

OPTYMALNA GĘSTOŚĆ SIATKI OTWORÓW ROZPOZNAWCZYCH NA ZŁOŻU MIEDZI IZDREMEC (BUŁGARIA)

UKD 590.822.72:519.2:[553.43+553.43,445].04(497.2 Izdremec)

Złoże miedzi Izdremec tworzy kilka ciał rudnych, mających formę nieregularnych pokładów. Występuje w nich bądź tylko mineralizacja miedziowa, bądź miedziowo-olowiowa. Złoże rozpoznawane jest otworami wiertniczymi w siatce 100 × 100 m; w pobliżu otworów negatywnych zagęszcza się ją do 100 × 50 m.

Przedmiotem badań, których wyniki przedstawione są niżej, było ciało rudne nr 3 z mineralizacją miedziową. Mineralizacja złoża jest bardzo nierównomierna; zaznacza się ona tak w stopniu zmienności miąższości i zawartości miedzi, jak i w rozmieszczeniu w obrębie złoża partii o różnej miąższości i okrucowaniu. W celu określenia optymalnej gęstości sieci otworów rozpoznawczych, przeprowadzono badania dwoma sposobami: metodą statystyczną i metodą wielowariantowego rozrzedzania.

METODA STATYSTYCZNA

Badania przeprowadzono na części złoża o powierzchni 200 × 150 m. W trakcie prac rozpoznawczych ten fragment złoża został zbadany za pomocą 9 otworów odwierconych w siatce 100 × 100 m, zagęszczonej w sąsiedztwie otworów płonnych do 50 m. W trakcie eksploatacji tej części złoża pobrano 873 próbki bruzdowe w odstępach 5 × 2,5 m. W tabeli I porównano wyniki prac rozpoznawczych z wynikami opróbowania eksploatacyjnego. Z zestawienia tego wynika, że dokładność oszacowania parametrów złoża w trakcie prac rozpoznawczych (w stosunku do danych eksploatacyjnych) wynosi od +33 do -35%, przy czym miąższość jest zaniżona, a zawartość miedzi oceniona zbyt wysoko. Dla określenia gęstości sieci rozpoznawczej metodą statystyczną posłużono się wzorem:

$$n = \frac{V^2 t^2}{\varepsilon^2}$$

gdzie:

- V — współczynnik zmienności parametru ‰,
- ε — wymagana dokładność oceny (błąd dopuszczalny oceny),
- t — współczynnik prawdopodobieństwa równy 1,
- n — niezbędna ilość wyrobisk rozpoznawczych.

Najbardziej zmiennym parametrem złoża jest zawartość miedzi, dlatego obliczenia powyższym wzorem przeprowadzono w odniesieniu do tego parametru. Współczynnik zmienności zawartości miedzi wyliczony na podstawie danych rozpoznania eksploatacyjnego wynosi 76,5%. Wyniki obliczeń metodą statystyczną przedstawiono w tab. II. Widać z niej, że dokładność oceniona tą metodą jest wyższa od rzeczywiście osiąganey. Na przykład przy rozpoznaniu siatką 100 × 100 m (miejskami zagęszczonej do 100 × 50 m) dokładność oszacowania zawartości miedzi określona drogą porównania z wynikami opróbowania eksploatacyjnego (tab. I) wynosi 33,9%, natomiast oceniona metodą statystyczną wynosi dla siatki 100 × 100 tylko 25,5%.

Na podstawie danych uzyskanych metodą statystyczną, przedstawionych w tab. II, dla udokumen-

towania zasobów złoża w kat. C₁ sieć rozpoznawczą należałoby zagęścić do 50 × 50 m. Dokładność oszacowania miąższości i zawartości miedzi wyniesie wówczas ok. 20%. Dla oszacowania zasobów w kat. B należałoby prowadzić rozpoznanie złoża za pomocą siatki otworów 25 × 25 m; dla kat. A — wykorzystywać tylko dane z wyrobisk górniczych.

METODA WIELOWARIANTOWEGO ROZRZEDZANIA SIETKI

Badania przeprowadzono w tym samym rejonie złoża, w którym stosowano wyżej omówione metody statystyczne. Przedmiotem badań była zarówno miąższość, jak i zawartość miedzi. Wybrany rejon jest dogodny do przeprowadzenia badań, posiada bowiem dość znaczne rozmiary (ryc. 1, 2) i w jego obrębie zostało przeprowadzone opróbowanie eksploatacyjne w dość regularnej siatce (najczęściej 2,5 × 5 m). W charakterze wzorca wykorzystano wyniki opróbowania eksploatacyjnego, przedstawione na mapie za pomocą izolinii.

Metodą rozrzedzania (2) przeanalizowano siatki rozpoznawcze 50 × 50 i 100 × 100 m. Stosując specjalną paletkę obrazującą rozmieszczenie otworów w danej siatce i przemieszczając początkowy punkt siatki według określonego schematu uzyskano po 5 różnych wariantów dla każdej z badanych siatek. Tak więc ogółem przeanalizowano po 10 wariantów siatki (oddzielnie dla miąższości i zawartości miedzi). Wielkość stosowanych kroków rozrzedzania dla uzyskania określonych wariantów siatek przedstawiono w tab. III.

Przy każdym nałożeniu paletki na wzorcową mapę ciała rudnego (sporządzoną na podstawie opróbowania eksploatacyjnego) określono w poszczególnych jej punktach zawartość miedzi i miąższość złoża. Dla każdego uzyskanego w ten sposób wariantu wyliczono średnią arytmetyczną zawartość miedzi i miąższość. Wyniki uzyskane za pomocą każdego z takich wariantów sieci porównywano ze wzorcem i określono błąd względny oszacowania wartości średniej zawartości miedzi lub miąższości za pomocą wzoru:

$$\varepsilon = \frac{\bar{X}_r - \bar{X}_w}{\bar{X}_w} \cdot 100$$

gdzie:

- ε — względny błąd oszacowania średniej wartości danego parametru (np. miąższości),
- \bar{X}_r — średnia wartość parametru dla danego wariantu siatki rozpoznawczej (rozrzedzonej),
- \bar{X}_w — jw. określona na podstawie opróbowania eksploatacyjnego (wzorzec).

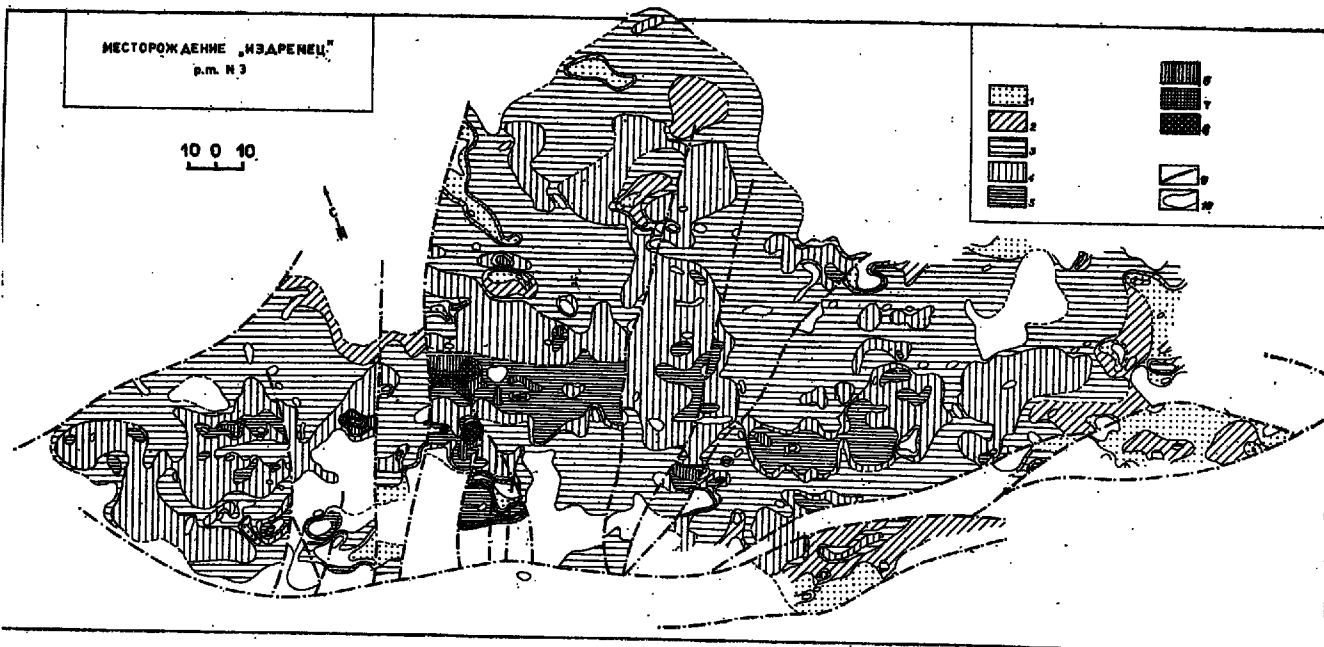
Dane uzyskane powyższą metodą rozrzedzania zestawiono w tab. IV. Wynika z nich, że przy określaniu zawartości miedzi średni błąd względny dla

Tabela II

Rozstęp siatki otworów	Dokładność oszacowana zawartości miedzi
25 × 25	9,6
50 × 50	17,1
75 × 50	19,1
75 × 75	22,1
100 × 50	22,1
100 × 100	25,5
200 × 200	38,3

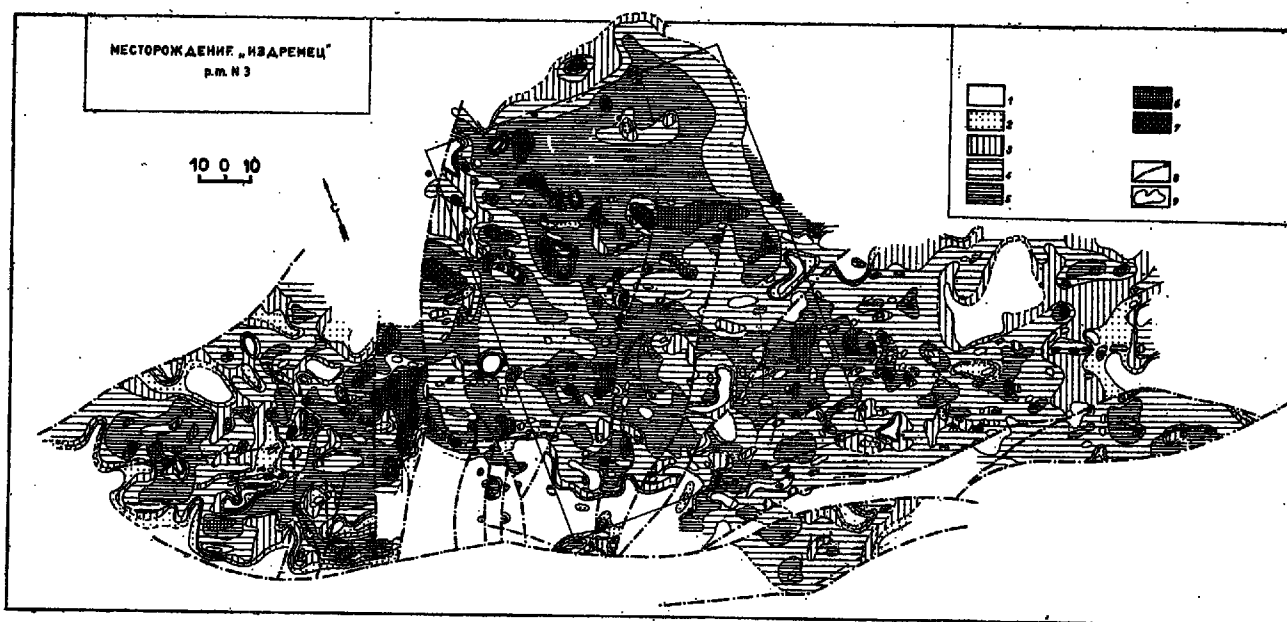
Tabela I

Parametr	Wg danych rozpoznawczych (jedn. umowne)	Wg danych opróbowania eksploatac. (jedn. umowne)	Odchyłka %
miąższość	1,36	2,12	-35,85
zawartość Cu	1,54	1,15	+33,91



Ryc. 1. Mapa izolinii miąższości ciała rudnego nr 3 w złożu Izdremec, sporządzona na podstawie danych opróbowania eksploatacyjnego (wzorzec).
 1 — 0,5 do 1,00 m, 2 — 1,01 do 1,50 m, 3 — 1,51 do 2,00 m,
 4 — 2,01 do 2,50 m, 5 — 2,51 do 3,00 m, 6 — 3,01 do 3,5 m,
 7 — 3,51 do 4,00 m, 8 — ponad 4,00 m, 9 — uskoki, 10 — izolinie.

Fig. 1. Map of isolines of thickness of deposit body no. 3 from Izdremec deposit, made on the basis of results of exploitation sampling (model).
 1 — 0.5 to 1.00 m, 2 — 1.01 to 1.50 m, 3 — 1.51 to 2.00 m,
 4 — 2.01 to 2.50 m, 5 — 2.51 to 3.00 m, 6 — 3.01 to 3.50 m,
 7 — 3.51 to 4.00 m, 8 — over 4.00 m, 9 — faults, 10 — isolines



Ryc. 2. Mapa izolinii zawartości miedzi w złożu Izdremec, ciało rudne nr 3, w jednostkach umownych, zestawiona na podstawie danych rozpoznania eksploatacyjnego.

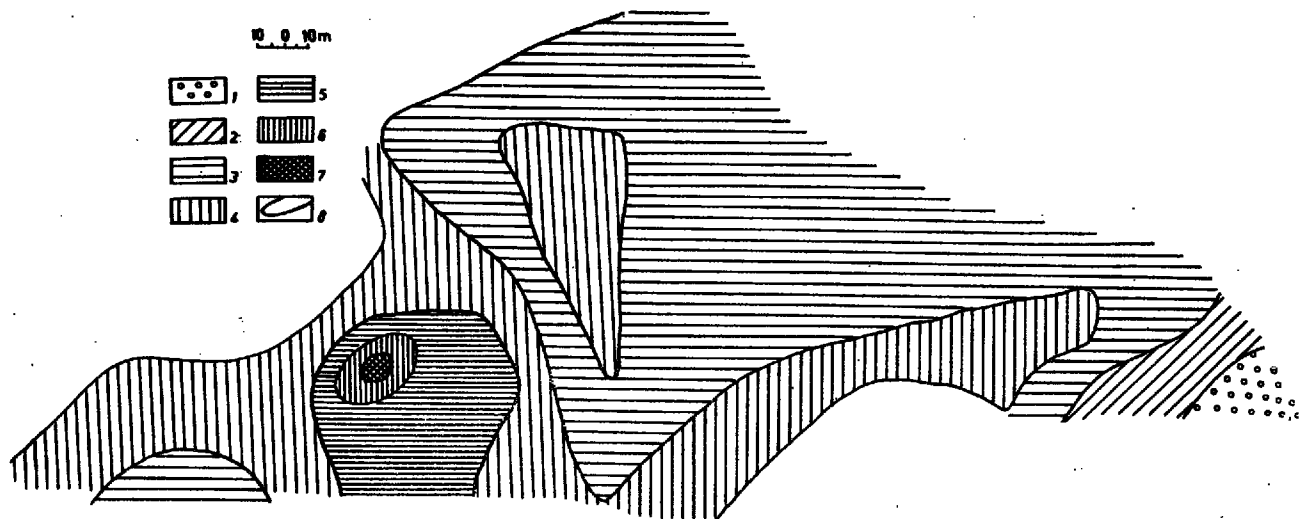
1 — poniżej 0,15 m, 2 — 0,15 do 0,30 m, 3 — 0,31 do 0,50 m,
 4 — 0,51 do 1,00 m, 5 — 1,01 do 2,00 m, 6 — 2,01 do 3,00 m,
 7 — ponad 3,01 m, 8 — uskoki, 9 — izolinie.

Fig. 2. Map of isolines of copper content (in conventional units) of deposit body no. 3 from Izdremec deposit, made on the basis of results of exploitation sampling.

1 — less than 0.15 m, 2 — 0.15 to 0.30 m, 3 — 0.31 to 0.50 m,
 4 — 0.51 to 1.00 m, 5 — 1.01 to 2.00 m, 6 — 2.01 to 3.00 m,
 7 — over 3.01 m, 8 — faults, 9 — isolines.

siatki 100 × 100 m jest wyższy niż dla siatki 50 × 50 m, zaś przy określaniu miąższości średni błąd względny jest jednakowy dla obu siatek. Można by przyjąć, że rozpoznanie siatką 100 × 100 m jest wystarczające, zwłaszcza dla poznania miąższości. Siatka taka jednak, jak zobaczymy niżej, nie pozwala na dostatecznie szczegółowe rozpoznanie wewnętrznej budowy ciał rudnych i ich morfologii.

Dla zaklasyfikowania zasobów złoża do odpowiedniej kategorii niezbędne jest wyjaśnienie warunków zalegania, formy i budowy ciał rudnych czyli ich morfologii. Do tych celów wykorzystano metodę zaproponowaną przez P. A. Wasilewa (3): po dwukrotnym wyrównaniu (wygładzeniu) danych uzyskanych z opróbowania eksploatacyjnego sporządzono mapy izolinii miąższości i zawartości miedzi (ryc. 1, 2). Mapy te traktowano jako wzorce. Za po-

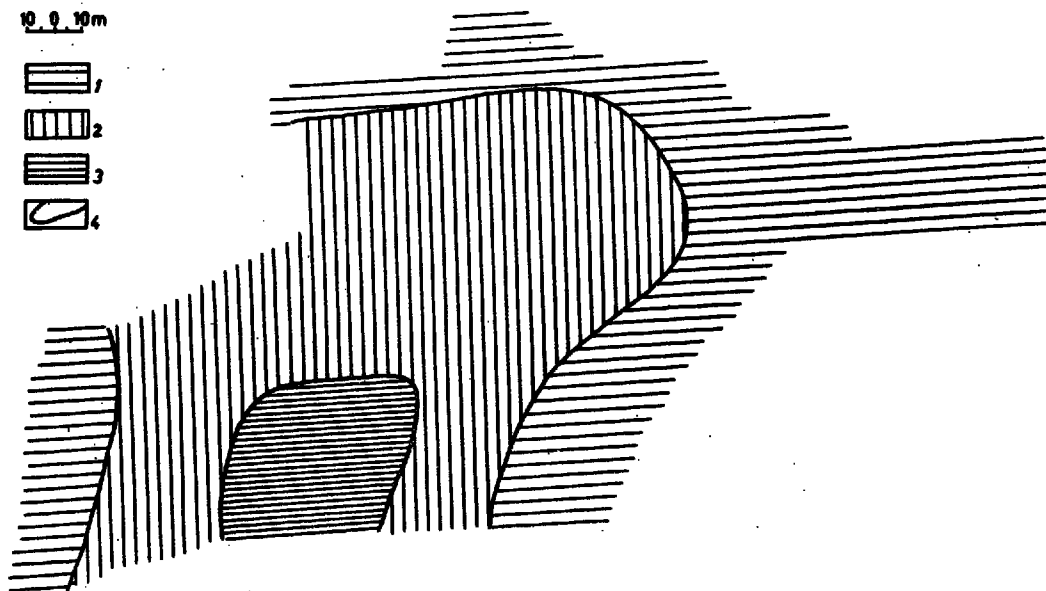


Ryc. 3. Mapa izolinii miąższości ciała rudnego nr 3 (złóże Izdremec), sporządzona na podstawie danych siatki rozpoznawczej.

1 — 0,50 do 1,00 m, 2 — 1,01 do 1,50 m, 3 — 1,51 do 2,00 m,
4 — 2,01 do 2,50 m, 5 — 2,51 do 3,00 m, 6 — 3,01 do 3,50 m,
7 — 3,51 do 4,00 m, 8 — izolinie.

Fig. 3. Map of isolines of thickness of deposit body no. 3 from Izdremec deposit, made on the basis of recognition network 50×50 m obtained by the method of artificial dilution.

1 — 0.50 to 1.00 m, 2 — 1.01 to 1.50 m, 3 — 1.51 to 2.00 m,
4 — 2.01 to 2.50 m, 5 — 2.51 to 3.00 m, 6 — 3.01 to 3.50 m,
7 — 3.51 to 4.00 m, 8 — isolines



Ryc. 4. Mapa izolinii miąższości jak na ryc. 3 sporządzona na podstawie danych siatki rozpoznawczej 100×100 m uzyskanej metodą sztucznego rozpoznania.

1 — 1,51 do 2,00 m, 2 — 2,01 do 2,50 m, 3 — 2,51 do 3,00 m,
4 — izolinie.

Fig. 4. Map of isolines of thickness (as in Fig. 3), made on the basis of recognition network 100×100 m obtained by the method of artificial dilution

1 — 1.51 to 2.00 m, 2 — 2.01 to 2.50 m, 3 — 2.51 to 3.00 m,
4 — isolines

mocą paletki uzyskano po 5 wariantów danych dla siatek 50×50 i 100×100 m. Na podstawie każdego z tych wariantów opracowano mapy izolinii miąższości, traktowane jako modele ciała rudnego. Na ryc. 3 i 4 przedstawione przykładowo takie mapy dla jednego z wariantów sieci 50×50 m i 100×100 m.

Sporządzone mapy były porównywane ze wzorem (ryc. 1). Z porównania tego wynika, że sieć 100×100 m daje obraz morfologii ciała rudnego odbiegający od rzeczywistego; np. nie rejestruje miąższości poniżej 1,5 m i wyższej niż 3 m. Również konfiguracja izolinii miąższości jest różna od ich przebiegu na mapie wzorcowej. Za pomocą siatki 50×50 m można zarejestrować miąższości wahające

się w granicach 0,5 — 4 m. Konfiguracja izolinii miąższości odbiega wprawdzie do stwierdzonej na podstawie opróbowania eksploatacyjnego, jednak jest do niej bardziej zbliżona, a więc i dokładniejsza i bardziej wiarygodna niż w przypadku siatki 100×100 m.

Z powyższego wynika, że stopień rozpoznania morfologii ciał rudnych za pomocą obu siatek jest różny, mimo że średni błąd oceny miąższości w obu przypadkach (tab. IV) jest jednakowy. Siatka 50×50 m wyjaśnia w sposób bardziej wiarygodny i dokładniejszy morfologię ciała rudnego. Można przyjąć, że o optymalności danej siatki decyduje stopień zgodności morfologii ciała rudnego i jego wewnętrznej budowy określonych na podstawie rozpoznania eksploatacyjnego z rozpoznaniem za pomocą

Tabela III

Siatka (m)	Krok rozrzedzania (m)	
	w kierunku pionowym	w kierunku poziomym
50×50	16,6	16,6
100×100	33,6	33,3

danej siatki. Z tego wynika, iż sieć 50×50 m pozwala na udokumentowanie złoża w kat. C₁. Sieć taka zapewnia rozpoznanie z dostateczną dokładnością miąższości złoża i zawartości miedzi oraz wewnętrznej budowy ciała rudnego.

W przypadku rozpoznania za pomocą wyrobisk górniczych metoda rozrzedzania (zarówno w modyfikacji S. N. Kulczichina, jak i P. A. Wasilewa) nie była stosowana ze względu na niewielkie rozmiary badanej części złoża, w związku z czym dane uzyskane przy rozrzedzaniu byłyby niewiarygodne. W obrębie złoża Izdremec nie udało się dotychczas znaleźć rejonu, który byłby dogodny do przeprowadzenia takich badań.

W wyniku przeprowadzonych badań nad określeniem optymalnej gęstości sieci rozpoznawczej na złożu Izdremec można wysnuć następujące wnioski:

1. Sieć otworów rozpoznawczych o rozmiarach 50×50 m może być stosowana dla dokumentowania zasobów w kat. C₁. Dla przeklasyfikowania zasobów do kat. B należy zagęścić sieć do 25×25 m.

2. Dla sieci rozpoznawczych wyrobisk górniczych można dać jedynie orientacyjne zalecenia. Z uwagi na złożoną budowę wewnętrzną ciał rudnych i zmien-

SUMMARY

Izdremec copper deposit is formed of a few deposit bodies of the shape of irregular layers; they display copper or copper-lead mineralization. The deposits were reconstructed by boreholes spaced in 100×100 m network or even denser, 100×50 m network, when the boreholes were negative. The paper presents results of studies on deposit body no. 3 displaying copper mineralization. The deposit mineralization appears to be highly variable. The variability is marked in thickness of the deposit, copper content, as well as in differences in thickness and mineralization of particular parts of the deposit.

The paper presents results of studies aimed at evaluation of optimal density of prospecting bor-holes. The studies were carried out by the statistic and multivariate dilution methods.

Tabela IV

Siatka (m)	Średni błąd względny oceny na podstawie wszystkich badanych wariantów siatki	
	średniej zawartości miedzi	średniej miąższości
50×50	-20,86	+5,66
100×100	-26,95	+5,66

ną morfologię wskazane byłyby siatki rozpoznawcze 100×50 m, 50×50 m i 50×25 m dla udokumentowania zasobów odpowiednio w kat. C₁, B i A.

LITERATURA

1. Czetywierikow Ł. I. Koliczestwiennaja ocienka izmiencziwosti sodierzanija poleznogo iskopajemogo, nabludajemoj po dannym oprobowanija. Izw. WUZ, Gieologija i razwiedka. 1968.
2. Kuliczichin S. N. — K woprosu o mietodie razriezenija i jego primienienije dla opriediele-nija optimalnoj plotnosti rozwiedocznoj sieti. Sb. Minieralnoje syrjo, wyp. 4, 1962.
3. Wasilew P. A. — Now mietod za opriedielanie na optimalnata gstota na pruczwatielnata mrieza. Spisanije na BGD, kn. 2, 1969.
4. Wasilew P. A., Katiew K., Kałajdzijew S. — Izmiencziwost na gieložkittie paramietri i intierwał na oprobowanie w nachodisz-cze Izdriemec. Jubilejen sbornik na WMGI, 1973.

РЕЗЮМЕ

Медное месторождение Издremец состоит из нескольких рудных тел, имеющих невыдержанную пластообразную форму. Они содержат медное или медно-свинцовое оруденение. Месторождение разведано буровыми скважинами в сетке 100×100 м. Вблизи безрудных скважин сетка сгущается до 100×50 м. В работе описаны результаты исследования рудного тела № 3 с медным оруденением. Данное рудное тело характеризуется значительными колебаниями мощности, содержания и распределения оруденения.

Задачей проведенных исследований было определение оптимальной густоты сетки разведочных скважин. Она решалась двумя способами: статистическими и многовариантного разрежения.