi i znaczenia wspomniane algorytmy można podzielić na następujące grupy:

- formułowanie celu zadania,
- planowanie zbioru wariantów,
- wybór optymalnego wariantu,
- szukanie przedsięwzięć i środków zabezpieczających wykonanie określonych robót,
- przeprowadzenie kontroli parametrów,
- analiza przebiegów procesów roboczych,
- wykorzystanie posiadanych zasobów materialnych i ludzkich.

Metodę określenia czasu trwania stanu technologicznego w przodku wybierkowym, przedstawiono poniżej.

2. MODEL MATEMATYCZNY PRZODKA WYBIERKOWEGO

W procesie wydobywczym parametry wyjściowe u_1 są funkcjami parametrów wejściowych sterowalnych i niesterowalnych oraz wybranych parametrów charakteryzujących warunki przebiegu procesu produkcyjnego

$$u_1 = f_1(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m; a_1, \dots, a_1) \quad (1)$$

gdzie:

x_1, y_1 - odpowiednio parametry sterowalne i niesterowalne,

a_1 - parametr charakteryzujący przebieg procesu produkcyjnego.

Jeżeli wielkość W charakteryzuje ekonomiczną stronę procesu wydobywczego oraz jest znana funkcja parametrów u_1, x_1, y_1 , wówczas

$$W = \xi(u_1, \dots, u_k; x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m) \quad (2)$$

Podstawiając zależność (1) do (2) otrzymuje się wyrażenie na W jako funkcję złożoną w postaci:

$$W = \xi f_1(x_1, y_1, a_1), \dots, f_n(x_1, y_1, a_1), x_1 y_1 = \phi(x_1, y_1, a_1) \quad (3)$$

Na wielkości parametrów x_1, y_1 trzeba nałożyć ograniczenia technologiczne typu:

$$\psi_1(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m) \leq 0 \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, k$$

Optymalizacja procesu polega na znalezieniu dla dowolnej kombinacji wejściowych niesterowalnych parametrów y_1 oraz parametrów a_1 takich wartości parametrów sterowalnych x_1 , przy których wielkości W przyjmuje wartość maksymalną lub minimalną przy spełnieniu ograniczeń (4). Operatywne zarządzanie w przodku wybierkowym dokonywane jest zwykle w warunkach o znacznej nieokreśloności sytuacji produkcyjnej, przy braku najczęściej wiarygodnych danych o parametrach y_1 oraz a_1 . W związku z tym problem optymalizacji polega nie tylko na wyborze optymalnej decyzji operatywnej, lecz także służy do kontroli odchyień parametrów y_1 oraz a_1 .

3. PRZODEK ŚCIANOWY JAKO OBIEKT STOCHASTYCZNY

Proces wydobywczy w ścianie węglowej jako obiekt zarządzania można opisać funkcjami klasy procesów dyskretno-ciągłych, zawierających jednocześnie charakterystyki periodyczne i ciągłe. Do zadań operatywnego zarządzania wydobywaniem w przodku wybierkowym, które wynikają z praktyki, można zaliczyć zagadnienia związane z:

- czasem trwania stanów technologicznych,
- kontrolą przebiegu pracy i stanem załogi w przodku,
- wyborem technologii i organizacji wybierania,
- przeprowadzeniem zabiegów remontowych i profilaktycznych w ścianie.

Do podjęcia decyzji operatywnych kierownictwo musi posiadać niezbędne i wiarygodne informacje o czasie trwania danego stanu technologicznego, a także prawdopodobieństwie przejścia procesu w nowy stan. Dla celów optymalizacji operatywnego zarządzania, pracę przodka wybierkowego wygodnie jest przedstawić jako ciągły stochastyczny proces przejścia z jednego stanu technologicznego w inny. Jeżeli w jakimś momencie czasu t_k znany jest stan technologiczny przodka wybierkowego, to nie można udzielić odpowiedzi na pytanie: w jakim stanie będzie się znajdował w czasie Δt . Bowiem przejście z jednego stanu w inny stan, jak wiadomo, zależy od spłotu różnych przyczyn. Można więc wyznaczyć prawdopodobieństwo przejścia systemu w czasie Δt w każdy z możliwych stanów, opierając się na wynikach obserwacji chronometrycznych pracy przodków wybierkowych. Prawdopodobieństwo przejścia z danego stanu w inny możliwy określić można wzorem:

$$p = \lambda_{ij} \cdot \Delta t \quad (5)$$

gdzie:

λ_{ij} - intensywność przejścia ze stanu x_i w stan x_j lub wartość oczekiwana liczby zdarzeń przejścia systemu ze stanu x_i do stanu x_j w jednostce czasu.

Dla obiektów stochastycznych typu przodek wybierkowy można podać liczbowe rozwiązanie zadania optymalizacji tylko w przypadku, gdy praca obiektu zarządzania opisana jest w postaci jednorodnego procesu Markowa. Wiadomo, że stochastyczny proces będzie jednorodnym procesem Markowa tylko i tylko wtedy, gdy czas przebywania losowego wektora stanu x dla każdego konkretnego stanu x_k opisany jest rozkładem wykładniczym ze stałym dla każdego stanu parametrem λ_k . W celu aproksymacji procesu rzeczywistego w jednorodny proces Markowa z dyskretnym czasem, ogólny czas funkcjonowania obiektu dzieli się na ciąg kolejnych przedziałów, równych wybranemu krokowi kwantowania h . Przy czym zakłada się, że przejście systemu z jednego stanu w inny zachodzi tylko w momentach czasu, które są wielokrotnością kroku kwantowania.

Proces przebiegający w dyskretnych czasach będzie prostym jednorodnym łańcuchem Markowa, jeżeli dla każdego stanu systemu x_k istnieje stałe prawdopodobieństwo przejścia w czasie h w dowolnie możliwy stan x_i . Z określenia prostego, jednorodnego łańcucha Markowa wynika, że $(p(h) = \text{const})$ stałe jest prawdopodobieństwo przejścia każdej występującej zmiennej wektora stanu. Takie warunki dla rzeczywistego procesu funkcjonowania przodka wybierkowego są zbyt ostre. Znane matematyczne metody dla rzeczywistych procesów pozwalają na ich przedstawienie w postaci jednorodnych procesów Markowa, gdy rozkłady czasowe przebywania istotnych zmiennych przyjmują dowolne wartości. Rozkłady te mogą być aproksymowane kombinacją rozkładów wskaźników. Dla losowej wielkości T formułowany jest rozkład według znanej funkcji, a mianowicie:

$$\xi(t) = p \left\{ t \leq T + \frac{h}{T} > t \right\} \quad (6)$$

Dla stałych wartości kroku h oraz czasu t -losowej wielkości funkcja rozkładu przybiera parametryczną postać prostej, typu

$$\xi(t) = 1 - e^{-\lambda h}$$

O ile rozkład formułowany jest według innej zasady, funkcja rozkładu ma postać krzywej. Zatem aproksymacja sprowadza się do podziału całego obszaru wartości T na przedziały i do przekształcenia krzywej $\xi(t)$ na prostą dla każdego przedziału:

$$\xi(t) = 1 - e^{-\lambda h}$$

W rezultacie tego przekształcenia krzywa $\xi(t)$ aproksymowana jest do krzywej schodkowej. Każdej możliwej wartości czasu odpowiada określony stały parametr rozkładu λ_i ($i = 1, 2, \dots, s$), gdzie s oznacza liczbę przedziałów (faz). Dla określenia parametrów λ_i rozkładu i -tej fazy wykorzystuje się średnia wartości funkcji $\xi_{\text{sr}}(t)$ dla tej fazy. Jeżeli t_i oraz t_{i+1} stanowią, odpowiednio lewe i prawe punkty i -tej fazy, wówczas

$$\xi_{\text{sr}}(t) = \frac{\xi_1(t_i) + \xi_2(t_i)}{2} = 1 - e^{-\lambda_i h}$$

$$e^{-\lambda_i h} = 1 - \xi_{\text{sr}}(t_i)$$

$$-\lambda_i h = \ln[1 - \xi_{\text{sr}}(t_i)]$$

stąd

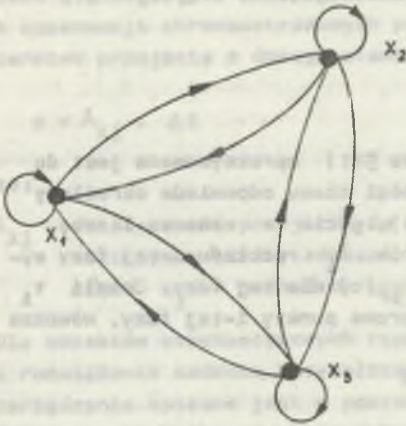
$$\lambda_i = \frac{-\ln[1 - \xi_{\text{sr}}(t_i)]}{h} \quad (7)$$

Matematyczny opis pracy przodka wybierkowego jako jednorodny proces Markowa możliwy jest i w tym przypadku, gdy rzeczywisty proces charakteryzuje się określoną kolejnością operacji produkcyjnych. Wszystkie empiryczne rozkłady można aproksymować rozkładami parametrycznymi dla każdej fazy i tym samym proces rzeczywisty sprowadzony zostaje do jednorodnego procesu Markowa.

4. OKREŚLENIE CZASU TRWANIA POSZCZEGÓLNYCH STANÓW TECHNOLOGICZNYCH

W przodku wybierkowym można wyróżnić następujące podstawowe stany technologiczne:

- wybieranie węgla - x_1 ,
- przerwy technologiczne - x_2 ,
- przerwy nieplanowe - x_3 .



Rys. 1. Wykres przejścia przodka wybierkowego w różne stany technologiczne

Fig. 1. Diagram of transition of the stoping face in various technological states

Dynamikę funkcjonowania przodka wybierkowego określa się diagramem przejść, przedstawionym na rys. 1. Z diagramu tego wynika, że przodek wybierkowy w wybranym przedziale czasu może przejść z jednego stanu w dwa nowe lub pozostać w danym stanie. Poniżej przedstawiono algorytm określenia prawdopodobieństwa przejścia z jednego stanu w inny. Przebywając w obranym stanie x_1 , przodek wybierkowy w dyskretnych momentach czasu przechodzi bądź w stan x_2 bądź w stan x_3 . Dla uporządkowania ciągu liczbowych danych obserwacyjnych należy obliczyć wielkość i ilość przedziałów wzorami:

$$l = 1 + 3,2 \lg N \quad (8)$$

$$\varphi = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1} \quad (9)$$

gdzie:

l - ilość przedziałów czasowych,

N - liczba obserwacji,

φ - wielkość przedziału,

x_{\max} , x_{\min} - odpowiednio, maksymalny i minimalny czas trwania stanu.

W celu określenia intensywności przejścia przodka wybierkowego w nowy stan trzeba zamienić ciąg danych obserwacyjnych w ciągi przedziałowe. Częstotliwość oraz intensywność przejścia określają wzory:

$$\mu = \frac{n_1}{N}; \quad \lambda = \frac{n_2}{N\varphi}$$

gdzie:

n_1 - ilość obserwacji w i-tym przedziale,

N_0 - sumaryczna długość trwania wszystkich obserwacji w danym przedziale.

Stąd intensywność przejścia wyznacza wzór:

$$\lambda = \frac{N}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

Sprawdzenie rozkładu teoretycznego i obliczonego na podstawie danych statystycznych wykonuje się wykorzystując kryterium o zgodności rozkładów χ^2 Pearsoona, które ma postać:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(n_i - N_0)^2}{N_0} \quad (10)$$

Hipoteza o zgodności rozkładów potwierdza się w przypadku, gdy:

$$k = \frac{\chi^2 - \tau}{\sqrt{2\tau}} < 3 \quad (11)$$

gdzie:

τ - ilość stopni swobody.

Gdy nierówność (11) nie jest spełniona, intensywność przejścia λ nie może być wykorzystana bezpośrednio do określenia prawdopodobieństwa przejścia przodka wybierkowego w kolejny stan technologiczny. Wielkość τ określa się następująco:

$$\tau = 1 - c$$

Dla rozkładów wykładniczych $c = 1$.

Znając wartość λ_{12} ($x_1 \rightarrow x_2$) oraz λ_{13} ($x_1 \rightarrow x_3$), można określić prawdopodobieństwo przejścia przodka wybierkowego ze stanu x_1 w stan x_2 oraz x_3 w czasie Δt , następująco:

$$P_{12} = \lambda_{12} \cdot \Delta t \quad (12)$$

$$P_{13} = \lambda_{13} \cdot \Delta t \quad (13)$$

Ponieważ

$$P_{11} + P_{12} + P_{13} = 1$$

Stąd

$$P_{11} = 1 - (P_{12} + P_{13}) \quad (14)$$

Wielkość ta określa prawdopodobieństwo pozostania przodka wybierkowego w czasie Δt w stanie x_1 .

5. PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

Przedmiotem analizy była praca jednego z przodków wybierkowych wybranej kopalni węgla. Poniżej podany przykład jest ilustracją opracowanej metody badawczej. Opierając się na kartach chronometrycznych, wypisano zmieniające się czasy trwania w postaci ciągów liczbowych przodka wybierkowego w wybranym stanie technologicznym. W danym przykładzie ograniczono się do stanu x_1 - wybranie węgla. Ciąg liczbowy przedziałów czasowych dla przejścia w stan x_2 zawierał 139 obserwacji. Maksymalny przedział czasu wynosił 245 min, minimalny 5 min. Przy przejściu ze stanu x_1 do stanu x_3 , ciąg liczbowy składał się z 78 obserwacji, przy czym czas trwania maksymalny wynosił 320 min, minimalny 10 min. Obliczone za pomocą wzorów (8) i (9).

$$l_1 = 1 + 3,2 \cdot 2,143 \approx 8$$

$$l_2 = 1 + 3,2 \cdot 1,898 \approx 7$$

$$\varphi_1 = 30$$

$$\varphi_2 = 45$$

Wyniki obliczeń przedstawiono w tablicach od 1 do 8.

Tablica 1

Określenie prawdopodobieństwa przejścia
ze stanu x_1 w stan x_2 ($x_1 \rightarrow x_2$)

Przedziały $x_1 - x_{i+1}$	Liczba obserwacji w przedziale m_i	Częstotliwość N_i	$\frac{m_i}{N_i}$
0-30	57	0,410	0,0136
31-60	54	0,244	0,0081
61-90	22	0,158	0,0053
91-120	15	0,108	0,0036
121-150	8	0,058	0,0002
151-180	1	0,007	0,0001
181-210	1	0,07	0,0001
211 i powyżej	1	0,07	0,0001

$$\lambda_{12} = \frac{139}{7245} = 0,0191$$

Tablica 2

Obliczenie statystycznego prawdopodobieństwa

x_i	$\varphi(x_i) = \lambda \cdot e^{-\lambda x_i}$
30	0,0107915
60	0,0061120
90	0,0034762
120	0,0019673
150	0,0012269
180	0,0006303
210	0,0003056
240	0,0001528

Tablica 3

Weryfikacja hipotezy:

a) Obliczenie teoretycznego prawdopodobieństwa

$x_i - x_{i+1}$	$P_i = e^{-\lambda x_i} - e^{-\lambda x_{i+1}}$
0-30	0,435
31-60	0,245
61-90	0,138
91-120	0,079
121-150	0,044
151-180	0,026
181-210	0,017
211 i powyżej	0,008

Tablica 4

b) Obliczenie χ^2

$x_i - x_{i+1}$	$\frac{(m_i - m_{\varphi_i})^2}{m_{\varphi_i}}$
0-30	0,17
31-60	-
61-90	0,4
91-120	1,45
121-150	0,67
151-180	2,25
181-210	0,5
211 i powyżej	-

$$\chi^2 = 5,43 \quad k = \frac{5,43 - 7}{3,74} \leq 3$$

Tablica 5

Określenie prawdopodobieństwa przejścia
ze stanu x_1 w stan $x_2 (x_1 \rightarrow x_2)$

Przedziały $x_i - x_{i+1}$	Liczba obserwacji w przedziale m_i	Częstotliwość N_i	$\frac{m_i}{N_i}$
0-45	36	0,460	0,0100
46-90	30	0,385	0,0086
91-135	5	0,064	0,00142
136-180	4	0,051	0,00127
181-225	1	0,013	0,0003
226-270	1	0,013	0,0003
271-315	1	0,013	0,0003

$$\lambda_{13} = \frac{78}{5235} = 0,0149$$

Tablica 6

Obliczenie statystycznego prawdopodobieństwa

x_i	$\varphi(x_i) = \lambda \cdot e^{-\lambda x_i}$
45	0,007659
90	0,0039336
135	0,0019115
180	0,0010579
225	0,0005215
270	0,0002722
315	0,0001232

Tablica 7

Weryfikacja hipotezy:

a) Obliczenie teoretycznego prawdopodobieństwa

$x_i - x_{i+1}$	$p_i = e^{-\lambda x_i} - e^{-\lambda x_{i+1}}$
0-45	0,486
46-90	0,250
91-135	0,129
136-180	0,064
181-225	0,036
226-270	0,018
271-315	0,009

Tablica 8

a) Obliczenie χ^2

$x_1 - x_{1+1}$	$\frac{(m_1 - m\varphi_1)^2}{m\varphi_1}$
0-45	0,01
46-90	5,50
91-135	2,42
136-180	0,16
181-225	1,30
226-270	0,01
271-315	-

$$\chi^2 = 9,4 \quad k = \frac{9,4 - 6}{3 - 46} \quad 3$$

Jeżeli przyjąć $\Delta t = 10$ min, to prawdopodobieństwo przejścia w stan x_2 wynosi:

$$p_{12} = \lambda_{12} \cdot \Delta t = 0,0191 \cdot 10 = 0,191$$

w stan x_3

$$p_{13} = \lambda_{13} \cdot \Delta t = 0,0149 \cdot 10 = 0,149$$

Prawdopodobieństwo potostania przodka wybierkowego w czasie $t = 10$ min w stanie x_1 równa się:

$$p_{11} = 1 - (p_{12} + p_{13}) = 1 - (0,191 + 0,149) = 0,66$$

6. WNIOSKI

Prawdopodobieństwo przejścia stanu przodka wybierkowego w czasie pracy może się zmieniać i jest zależna przede wszystkim od:

- niezawodności maszyn urabiająco-ładujących, urządzeń transportowych i obudowy,
- przyjętej organizacji robót,
- kwalifikacji pracowników.

Wynika stąd, że należy dokonywać przeliczeń opartych na skorygowanych danych w określonych okresach czasowych, np. w kwartał.

Określone wartości liczbowe prawdopodobieństwa przejścia stanu przodka wybierkowego mogą służyć jako wielkości do kontroli odchyień parametrów niesterowalnych y_1 oraz a_1 . Macierz prawdopodobieństwa można wykorzystać

stać nie tylko w algorytmach do operatywnego zarządzania, ale i do analizy wyników chronometrycznych obserwacji pracy przodków wybierkowych. Zatem przedstawiona metoda może być wykorzystana do udoskonalenia organizacji operatywnego kierowania pracą ęciary.

Zdaniem autorów, zaproponowana metoda może stanowić również podstawę do opracowania modelu oceny eksploatacji dołowych maszyn i urządzeń górniczych zainstalowanych w przodku wybierkowym. Wymaga to jednak szczegółowego rozpracowania i analizy stanu technologicznego, a w szczególności przerw nie planowanych.

LITERATURA

1. Bendkowski J.: Podejście sytuacyjne w doborze systemów informatycznych zarządzania do zróżnicowanych struktur organizacyjnych głębinowych kopalń węgla kamiennego. ZN Pol. Śl., s. Górniczo z. 126, Gliwice 1983.
2. Bendkowski J., Kozyra J.: Wykorzystanie układów automatów probabilistycznych do symulowania procesów ekonomicznych w górnictwie węglowym. ZN Pol. Śl., s. Górniczo z. 139, Gliwice 1985.
3. Kozdrój M.: Metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej w organizacji produkcji górniczej. "Śląsk", Katowice 1969.
4. Potocki Cz., Przybyła H.: Zagadnienie optymalizacji układu techniczno-organizacyjnego procesu wybierania. ZN Pol. Śl., s. Górniczo z. 107, Gliwice 1981.
5. Potocki Cz., Kroczek G.: Prognozowanie wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego. ZN Pol. Śl., s. Górniczo z. 79, Gliwice 1977

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Jan STACHOWICZ

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1987 r.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВРЕМЕНИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Резюме

В работе представлена задача оперативного руководства в угольных шахтах, методом определения вероятности времени продолжительности отдельных технологических процессов в лаве.

Разработанный метод опирается на предположении, что очистной забой является объектом руководства со стохастическим характером. Принимая, что в очистном забое можно выделить три технологических процесса, т.е. выборку угля, технологические перерывы и внеплановые простои — предложен алгоритм определения вероятности перехода из одного технологического состояния в другое. Определенные численные величины вероятности перехода из одного

технологического состояния в другое в очистном забое могут быть контролируемы величинами отклонений неуправляемых параметров.

Матрицу возможности можно использовать в алгоритмах для оперативного управления, как и для анализа результатов хронометражных наблюдений за работой в очистных забоях. Поэтому представленный метод может быть использован для усовершенствования организации оперативного руководства работой лавы. Метод проиллюстрирован конкретным примером расчёта для избранной шахты.

DETERMINING THE PROBABILITY OF DURATION OF TECHNOLOGICAL STATES IN THE STOPING FACE

Summary

The article presents the tasks of operative management of the stoping face in coal mines applying the method of determining probability of duration of particular technological states in the wall.

The method has been based on the assumption that the stoping face is the management object of the stochastic character. It has been assumed that there are three essential technological states in the stoping face i.e. Coal excavation, technological breaks, unplanned breaks; the algorithm has been proposed which defines the probability of transition from one state into another. The defined numerical values of the stoping face transition may serve as values for controlling deviations of non - controllable parameters.

The probability matrix can be applied not only in the algorithm of operative management but also in the analysis of results of timing observations of stoping faces.

Moreover, the presented method can improve the operative management organization of the wall work.

The method has been illustrated by the concrete analytical example from the chosen coal mine.