

Norbert MUSIOŁ

Instytut Organizacji i Zarządzania  
Politechnika Lubelska

BADANIA WPŁYWU POZIOMU TECHNICZNO-ORGANIZACYJNEGO  
NA PARAMETRY WYNIKOWE KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO

**Streszczenie.** W artykule autor zajmuje się problematyką wpływu poziomu techniczno-organizacyjnego kopalni i jej podsystemów na jej parametry wynikowe.

Poziom techniczno-organizacyjny kopalni określa zespół cech rozpatrywanych w  $n$ -wymiarowej przestrzeni. Posługując się przedstawioną metodą określa się poziom techniczno-organizacyjny kopalni za pomocą syntetycznego wskaźnika jakości będącego funkcją zmiennych cech. Wykorzystując podaną metodę, wyznaczono wskaźniki syntetyczne określające poziom techniczno-organizacyjny kopalni i jej podsystemów, takich jak: techniczny, technologiczny, warunków naturalnych i geologiczno-górnictwowych, struktury przestrzenno-czasowej modelu kopalni. Obliczone wskaźniki kompleksowej jakości posłużyły do określenia modeli matematycznych związków poziomu techniczno-organizacyjnego kopalni i jej podsystemów z parametrami wynikowymi. Umożliwiają także badanie zależności wybranego parametru (np. wielkość produkcji) poziomu techniczno-organizacyjnego modelu kopalni lub jej podsystemów. Przedstawione badania wykorzystać można zarówno w sferze rozwoju systemu (kopalni), jak i w sferze funkcjonowania. Wyznaczone modele matematyczne związków wymienionych elementów modelu kopalni z parametrami wynikowymi mogą być wykorzystane do oceny stanu i kontroli funkcjonowania kopalni, a także w planowaniu i prognozowaniu rozwoju kopalni.

## 1. WPROWADZENIE

Nowoczesna kopalnia głębinowa charakteryzuje się różnymi technologiami i procesami produkcyjnymi, począwszy od sposobu udostępniania złoża i prowadzenia robót przygotowawczych poprzez procesy wybierania, transportu i wzbogacania. Do podstawowych procesów wydobywania kopaliny dochodzą procesy towarzyszące, tj. wentylacja, transport materiałów, odwadnianie.

Między poszczególnymi procesami wydobywania w kopalni zachodzą ściśle związki i sprzężenia zwrotne. Stosowane procesy produkcyjne i technologiczne są ściśle zależne od warunków naturalnych zalegania złoża oraz własności fizykochemicznych kopaliny. Warunki te zmieniają się w przestrzeni w czasie, co wpływa na stosowanie technologii i przebieg procesów produkcyjnych. Wymienione przesłanki skłaniają do rozpatrywania modelu kopalni jako układu dynamicznego o zmiennych w czasie warunkach i stanach swego rozwoju.

Model kopalni, stanowiąc układ wyrobisk górniczych, w których prowadzone są poszczególne ogniw procesy produkcyjnego, wywiera zasadniczy wpływ na wyniki ekonomiczne pracy kopalni, jak również decyduje o pewności ruchu i bezpieczeństwie pracy w kopalni. Wielu autorów pisząc o modelu kopalni wymienia, że poza wymaganiami bezpieczeństwa, powinien zapewniać przede wszystkim sprawne wykorzystanie nowoczesnego sprzętu umożliwiającego uzyskiwanie wysokiej produkcji. Jest to równoznaczne z warunkami wysokiej wydajności i niskich kosztów.

Badania rozwoju podstawowych elementów modelu kopalni obejmuje rozwój warunków geologiczno-górniczych (GG), struktury przestrzenno-czasowej kopalni (SPC), rozwój techniki (ST) i technologii górniczych (PT), wielkość i efektywność produkcji górniczej (WE). Badania rozwoju elementów modelu kopalni prowadzono w ujęciu syntetycznym, traktującym kopalnię jako obiekt wielowymiarowy, którego rozwój jest charakteryzowany syntetycznym wskaźnikiem jakości. Przeprowadzono badania związków elementów i modelu kopalni z wynikami produkcyjnymi.

Celem tego opracowania jest przedstawienie syntetycznego wskaźnika jakości reprezentującego ocenę jakości technicznej kopalni (poziomu techniczno-organizacyjnego). Wykorzystany w pracy wskaźnik jakości kompleksowej modelu kopalni pomyślany jest przede wszystkim jako narzędzie ułatwiające wybór o charakterze innowacyjnym oraz oceny działania w zakresie postępu technicznego w kopalniach.

## 2. METODA BADAŃ

Konieczność poszukiwań metod dających obiektywne, bardziej efektywne rozwiązania kompleksowe doprowadziła do próby zbudowania metody określania wskaźników jakości kompleksowej modelu kopalni i jego elementów (podsystemów) technicznego, technologicznego, geologiczno-górniczego i in. [1, 2].

Metoda oceny kompleksowej jakości obiektu zależy od zespołu cech, który możemy przedstawić analitycznie w postaci wektora:

$$[c_1] = [c_1, c_2, \dots, c_n] \quad (1)$$

obejmującego  $n$  cech.

Jakość kompleksowa jest funkcją zmiennych cech. Oznaczając jakość kompleksową  $Q$ , powyższe stwierdzenie możemy zapisać:

$$Q = f(c_1) = f(c_1, c_2, \dots, c_n) \quad (2)$$

Koncepcja metody w skrócie jest następująca:

1. Rozpatruje się  $N$  obiektów (kopalni, elementów (podsystemów) modelu kopalń) w  $T$  okresach, przy czym  $K_i$  -  $i$ -ty obiekt badania ( $i = 1, 2, \dots, N$ )  
 $K_{i,t}$  -  $i$ -ty obiekt badania w okresie  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, T$ ), zwany jednostką badania.

2. Każda jednostka  $K_{i,t}$  jest charakteryzowana za pomocą zmiennych (cech). Macierz informacji o wartości zmiennych w poszczególnych okresach jest następująca:

$$x_t = \begin{bmatrix} x_{1,t}^1 & x_{1,t}^2 & \dots & x_{1,t}^m \\ x_{2,t}^1 & x_{2,t}^2 & \dots & x_{2,t}^m \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N,t}^1 & x_{N,t}^2 & \dots & x_{N,t}^m \end{bmatrix}, \quad (3)$$

gdzie:

$x_{i,t}^r$  - wartość  $r$ -tej cechy w  $i$ -tym obiekcie w okresie  $t$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ;  
 $t = 1, 2, \dots, T$ ;  $r = 1, 2, \dots, m$ ).

3. Uniteryzacja zmiennych dokonywana jest według wzoru:

$$w_{i,t}^r = \frac{x_{i,t}^r}{R^r} \quad (4)$$

gdzie:

$R^r$  - rozstęp cech;  $R = [R^r] = [R^1, R^2, \dots, R^m]$ .

W wyniku uniteryzacji otrzymujemy macierz informacji o zmiennych zuniteryzowanych:

$$x_t^u = \begin{bmatrix} w_{1,t}^1 & w_{1,t}^2 & \dots & w_{1,t}^m \\ w_{2,t}^1 & w_{2,t}^2 & \dots & w_{2,t}^m \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{N,t}^1 & w_{N,t}^2 & \dots & w_{N,t}^m \end{bmatrix} \quad (5)$$

gdzie:

$w_{i,t}^r$  - wartość zuniteryzowanej cechy  $r$  - w  $i$ -tym obiekcie w okresie  $t$ .

4. Obliczanie kompleksowej cechy jakości rozwojowej oraz kompleksowej jakości rozwojowej obiektów.

W każdym wierszu poszczególnych macierzy  $X_t^u$  oblicza się

$$V_{i,t} = \sum_{i=1}^n w_{i,t}^r \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, N \\ t = 1, 2, \dots, T \end{matrix} \quad (6)$$

Wielkość  $V_{i,t}$  nazywamy kompleksową cechą jakości rozwojowej jednostki badania  $K_{i,t}$ , zaś wielkość

$$V_i = \sum_{t=1}^T V_{i,t} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (7)$$

nazywamy kompleksową cechą rozwojową badania  $K_i$ .

5. Na podstawie (7) można określać jakość rozwojową dla jednostek badania  $Q^i$  i obiektu  $Q^{MK}$ .

Funkcję jakości rozwojowej obiektów nazywamy zależność

$$Q_i = \frac{V_i - V_{i\min}}{R_v} \quad (8)$$

gdzie:

- $V_i$  - kompleksowa cecha rozwojowa obiektu,  $i = 1, \dots, N$ ,
- $V_{i\min}$  - minimalna wartość kompleksowej cechy rozwojowej,
- $R_v$  - rozstęp, kompleksowej cechy rozwojowej.

3. Często zamiast wzoru (8), wygodniej jest określać  $Q$ :

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \quad (9)$$

Taka postać pozwala na ocenę jakości w skali 0-1.

Jeżeli cechy oddziałują na siebie, uzasadnione jest posłużyć się średnią geometryczną:

$$Q = \sqrt[n]{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (10)$$

Jeżeli wśród cech występują zarówno cechy niezależne, jak i wywierające wpływ na cechy pozostałe, uzasadnione jest zastosowanie modelu addytywno-iloczynowego:

$$A = \sqrt{\bar{W}_m \cdot W_{m-1}} = \sqrt{W_m \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} W_i} \quad (11)$$

$$\bar{W}_{m-1} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} W_i$$

gdzie:

- Q - wartość kompleksowej jakości,
- $W_{m-1}$  - wartość wypadkowej cech niezależnych,
- $W_m$  - wartość cechy wywierającej wpływ na pozostałe,
- $W_i$  - wartość i-tej cechy.

Posługując się przedstawioną metodą wyznaczono [1] wartości wskaźników jakości kompleksowej elementów (podsystemów) i modelu kopalni:

- $Q^{SPC}$  - wskaźnik jakości kompleksowej struktury przestrzenno-czasowej kopalni,
- $Q^{ST}$  - wskaźnik jakości kompleksowej środków technicznych,
- $Q^{PT}$  - wskaźnik jakości kompleksowej parametrów technologicznych,
- $Q^{GG}$  - wskaźnik jakości kompleksowej warunków geologiczno-górnicznych,
- $Q^{MK}$  - wskaźnik jakości kompleksowej modelu kopalni.

Wskaźniki jakości kompleksowej elementów modelu kopalni wymienione powyżej i wyznaczone w pracy [2] wykorzystane zostaną w niniejszym artykule obok wskaźników jakości kompleksowej parametrów wynikowych kopalni  $Q^{WE}$ . Na jakość kompleksową parametrów wynikowych składają się następujące parametry; zatrudnienie ogółem, wydajność ogólna, normy przodkowe, średnia płaca robotników, koszt wydobycia ogółem, wartość opałowa ogółem i wydobycie kopalni.

W pracy, obok wskaźników jakości kompleksowej parametrów wynikowych kopalni obejmującej osiem analizowanych parametrów, wykorzystane będą wskaźniki jakości kompleksowej obejmującej siedem parametrów  $Q_W^{WE}$ .

Gdzie:

- $Q_W^{WE}$  - jakość kompleksowe parametrów wynikowych bez wydobycia kopalni.

W badaniach korzystano z analizy korelacji i regresji, do oszacowania modeli matematycznych wykorzystywano metodę najmniejszych kwadratów, do określania istotności wyznaczonych współczynników korelacji i regresji stosowano testy istotności. Badano także stopień "dopasowania modeli" do danych rzeczywistych za pomocą takich mierników, jak względny błąd oceny w procentach,  $V$  i współczynnik korelacji wielorokiej  $R$  oraz standardowy błąd oceny  $\sigma$ . Wymienione powyżej metody nie zostały w pracy przedstawione, założono bowiem, że są one czytelnikowi znane.

### 3. BADANIE WPŁYWU ELEMENTÓW I MODELU KOPALNI NA PARAMETRY WYNIKOWE

Zależności jakości rozwojowej parametrów wynikowych  $Q^{WE}$  od elementów i modelu kopalni przedstawiono poniżej.

$$Q^{WE} = 0,1678 + 0,6357 Q^{SPC} \quad (12)$$

$$Q^{WE} = 0,0182 + 1,0932 Q^{ST} \quad (13)$$

$$Q^{WE} = 0,2507 + 0,5570 Q^{PT} \quad (14)$$

$$Q^{WE} = 0,0446 + 0,9654 Q^{MK} \quad (15)$$

Obliczone dla powyższych równań wartości względnego błędu oceny  $V$ , odchylenia standardowego  $\sigma$  i współczynnika korelacji  $R$  zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości względnego błędu oceny  $V$ , odchylenia standardowego  $\sigma$   
i współczynnika korelacji  $R$

$Q^i$	$R$	$\sigma$	$V$
$Q^{WE} = f(Q^{SPC})$	0,996	0,0498	0,0997
$Q^{WE} = f(Q^{ST})$	0,995	0,0577	0,1156
$Q^{WE} = f(Q^{PT})$	0,995	0,0549	0,1099
$Q^{WE} = f(Q^{MK})$	0,997	0,0446	0,0893

Wartości parametrów dla trzech pierwszych równań kształtują się na podobnym, stosunkowo wysokim poziomie, wahającym się w przypadku względnego błędu oceny  $V$ , w granicach 10-11,5%. Równanie ujmujące zależność mo-

delu kopalni i parametrów wynikowych charakteryzowane jest przez parametry o wartościach jeszcze korzystniejszych (np. względny błąd oceny  $V$  poniżej 9%).

#### 4. ZWIĄZKI ELEMENTÓW MODELU KOPALNI Z WIELKOŚCIĄ PRODUKCJI

Badanie związków wydobywania (WK) z elementami modelu kopalni przeprowadzono wykorzystując dane zawarte w [2] do wyznaczenia funkcji metodą najmniejszych kwadratów. Wyznaczenie współczynników regresji poprzedzono obliczeniem współczynników korelacji, których wartości zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Współczynniki korelacji

Wielkość wydobywania	SPG	ST	PT	GG	MK
	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q_5$
$W_K$	0,9525	0,9417	0,9859	-0,8154	0,9418

Wartości wyznaczonych współczynników korelacji liniowej są bardzo wysokie. Z wyjątkiem  $r_{WGG}$ , o znaku minus wskazującym na zależność, w której wzroście wartości jednej zmiennej towarzyszy zmniejszenie się warunkowych wartości oczekiwanych drugiej zmiennej, w pozostałych mamy do czynienia z korelacją dodatnią, gdzie wzroście wartości jednej zmiennej odpowiada wzrost wartości oczekiwanych drugiej zmiennej.

Wartości wyznaczonych współczynników korelacji liniowej znacznie przekraczają  $r_{tab} = 0,742$  przy 14 stopniach swobody i prawdopodobieństwie  $\alpha = 0,001$ . Pozwala to na odrzucenie hipotezy o nieistotności korelacji badanych zmiennych.

Wyznaczone związki przedstawiono poniżej:

$$W_K = 5662,40 Q^{SPG} + 2729,40 \quad (16)$$

-11,70 (10,30)

$$W_K = 9519,55 Q^{ST} + 1084,49 \quad (17)$$

(10,48) (2,44)

$$W_K = 5040,76 Q^{PT} + 3342,39 \quad (18)$$

(22,05) (28,71)

$$W_K = -24138,67 Q^{GG} + 18321,26 \quad (19)$$

(5,27) (7,56)

$$W_K = 8153,38 Q^{MK} + 1751,4 \quad (20)$$

(10,49) (9,57)

Wartości względnego błędu oceny  $V$  i współczynnika korelacji  $R$  oraz odchylenia standardowego zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Wartości względnego błędu oceny  $V$ , współczynnika korelacji  $R$  i odchylenia standardowego

R ó w n a n i e	V	R	
$W_K = f(Q_1^{SPC})$	0,0732	0,998	409,7
$W_K = f(Q_2^{ST})$	0,0809	0,997	452,4
$W_K = f(Q_3^{PT})$	0,0402	0,999	225,0
$W_K = f(Q_4^{GG})$	0,1393	0,992	778,6
$W_K = f(Q_5^{MK})$	0,0808	0,997	451,9

Analiza statystyk  $t$  - Studenta dla wyznaczonych współczynników regresji pozwala stwierdzić ich istotność na poziomie  $\alpha = 0,05$  i  $t_{obli} > t_{tab} = 2,145$ . Wyznaczone wartości  $V$  wskazują, że z wyjątkiem równania  $W_K = f(Q_4)$ , ujmującego związek wydobywania z jakością kompleksową warunków geologiczno-górnicznych kopalni, równania pozostałe określają dokładnie badane związki (błąd względny w granicach 4-8%).

Dla badanych związków oszacowano także równania II stopnia. Z wyjątkiem funkcji  $W_K = f(Q_4)$ , we wszystkich pozostałych wystąpiło znaczne obniżenie czynnika korelacji  $R$ .

$$W_K = 4418,68 - 2590,10 Q_1 + 8265,10 Q_1^2 \quad (21)$$

(27,0)      (3,64)      (11,84)

$$W_K = 6345,52 - 14046,42 Q_2 + 24602,90 Q_2^2 \quad (22)$$

(3,70)      (2,86)      (3,13)

$$W_K = 3978,73 + 1510,28 Q_3 + 3615,29 Q_3^2 \quad (23)$$

(46,68)      (3,69)      (8,84)

$$W_K = 42164,50 - 118422,7 Q_4 + 92449,03 Q_4^2 \quad (24)$$

(1,43)      (1,02)      (0,81)

$$W_K = 5727,73 - 10947,59 Q_5 + 20661,74 Q_5^2 \quad (25)$$

(9,76)      (4,04)      (7,12)



Tabela 4

Zestawienie wartości V, R, i  $\sigma$  dla równań II stopnia

R ó w n a n i e	Równanie II stopnia		
	V	R	$\sigma$
$W_K(Q_1)$	0,0221	0,996	123,8
$W_K(Q_2)$	0,0633	0,967	354,3
$W_K(Q_3)$	0,157	0,998	88,2
$W_K(Q_4)$	0,1410	0,825	788,4
$W_K(Q_5)$	0,0379	0,988	211,9

Analizując równania (19) i (24), ujmujące zależność wydobywania kopalni od wskaźnika jakości kompleksowej, warunków geologiczno-górnictwa ( $Q^{GG}$ ), wartości statystyki t-Studenta dla wyznaczonych współczynników regresji oraz charakteryzujące je mierniki V, R i  $\sigma$  stwierdzić można lepszą jakość równania liniowego (19) i to równanie będzie w dalszych badaniach wykorzystywane.

#### 5. ZALEŻNOŚĆ JAKOŚCI ROZWOJOWEJ "PARAMETRÓW WYNIKOWYCH" OD WYDOBYCIA KOPALNI

Wymieniony związek oszacowano metodą najmniejszych kwadratów. W obliczeniach wskaźnika jakości rozwojowej "parametrów wynikowych" nie uwzględniono wydobywania kopalni (oznaczenie wskaźnika  $Q_W^{WE}$ )

$$W_K = 1572,49 + 7726,27 Q_W^{WE} \quad (26)$$

(2,86)      (4,90)

$$R = 0,991, \quad \sigma = 816,6 \quad V = 0,1461$$

gdzie:

$Q_W^{WE}$  - jakość rozwojowa "parametrów wynikowych" nie uwzględniająca wydobywania.

Analiza statystyk t - Studenta dla wyznaczonych współczynników regresji pozwala stwierdzić ich istotność na poziomie prawdopodobieństwa  $\alpha = 0,05$ ,  $t_{obli} > t_{tab} = 2,145$ .

## 6. ZAKOŃCZENIE

Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki pozwalają na wyciągnięcie następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Niniejsza praca jest kolejną próbą wykorzystania modelowania matematycznego do opisywania i badania rzeczywistości za pomocą odpowiednich zależności matematycznych obejmujących podsystemy techniczne, warunki geologiczno-górniczne, organizacyjne i odnoszący się do nich podsystem ekonomiczny.

2. Zasadniczą cechą przeprowadzonego podejścia jest dążność do stosowania w badaniu rozwoju elementów i modelu kopalni jako obiektu wielowymiarowego rozwiązania kompleksowego określającego poszczególne podsystemy (elementy modelu kopalni) i system (kopalnię) za pomocą syntetycznego wskaźnika jakości kompleksowej.

3. Oszacowane równania charakteryzują się korzystnymi wskaźnikami i miernikami "dopasowania modeli" do danych rzeczywistych. Pozwala to sądzić o znacznych możliwościach wykorzystania praktycznego przedstawionego podejścia.

4. Wykorzystanie przedstawionych badań upatrywać można zarówno w sferze rozwoju systemu (kopalni), jak i w sferze funkcjonowania. W sferze rozwoju, a więc w badaniach dynamicznych, prognostycznych określić można następujące kierunki:

- planowanie i prognozowanie rozwoju techniki i technologii górniczych odpowiadające planowanym przyszłym parametrom wynikowym: założonym wielkościom wydobycia, kosztów, wydajności itp.;
- określenie przyszłych poziomów rozwoju techniczno-organizacyjnego kopalni i jej podsystemów odpowiadających spodziewanym (prognozowanym) warunkom geologiczno-górnicyzycznym,
- określenie wartości wzrostu poziomu rozwoju techniczno-organizacyjnego i ekonomicznego kopalni w wybranych okresach (np. rocznym, kwartalnym, pięcioletnim).

W sferze funkcjonowania, a więc w badaniach "statycznych" albo diagnostycznych, przedstawione podejście wykorzystać można do kierowania do oceny realizacji zadań, kontroli funkcjonowania kopalni i jej elementów. W skali gwarectwa lub całej branży przemysłu węgla kamiennego wykorzystać można przedstawione podejście do określania miejsca poszczególnych kopalni w ocenie ich realizacji zadań, wyników produkcyjnych, współzawodnictwa itp.

5. Wymienione sfery wykorzystania przedstawionego podejścia do określania kompleksowego poziomu kopalni i jej podsystemów są także obszarami, w których należy prowadzić dalsze badania nad doskonaleniem zaproponowanej metody.

## LITERATURA

1. Musioł N.: Określenie i wyznaczenie tendencji rozwojowej poziomu techniczno-organizacyjnego kopalni węgla kamiennego. ZN Pol. Lubelskiej 1986 (w druku).
2. Musioł N.: Rozwój podstawowych elementów modelu kopalni węgla kamiennego. Prace Instytutu Organizacji i Zarządzania, seria A, nr 25, Pol. Lubelska, Lublin 1983

Recenzent: Doc. dr inż. Czesław POTOCKI

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1987 r.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННОГО УРОВНЯ НА ИТОГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

#### Резюме

Автор представляет проблематику влияния технико-организационного уровня шахты и её подсистем на итоговые параметры.

Технико-организационный уровень шахты определяется параметрами, рассматриваемыми в  $n$ -мерном пространстве. На основе представленного метода с помощью синтетического показателя качества, как функции переменных черт, определяется технико-организационный уровень шахты. Используя представленный метод, определены синтетические показатели, указывающие на технико-организационный уровень шахты и её подсистем, таких как: техническая, технологическая, горно-геологическая, пространственной структуры модели шахты.

Рассчитанные показатели комплексного качества послужили для определения математической модели связи между технико-организационным уровнем шахты и её итоговыми параметрами, а также дали возможность исследования зависимости избранного параметра /например, величины продукции/ технико-организационного уровня шахты и её подсистем. Представленные исследования могут использоваться как в сфере развития шахты, так и в сфере её функционирования. Математические модели зависимостей, указанных элементов модели шахты с итоговыми параметрами могут быть использованы для оценки состояния и контроля функционирования шахты, а также в планировании и прогнозировании развития шахты.

STUDIES ON THE INFLUENCE OF THE TECHNICAL-ORGANIZATIONAL LEVEL  
ON RESULTANT PARAMETERS OF A COAL MINE

Summary

The paper deals with the influence of the technical-organizational level of a coalmine and its subsystems on the resultant parameters. The technical-organizational level of a mine is determined by a set of qualities being considered in an  $n$ -dimensional space. Basing on the method presented herein one can determine the technical-organizational level of a coal mine by means of a synthetic quality coefficient being a function of alternate characteristics.

The synthetic coefficient estimating the technical-organizational level of a mine and its subsystems (technical, technological, natural and geological-mining conditions, specialtemporal structure of a mine model) have been determined by means of this method. The calculated coefficients of the complex quality were then used to determine mathematical models of relations between the technical-organizational level of the mine with its subsystems and the resultant parameters.

The presented studies may be used in both; the system development and the functioning.

The determined mathematical models of the relations between the mentioned elements of the mine's model and the resultant parameters may be used to evaluate the condition and to check the functioning of a mine, as well as to plan and predict the development of the mine.