ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985

Seria: GÓRNICTWO z. 139 Nr kol. 826

Stanisław KRZEMIEŃ

METODA SYSTEMOWO-JAKOŚCIOWEJ OCENY STANU ZAGROŻENIOWEGO ZAKŁADU GÓRNICZEGO

Streszczenie. W oparciu o przyjęty model systemu zagrożeniowego przedstawiono metodę oceny potencjału zagrożeniowego dowolnego elementu organizacyjnego zakładu górniczego, ze szczególnym uwzględnieniem przodków górniczych. Dokonano analizy jakościowej systemu zagrożeniowego i jego elementów.

Podano wzory umożliwiające obliczenie zagregowanego wskaźnika stanu zagrożeniowego przodku oraz wzory na obliczenie wskaźników stanu zagrożeniowego czynników i grup czynników różnych poziomów hierarchicznych systemu.

Określono sfery praktycznych możliwości zastosowań metody.

1. WSTĘP

Zachodzące na świecie zmiany w rozwiązywaniu zagadnień bezpieczeństwa pracy w coraz większym stopniu dokonują się w oparciu o metody naukowe. Potrzeba bezpieczeństwa w procesie pracy coraz częściej jest rozumiana w tej dziedzinie jako brak stanu zagrożenia.

Do przeszłości odchodzi działalność polegająca na wyłącznym nawoływaniu do ostrożności, na apelach o stosowanie takich czy innych zabezpieczeń. Pojawiły się teorie, które korzystając z dorobku badawczego wielu, często odległych od siebie dziedzin wiedzy wytyczają nowe kierunki praktycznej działalności w zakresie bezpieczeństwa pracy, dokonując istotnych zmian w metodach zapobiegania wypadkom.

W zakresie teorii bezpieczeństwa pracy wyraźnie widać przesunięcie zainteresowań z kierunku obejmującego badanie okoliczności i przyczyn wypadków przy pracy na rzecz badania potencjału wypadkowego występującego w analizowanym obiekcie, zwanego również stanem zagrożeniowym lub przedwypadkowym.

Metody badania okoliczności i przyczyn wypadków są od dawna stosowane również i w górnictwie. Syntetyczny przegląd wielu z nich zawiera praca [13]. Wnioskowanie, zwłaszcza prospektywne o stanie bezpieczeństwa w oparciu o badanie przyczyn i skutków wypadków w obiektach podziemnych kopalni zawiera szereg uproszczeń polegających między innymi na nieuwzględnianiu zachodzących w nich zróżnicowań czasoprzestrzennych.

Do ciekawych metod analitycznych obejmujących badanie awarii i urazów, mogących znaleźć zastosowanie także i w górnictwie, należą między innymi [2]: metoda badania wpływu uszkodzenia (Failure Mode and Effect), metoda

analizy zagrożenia i wyniku (Hazard Mode and Effect Analysis), metoda analizy za pomocą tzw. drzewa błędów, technika ustalania wskaźnika błędów ludzkich (Technique for Human Error Rate Prediction), technika oceny i weryfikacji programu (Program Evaluation and Review Technique), metoda wyrywkowego badania stanu BHP (Safety Sampling), metoda analizy częstotliwości zagrożeń (Safety Through Frequency of Hazards Analysis). Metody te w większości zastosowano po raz pierwszy w przemyśle rakietowym [3]. Zdawano sobie bowiem sprawę z katastrofalnych następstw błędu i opracowano systemy wychwytywania zagrożeń w ich fazie statycznej.

2. OCENA SYSTEMOWO-JAKOŚCIOWA STANU ZAGROŻENIOWEGO W ZAKŁADZIE GÓRNICZYM

System (kompleks) zagrożeniowy zakładu górniczego jest zbiorem wyodrębnionych obiektów tego zakładu, powiązanych i współdziałających ze sobą przez relacje i sprzężenie w sposób charakteryzujący chwilowy (jeden z wielu możliwych) stan natury, zwany stanem zagrożeniowym lub awaryjno-wypadkowym.

System zagrożeniowy należy traktować relatywnie. Zgodnie z ogólną teorią systemów [10] opis własności systemu polega na ustaleniu jego budowy hierarchicznej. Oznacza to możliwość potencjalnej podzielności systemu na obiekty, elementy, obszary, procesy itd., które z kolei mogą występować - przy rozwiązywaniu odpowiednich zadań jako podsystemy, czyli systemy niższego poziomu hierarchicznego.

Konsekwencją hierarchicznej budowy systemu, jest możliwość kolejnego włączenia systemów na niższym poziomie do systemów poziomu wyższego. System zagrożeniowy zakładu górniczego lub jego obiektu można więc uważać za podsystem systemu organizacyjnego przedsiębiorstwa górniczego. Do chwili stwierdzenia zależności i relacji pomiędzy tymi systemami w górnictwie podsystem zagrożeniowy zakładu górniczego lub jego obiektu potraktowano jako system autonomiczny, zwłaszcza na etapie rozważań teoretycznych. Podstawowym pojęciem w rozważaniach dotyczących problematyki bezpieczeństwa pracy w ujęciu jakościowo-systemowym jest pojęcie stanu zagrożeniowego zakładu górniczego (obiektu, elementu itp.). W ujęciu systemowym stan jest to pewien moment czasowy w jakim znajduje się system [1].

Sekwencja następujących po sobie stanów przedstawia jego zachowanie.

Stan zagrożeniowy zakładu górniczego jest więc chwilowym (czasoprzestrzennym) stanem natury tego zakładu, opisanym przez prawdopodobieństwo wy-

stąpienia w nim niekontrolowanego i niebezpiecznego oddziaływania obiektu na inny obiekt, obiektu na człowieka lub człowieka na obiekt.

Podobnie, stan zagrożeniowy obiektu zakładu górniczego jest chwilowym (czasoprzestrzennym) stanem natury tego obiektu, opisanym przez prawdopodobieństwo wystąpienia w nim niekontrolowanego i niebezpiecznego oddziaływania na siebie elementów tego obiektu. Obiektem zakładu górniczego nazwano w artykule przedmiot lub podmiot mający dowolną naturę - materialny lub idealny, który zależy od innych przedmiotów (podmiotów) oraz oddziałuje na inne przedmioty (podmioty). Obiektami zakładu górniczego podlegającymi w pierwszym rzędzie analizie zagrożeniowej są obiekty materialne związane ze strukturą systemu organizacyjnego kopalni, takie jak: przodki ścianowe i chodnikowe, w których powstaje najwięcej sytuacji zagrożeniowych. Obiektem analizy systemowej może być również górotwór, tj. obiekt nie związany bezpośrednio ze strukturą organizacyjną zakładu.

Inne materialne obiekty możliwych analiz to np. oddziały produkcyjne, oddziały pomocnicze, pojedyncze wyrobiska chodnikowe, poziomy wydobywcze itp. oraz obiekty idealne, takie jak sposoby postępowania (kontrola, nadzór, projektowanie).

Przedmiotem obiektu są jego elementy materialne zależne od innych elementów oraz podmiotów obiektu i na nie oddziałujące.

Podmiotem obiektu są ludzie, którzy oddziałują na siebie, jak również na przedmioty obiektu.

Zarówno przedmioty, jak i podmioty obiektu w rozważaniach systemowych są teoretycznie równoprawne. Założenie to nie narusza nadrzędnej pozycji i roli człowieka, ponieważ dotyczy wyłącznie przyjętej metody a nie celu, którym z założenia jest ochrona ludzkiego życia i zdrowia. W takim ujęciu przedmioty i podmioty możemy nazwać wspólnie elementami systemu obiektu.

Niezależnie od tego, w zewnętrznym systemie organizacyjnym obiektu występuje człowiek - organizator systemu. Istnieje różnica między pojęciem stanu zagrożeniowego i pojęciem stanu zagrożenia. Zagrożenie, to istnienie w zakładzie górniczym sytuacji czy zjawisk mogących stworzyć (w bliżej nieokreślonej przyszłości) bezpośrednie niebezpieczeństwo dla załogi, a także niebezpieczeństwo pośrednie, między innymi przez zaburzenie ciągłości procesu technologicznego.

Zagrożenia górnicze mają swoją systematykę i nazewnictwo [12]. Opisując zagrożenie operujemy pojęciem jego stanu, mając najczęściej na uwadze zgodność lub stopień odstępstwa przymiotów genetycznych tego zagrożenia od znanych z badań teoretycznych oraz doświadczenia praktycznego prawidłowych (możliwie najdoskonalszych z oczekiwanych) cech lub wartości tych przymiotów. Stan zagrożeniowy jest pojęciem szerszym. Nie tylko obejmuje w sposób kompleksowy całą różnorodność znanych stanów zagrożeń występujących w analizowanym obiekcie, lecz również wyraża związki ilościowe i jakościowe między nimi.

Strategicznym celem systemu zagrożeniowego jest osiągnięcie stanu lub ciągów stanu zapewniających niedopuszczenie do powstania awarii urazowych, awarii chorobowych i awarii quasi-wypadkowych (np. zawał, tąpnięcie, wdarcie wody bez skutków urazowych czy chorobowych).

System zagrożeniowy obiektów podziemnych kopalni jest przeważnie systemem reaktywnym, tj. jego funkcjonowanie zależy od oddziaływania otoczenia (np. górotworu w zasięgu jego strefy wpływu).

Systemowo jakościowa ocena stanu zagrożeniowego obiektu (przodku górniczego) polega na:

- określeniu modelu obiektu oraz jego opisie systemowym (2),
- wyodrębnieniu w obiekcie (lub jego elementach) obszarów znamionowych grup czynników według przyjętego kryterium zagrożeniowego. Kryterium zagrożeniowe może określać niemierzalna cecha lub mierzalna wielkość opisująca właściwość obiektu (lub jego elementu) pod kątem badania stanu zagrożeniowego,
- wartościowaniu jakościowym czynników zagrożeniowych w obszarach znamionowych, ich redukcji i transformacji do jednolitej (umownej) skali stanów,
- obliczeniu wskaźników stanu zagrożeniowego dla grup czynników oraz wskaźnika stanu dla obszarów znamionowych,
- obliczeniu zagregowanego wskaźnika stanu zagrożeniowego obiektu (elementu),
- badaniu zmian wartości wskaźnika (wskaźników) stanu zagrożeniowego w zależności od zachodzących relacji i sprzężeń w systemie zagrożeniowym obiektu,
- sterowaniu systemem obiektu i uzależnieniu go od systemu zewnętrznego.

Jeden z wielu możliwych modeli teoretycznych systemu zagrożeniowego przodku górniczego przedstawiono na rys. 1.

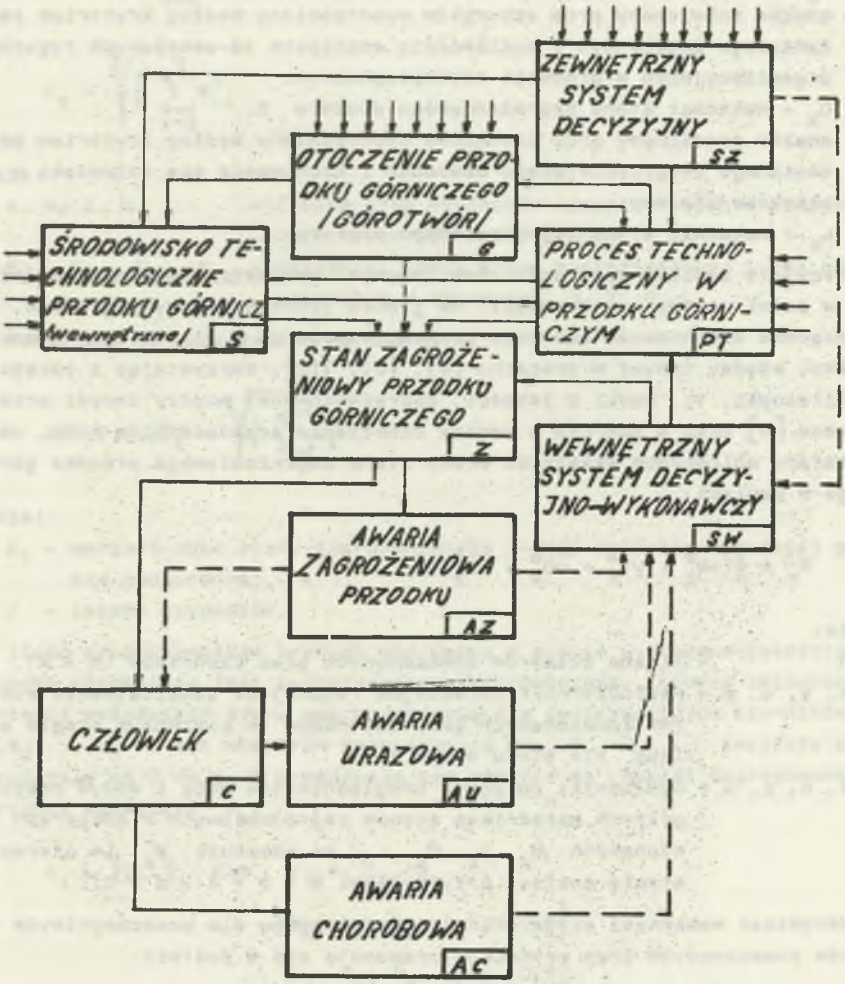
W modelu tym uwzględniono: tor informacyjny oraz tor energetyczny [6]. Tor informacyjny tworzy między innymi wewnętrzny system decyzyjno-wykonawczy stanowiący korelator systemu, przetwarzający informacje otrzymane przez receptory techniczne - czujniki oraz poprzez receptory fizjologiczne - zmysły.

Tor energetyczny obejmuje procesy zachodzące w środowisku wewnętrznym przodku związanego przede wszystkim z procesem technologicznym oraz zjawiska zachodzące w środowisku zewnętrznym, tj. w górotworze.

W badanym obiekcie (przodku górniczym) wyróżniamy cztery obszary znamionowe grup czynników, oznaczając je symbolami N, T, O, L.

N - obszar znamionowy grup czynników wyodrębniony według kryterium zagrożeniowego związanego z warunkami naturalnymi (środowiskowymi) w obiekcie analizy lub jego otoczeniu.

N_z - wskaźnik stanu zagrożeniowego obszaru N.



Rys. 1. System zagrożeniowy przodku górniczego

T - obszar znamionowy grup czynników wyodrębnionych według kryterium zagrożeniowego związanego z procesem technologicznym.

T_z - wskaźnik stanu zagrożeniowego obszaru T.

O - obszar znamionowy grup czynników wyodrębniony według kryterium zagrożeniowego związanego z możliwością odstępstw od ustalonych rygorów organizacyjnych w procesie technologicznym.

O_z - wskaźnik stanu zagrożeniowego obszaru O.

L - obszar znamionowy grup czynników wyodrębniony według kryterium zagrożeniowego uwzględniającego obecność i zachowanie się człowieka w obiekcie analizy.

L_z - wskaźnik stanu zagrożeniowego obszaru L.

Przyjęty podział jest podziałem umownym, subiektywnym i nie spełniającym w pełni zasady systemowości. Ma jednak istotne walory poglądowe, które zapewne spowodowały szerokie zaakceptowanie go w literaturze z zakresu bhp, między innymi w pracach: [4], [8], [12]. Korzystając z osiągnięć kwalitologii, tj. nauki o jakości, zaprezentowanej między innymi przez Kolmana [5] oraz w oparciu o podane oznaczenia przedstawiono wzór, umożliwiający obliczenie wskaźnika oceny stanu zagrożeniowego przodka górniczego w postaci:

$$W_z = \frac{1}{n}(xN_z^a + yT_z^b + uO_z^c + wL_z^d), \tag{1}$$

gdzie:

n - liczba obszarów znamionowych grup czynników (n = 4),

x, y, u, w - współczynniki korekcyjne regulujące oddziaływanie obszarów znamionowych grup czynników (w pierwszym etapie analizy x = y = u = w = 1),

a, n, c, d - wykładniki potęgowe uwzględniające wagę i wpływ poszczególnych wskaźników stanów zagrożeniowych w obszarach znamionowych N_z, T_z, O_z, L_z na wskaźnik W_z (w pierwszym etapie analizy przyjmujemy a = b = c = d = 1).

Natomiast wskaźniki oceny stanu zagrożeniowego dla poszczególnych obszarów znamionowych grup czynników proponuje się w postaci:

$$N_z = \sqrt[3]{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} K_{Ni}^3}$$

$$T_z = \sqrt[3]{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} K_{Ti}^3} \tag{2}$$

$$O_z = \sqrt[3]{\frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l} K_{Oi}^3}$$

$$L_z = \sqrt[3]{\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} K_{Li}^3} \qquad (2)$$

gdzie:

s, m, l, q - liczba grup czynników rozpatrywanych w poszczególnych obszarach znamionowych,

K_{Ni}, K_{Ti}, K_{Oi}, K_{Li} - wskaźniki oceny stanu zagrożeniowego i-tej grupy czynników w obszarach N, T, O, L.

Wskaźniki te oblicza się ze wzoru:

$$K(N,T,O,L)_i = \sqrt[3]{\frac{1}{r}\sum_{i=1}^{r} k_i^3} \qquad (3)$$

gdzie:

k_i - wartość ocen stanu zagrożeniowego i-tego czynnika w badanej grupie jednorodnej,

r - liczba czynników.

Ilość grup czynników branych pod uwagę w ocenie systemowo-jakościowej przodku górniczego jest teoretycznie nieograniczona. Zakresy zmienności wartości wskaźników stanu zagrożeniowego dla poszczególnych czynników $k_1, k_2, \ldots, k_r$ i ich obszarów znamionowych N_z, T_z, O_z, L_z znajdują się w przedziale od 0 do 1. W przedziale tym zawarte są również zagregowane wartości wskaźnika W_z.

$$\begin{aligned} k_i \in [0,1] \quad \text{dla} \quad & k_1, k_2, \ldots, k_r \\ & k_N, k_T, k_O, k_L \in [0,1] \\ & N_z, T_z, O_z, L_z \in [0,1] \\ & W_z \in [0,1] \end{aligned} \qquad (4)$$

Przyjmując, że liczba 0 oznacza stan idealny (oczekiwany, teoretyczny), a liczba 1 stan absolutnej niedoskonałości (krytyczny, katastrofalny) oraz zakładając równomierność rozkładu wartości pośrednich można skonstruować skalę zagrożeniowego stanu (rys. 2).

Każdy wskaźnik stanu zagrożeniowego może być określony ułamkiem dziesiętnym mającym swoje miejsce na skali. Skala od 0 do 1 może odpowiadać probabilistycznej ocenie zmienności stanu awaryjno-wypadkowego.

Skala stanu, klasa stanu			Nazwa stanu
		1	
0.95	10.		katastrofalny
		0.9	
0.85	9.		krytyczny
		0.8	
0.75	8.		zły
		0.7	
0.65	7.		niezadawalający
		0.6	
0.55	6.		umiarkowany
		0.5	
0.45	5.		korzystny
		0.4	
0.35	4.		dogodny
		0.3	
0.25	3.		wyróżniający
		0.2	
0.15	2.		znakomity
		0.1	
0.05	1.		idealny
		0	

Rys. 2. Skala stanu i klasy stanu zagrożeniowego przodku górniczego

W celu usystematyzowania wskaźników stanu zagrożeniowego o zbliżonych wartościach na skali stanu przyjęto ich podział na 10 klas (podział ten może być zresztą dowolny). Każdej klasie stanu odpowiada słowna ocena (nazwa) stanu zagrożeniowego. Zaletę oceny systemowo-jakościowej jest jej prostota obliczeniowa. Dokonując oceny szacunkowej czynników i przypisując im wartości ze skali stanów możemy je dodawać, nie wdając się w pierwszym etapie oceny w zależności funkcyjne, jakie niewątpliwie zachodzą między nimi. Stosujemy tutaj metodę uśredniania wskaźników stanu [5].

W metodzie tej na etapie obliczania zagregowanego wskaźnika stanu W_z proponuje się wykorzystanie średniej arytmetycznej jako najprostszej i najdogodniejszej do obliczeń. Przy agregacji wskaźnika średnia arytmetyczna nie obniża w istotny sposób wartości wskaźnika W_z i pozwala na porównanie między sobą wskaźników obliczonych dla różnych przodków, zwłaszcza w przypadku, kiedy wystąpią w nich istotne różnice w wyposażeniu technicznym, warunkach naturalnych i organizacyjnych.

Natomiast dla oceny stanu zagrożeniowego i-tego czynnika w badanej grupie jednorodnej oraz dla obliczenia wskaźników oceny stanu zagrożeniowego dla obszarów znamionowych proponuje się zastosowanie wzoru na średnią sześcienną, dającą wartości wyższe niż średnia arytmetyczny czy kwadratowa. Na przykład dla obliczonych wartości wskaźników ocen: metanu K_m = 0,725, hałasu K_r = 0,232, zagrożenia wodnego K_w = 0,354, zagrożenia zawałowego K_z = 0,450, ocena łączna wynosiłaby przy zastosowaniu

średniej arytmetycznej - 0,440, kwadratowej - 0,476, sześciennej - 0,509. Średnia sześcienna odzwierciedla więc przekonywająco oddziaływanie najbardziej niekorzystnego czynnika.

Oceny stanu zagrożeniowego przodku górniczego lub innego elementu systemu zagrożeniowego kopalni dokonujemy w następujący sposób: badamy kształtowanie się czynników zagrożeniowych, wartości których możemy bezpośrednio określić. Porównujemy te wielkości z odpowiednimi kryteriami i normami obowiązującymi w górnictwie. Obliczamy i oceniamy przekroczenie tych norm (np. krotność przekroczenia). Czynniki, których określenie jest niemożliwe lub utrudnione np. ze względu na brak norm lub niemierzalność, oceniamy w oparciu o obserwację środowiskową i odpowiednio przygotowane ankiety oraz wykorzystując algorytmy i programy statystyki kwalitatywnej [11].

Wartość przeciętną czynnika dla przodku górniczego możemy np. obliczyć za pomocą średniej arytmetycznej. Dla porównywalnych przodków możemy zbadać rozkład statystyczny czynników w grupie i dysponując wartościami dominant tego czynnika obliczyć wartość wskaźnika. W tym celu porządkujemy mody danego czynnika w szereg rozdzielczy, według wzrastających wartości. Badamy rozkład statystyczny dominant sprawdzamy z testem chi-kwadrat. Dla każdej mody oblicza się wartość dystrybuanty rozkładu, przyjmując ją za wartość wskaźnika oceny danej grupy na tle pozostałych grup [9].

Ocena systemowo-jakościowa stanu zagrożeniowego przodków górniczych jest oceną diagnostyczną, wieloskładową ze względu na złożony interdyscyplinarny zakres problematyki bezpieczeństwa pracy.

Dla narzucenia rygorów postępowania i ograniczania dowolności ocen stanu sformułowano w Instytucie Organizacji i Ekonomiki Górnictwa Politechniki Śląskiej jednoznaczne, naukowe kryteria tej oceny. W warunkach ruchowych kopalń diagnozę stanu zagrożeniowego powinni przeprowadzać odpowiednio przeszkoleni pracownicy.

3. ZAKOŃCZENIE

Systemowo-jakościowa ocena stanu zagrożeniowego obiektów organizacyjnych zakładu górniczego jest możliwa do bezpośredniego wykorzystania w górnictwie. Dalszy kierunek badań teoretycznych dotyczy obserwacji wewnętrznych obiektu, algorytmizacji i oprogramowania modelu. Odrębnym problemem jest analiza i ocena informacji o bieżącym stanie przodku (zachowanie się systemu).

Niezbędny więc będzie "monitoring" przodku, tj. zastosowanie zblokowanych urządzeń pomiarowych czynników zagrożeniowych, a także jego systemowa kontrola jakościowa. Pozwolą one na bieżąco identyfikować zjawiska w przodku.

Ocena systemowo-jakościowa dowolnego elementu organizacyjnego zakładu górniczego może spełniać:

a) funkcję ostrzegawczą (dozór techniczny, służba bhp), gdyż bezpośrednio i wyraźnie pokazuje kształtowanie się ryzyka zagrożeniowego w miejscu pracy,
b) funkcję profilaktyczną (służba bhp, służba zdrowia, inspekcja pracy, urzędy górnicze), ponieważ umożliwia śledzenie na bieżąco zmian aktywności zagrożeń (ich wzrost lub spadek),
c) funkcję decyzyjną (wszystkie organy decyzyjne), ponieważ na szczeblu zarządzenia umożliwia:
   - prognozowania poprawy warunków pracy,
   - stymulowania działania w zakresie zwalczania zagrożeń zawodowych,
   - podejmowanie planowania nakładów na cele ochrony pracy, np. na środki i urządzenia ochronne,
   - wyznaczanie wysokości stawek ubezpieczeniowych w nowym układzie ekonomiczno-finansowym przedsiębiorstwa,
   - ukierunkowanie badań naukowych,
d) funkcję informacyjną i sprawozdawczą (branżowy system informatyczny), ponieważ może uzupełnić dotychczas stosowaną statystykę wypadkową i zastąpić inne - związane z nią zestawienia,
e) funkcję banku danych, ponieważ w metodzie tej w jej postaci informatycznej istnieje szeroka baza danych, np. planowanie nakładów na bhp, wpływ bhp na rentowność przedsiębiorstwa,
f) funkcję uniwersalną, ponieważ może być powiązana z systemem ochrony pracy: branżowym, regionalnym lub ogólnokrajowym.

Rozwijanie przedstawionej tematyki ma istotne znaczenie praktyczne. Zastosowanie wyników badań w górnictwie może przyczynić się do lepszego poznania mechanizmów powodujących powstawanie stanów awaryjno-wypadkowych w przodkach górniczych (oraz innych gniazdach produkcyjnych), a w perspektywie do poważnego ograniczenia możliwości powstania stanów konfliktowych w układzie człowiek-środowisko pracy.

Założenia metody zostały przedstawione na konferencji zorganizowanej przez Główną Komisję Bezpieczeństwa Pracy i Ergonomii ZGSJTG oraz przez Sekcję Zwalczania Zagrożeń Górniczych Komisji Górniczej PAN w Katowicach w październiku 1981 r. Tytuł konferencji: Wybrane problemy wypadkowości ze szczególnym uwzględnieniem podziemnego górnictwa węglowego.

LITERATURA

[1] Benesz J.: Teoria systemów. PWN, Warszawa 1979.
[2] Fel J.G.: Zapobieganie wypadkom. Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1980.
[3] Fel J.G.: Organizowanie bezpieczeństwa pracy. Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1980.
[4] Hansen A.: Kompleksowa ocena poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy. Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1977.

[5] Kolman R.: Ilościowe określenie jakości. PWE, Warszawa 1973.

[6] Kossecki J.: Cybernetyka społeczna. PWN, Warszawa 1981.

[7] Kozielecki J.: Psychologiczna teoria decyzji. PWN, Warszawa 1977.

[8] Lasek T., Król P., Krzemień S.: Zagadnienia kompleksowej analizy stanu zagrożenia wypadkowego. Materiały na Konferencję SITG. Wyd. "Śląsk", Katowice 1970.

[9] Piontek J.: Wskaźnikowy system ergonomicznej oceny stanowisk roboczych. Miesięcznik Bezpieczeństwo Pracy nr 4/1980. CIOP.

[10] Sadowski W.N.: Podstawy ogólnej teorii systemów. PWK, Warszawa 1978.

[11] Góralski A.: Algorytmy i programy statystyki kwalitatywnej. WNT, Warszawa 1979.

[12] Wanat J.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w górnictwie. Wyd. "Śląsk", Katowice 1973.

[13] Zacharzewski J., Stecko H., Firek C., Rydlewski J.: Diagnostyka przyczyn wypadków przy pracy i ich klasyfikacja. Prace CIOP nr 100/1979. WNT, Warszawa 1979.

МЕТОД СИСТЕМНО-КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ УГРОЗЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Р е з ю м е

В статье, на основание принятой модели системы угрозы, представлен метод оценки потенциала угрозы для произвольного элемента организации горновыдобывающего предприятия, с особым учётом угольных забоев. Дан качественный анализ системы угрозы и его элементов. Представлены формулы для расчета агрегированного показателя состояния угрозы факторов и групп факторов для различных неррархических уровней системы.

A SYSTEM-QUALITY ASSESSMENT OF THE HAZARD CONDITIONS IN A MINING PLANT

S u m m a r y

On the basis of the adopted model of a hazard system, a method of estimating the hazard potential of any organizational element of a mining plant has been presented, with special consideration to mining faces. A qualitative analysis of the hazard system and its elements has been carried out.