



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт з дисципліни

ГЕОМЕТРІЯ НАДР
(підрахунок запасів)

Запоріжжя 2025

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 1 від 24.10.2025 р.)

Укладачі:

1 Бруй Ганна Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри гірничої справи.

2 Назаренко Валентин Олексійович, доктор технічних наук,
професор, професор кафедри гірничої справи.

Рецензент:

Богомаз О.П. – кандидат техн. наук, доцент кафедри гірничої
справи ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА».

Г35 Геометрія надр (підрахунок запасів): методичні
рекомендації до виконання практичних робіт / уклад.: Г. В. Бруй.,
В. О. Назаренко. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 39 с.

Подано методичні рекомендації до виконання практичних робіт студентів другого (магістерського рівня) освіти спеціальності G16 Гірництво та нафтогазові технології (освітньо-професійна програма «Сучасні методи маркшейдерського забезпечення процесів видобування корисних копалин»).

Методичні вказівки призначені для допомоги студентам в набутті практичних навичок при підрахунку запасів твердих корисних копалин.

Рекомендації орієнтовано на розвиток обґрунтованого підходу до вибору способу підрахунку під час опанування студентами навчальної дисципліни.

УДК 622.11(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025



ЗМІСТ

Вступ	4
Основні рекомендації до оформлення практичних робіт	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА 1	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3	17
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4	21
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5	25
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6	29
Перелік рекомендованих джерел	37
Додаток А Приклад титульного листа	38



ВСТУП

В сучасних умовах гірничого виробництва, що характеризуються значним їх ускладненням, першорядне значення набуває проблема раціонального і комплексного використання запасів корисних копалин . У вирішенні цієї проблеми важливе місце займає оперативна і ефективна геометризація родовищ і засновані на ній прогнозування гірничо-геологічних умов, облік і рух запасів, контроль раціонального їх відпрацювання.

Правильна оцінка досліджуваного родовища може бути зроблена лише за умови урахування всіх його особливостей. Підрахунку запасів будь-яких родовищ повинно передувати і супроводжувати їх повноцінне геологічне вивчення.

Дисципліна " Геометрія надр " представлена в навчальних планах підготовки магістрів спеціальності G16 Гірництво та нафтогазові технології (освітньо-професійна програма «Сучасні методи маркшейдерського забезпечення процесів видобування корисних копалин») і складається з лекцій і практичних робіт.

Дані методичні вказівки призначені для допомоги студентам в набутті практичних навичок оконтурювання родовища, визначення середніх значень параметрів і різних способів підрахунку запасів з використанням гіпсометричних, якісних планів і планів ізопотужностей та оцінці на їх основі запасів корисної копалини.



ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Практичні роботи кожен студент виконує самостійно за індивідуальними вихідними даними. Виконання кожної практичної роботи супроводжується пояснювальною запискою, яка складається з текстової частини з розрахунками і описом порядку виконання роботи.


Пояснювальна записка оформляється на папері формату А4 (210 × 297 мм) на одному боці аркуша і виконується від руки або роздруковується на принтері.

Текстова частина повинна містити назву роботи, її мету, завдання, вихідні дані. Хід виконання роботи повинен супроводжуватися необхідними поясненнями. Розрахунки наводяться повністю, включаючи формулу в загальному вигляді та посилання на джерело, звідки взято дані для розрахунків. В кінці пояснювальної записки формулюються загальні висновки по роботі і конкретні рекомендації (при необхідності).

Підрахунок запасів корисних копалин ведеться в тис.т. Щоб уникнути зайвих витрат при підрахунку вихідні і проміжні дані доцільно округляти:

- середню потужність пласта (покладу) до 0,01 м ;
- кути падіння пластів до 1°;
- об'ємна вага до 0,01 т / м³ ;
- площі блоків і їх проекції до 0,1 тис. м² ;
- запаси блоків і ділянок до 0,1 тис. т;
- запаси в цілому по ділянках і шарах до 1 тис. т.

Креслення виконують на креслярському папері тушшю, або використовуючи пакети прикладних програм векторної графіки (AutoCAD, K-Mine тощо) на комп'ютері відповідно до „Умовних позначень до гірничо-графічної документації“ і супроводжують необхідними написами, включаючи назву і масштаб креслення.



ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

ПОБУДОВА СТРУКТУРНО-ЯКІСНОГО ПЛАНУ РУДНОГО ПОКЛАДУ ЗА ДАНИМИ РОЗВІДКИ

Навчальні цілі :

1. Вивчення особливостей побудови структурно-якісного плану.
2. Набуття навичок аналізу характеру розповсюдження структурних і якісних показників рудного тіла.

Довідковий матеріал для виконання практичної роботи № 1

При вирішенні задач, пов'язаних з характеристикою і використанням потужності покладу виникає потреба в додаткових розрахунках і побудовах. Для вирішення таких задач зручно користуватись спеціальним структурним графіком - **планом покладу в ізопотужностях**. Ці плани дають наочне уявлення про зміну потужності і дозволяють визначити її в будь якій точці без додаткових побудов.

При складанні плану ізопотужностей проводимо заміну тіла обмеженого з висячого і лежачого боків топографічними поверхнями, більш простим тілом, яке з висячого боку обмежується умовною топографічною поверхнею, а з лежачого боку – площиною.


Ізопотужності покладів будують безпосереднім або побічним способом.

Безпосередній спосіб заключається в побудові шляхом інтерполяції однакових потужностей на плані, аналогічно побудові ізогіпс.

План ізопотужностей дозволяє шляхом лінійної інтерполяції визначити вертикальну потужність покладу в будь-якій точці. Він характеризує в плані розміщення мас корисної копалини, дозволяє підраховувати її запаси в об'ємній мірі і визначити об'єм проектних або виконаних робіт, встановлювати нульовий контур, або контур промислової потужності покладу.

При геометризації родовищ важливе значення має вивчення якісних властивостей корисної копалини. Геометричні графіки, які характеризують якісні властивості, дають змогу встановити певну залежність між компонентами і таким чином встановити характер розміщення цих компонентів в корисній копалині. Це має важливе значення при проектуванні і розробці родовищ. Найбільш практичний інтерес являють собою графіки, що характеризують вміст корисних компонентів в руді.

Вміст корисних компонентів є найбільш мінливим показником покладу. Його характеристика ґрунтується на результатах випробування і графічно представляється кривими вмісту по окремим виробкам, кривими вмісту по розвідувальним лініям і графіками ізоліній, які характеризують розподілення вмісту тих чи інших компонентів по площі покладу або в об'ємі рудного тіла.



Ізолінією вмісту компонента називається лінія, яка з'єднує точки однакових числових значень вмісту цього компонента в одиниці об'єму або ваги руди.

Графіки, які характеризують вміст компонентів в руді використовують при оконтурюванні покладу по мінімальному промисловому вмісту компонентів, підрахунку запасів, плануванні видобутку руди з заданим вмістом компонентів, техніко-економічних розрахунках і т.ін.

Завдання

Поклад кондиційної за якістю залізної руди розвіданий сіткою бурових свердловин. Координати свердловини і дані випробувань представлені в таблицях 1 і 2. Кондиційним вважається поклад потужністю 1,0м.

Необхідно: за даними геологорозвідувальних робіт (табл. 1 і 2) побудувати план ізопотужностей і ізовмісту заліза в руді (структурно-якісний план). Обидва графіки складаються на одному аркуші паперу формату А-2. Масштаб плану 1:1000. Ізолінії вмісту заліза проводяться через 2,5%, ізолінії потужності – через 2,0м.

Примітки:

1. Координати свердловин вписуються з таблиці 1.3.
2. Величини показників (потужність покладу і вміст корисного компонента в руді) по кожній свердловині вписуються з таблиці 2 згідно з номером завдання.
3. Номер індивідуального завдання відповідає номеру, під яким студент значиться в списку групи.
4. При складанні графіку на план наносять по координатам устя свердловини біля яких вписуються номер свердловини – чорний колір, відмітка устя – червоний колір, відмітка покрівлі корисної копалини – синій колір, потужність – зелений колір, вміст заліза – коричневий колір.
5. Ізолінії потужностей зображають зеленим кольором, ізолінії вмісту заліза – коричневим.



Таблиця 1

Каталог координат гирл свердловин і глибини (h , м) до покрівлі
корисної копалини

№ свердловин	Координати гирла свердловини			Глибина h , м
	X, м	Y, м	Z, м	
1	1034	2049	23,9	-
2	1105	2041	24,4	-
3	1185	2040	27,1	-
4	1275	2048	27,3	-
5	1252	2081	29,0	52
6	1207	2073	41,7	49
7	1150	2065	51,6	46
8	1098	2067	31,6	30
9	1057	2075	30,1	29
10	1005	2075	30,1	-
11	1045	2123	37,7	28
12	1088	2120	33,7	35
13	1130	2117	43,1	39
14	1193	2119	60,5	45
15	1250	2122	54,3	48
16	1278	2124	46,5	-
17	1260	2186	42,7	55
18	1214	2187	50,6	51
19	1155	2185	55,1	39
20	1108	2181	49,1	37
21	1043	2178	52,4	29
22	1048	2252	69,7	31
23	1098	2253	61,4	39
24	1145	2248	49,2	44
25	1197	2251	63,5	46
26	1243	2252	70,1	54
27	1291	2233	67,1	-
28	1271	2322	23,9	50
29	1211	2318	24,4	51
30	1169	2315	64,5	46
31	1109	2321	45,4	37
32	1037	2318	59,2	30
33	1008	2364	65,5	-
34	1058	2365	69,7	33
35	1118	2372	73,6	41
36	1172	2377	73,7	46
37	1219	2379	72,4	49
38	1253	2385	71,0	54
39	1286	2390	70,5	-
40	1261	2444	69,1	57
41	1221	2445	67,1	50
42	1172	2443	59,2	46
43	1119	2440	57,1	47
44	1051	2453	56,1	-
45	1006	2415	55,4	-
46	1146	2475	54,3	-

47	1218	2480	53,2	-
48	1264	2475	58,4	-
49	1010	2253	49,2	-
50	1008	2155	47,4	-
51	1300	2325	25,1	-
52	1290	2445	70,2	-

Таблиця 2

Значення потужності покладу і вмісту заліза в руді

№ свердл	Номера завдань												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	3,2 31,3	3,2 39,3	3,2 39,0	3,3 28,1	3,2 39,9	3,2 33,3	3,2 31,2	3,4 39,0	3,2 29,1	3,2 29,1	3,1 40,2	3,3 29,8	3,1 33,3
6	5,4 29,0	5,3 40,2	5,2 37,0	5,4 29,2	5,4 39,8	5,4 31,2	5,3 39,3	5,1 27,4	5,4 30,1	5,2 30,2	5,3 29,0	5,2 33,4	5,4 35,1
7	5,2 35,0	5,2 39,2	5,2 35,2	5,2 30,1	5,2 39,7	5,2 30,1	5,2 39,0	5,2 31,0	5,2 30,5	5,5 31,2	5,2 30,5	5,3 27,5	5,2 33,4
8	0,6 37,1	0,6 38,5	0,6 29,0	0,6 31,2	0,6 39,6	0,6 29,2	0,6 28,1	0,6 33,0	0,6 29,1	0,6 29,2	0,6 37,8	0,6 28,7	0,6 29,4
9	0,9 39,0	0,9 27,4	0,9 31,0	0,9 33,3	0,9 39,5	0,9 28,1	0,9 39,9	0,9 32,5	0,9 30,1	0,9 30,2	0,9 31,5	0,9 37,0	0,9 40,1
11	4,2 31,2	4,2 29,3	4,2 30,1	4,2 32,4	4,2 38,4	4,2 35,4	4,2 33,3	4,2 28,1	4,2 33,4	4,2 33,3	4,2 34,5	4,2 30,1	4,2 29,9
12	10,5 34,9	11,2 39,5	11,4 33,1	13,3 37,8	13,2 39,5	8,3 28,7	15,4 31,2	11,2 39,9	11,3 29,2	11,2 29,1	13,2 29,4	11,2 39,3	12,5 34,5
13	13,5 39,2	18,3 33,4	7,2 39,2	12,4 39,6	18,2 40,1	9,1 33,1	16,2 29,0	12,3 39,5	12,5 34,9	8,3 33,9	4,3 35,4	2,1 35,3	2,4 36,1
14	18,4 33,1	14,2 28,7	6,4 34,9	15,3 28,9	21,2 35,4	10,1 37,8	17,1 40,2	13,5 33,1	17,8 28,7	9,4 30,2	5,4 30,1	3,4 30,2	4,2 31,2
15	2,8 30,1	2,8 29,1	2,8 31,2	2,8 35,4	2,8 35,4	2,8 30,1	2,8 31,0	2,8 28,7	2,8 33,4	2,8 33,4	2,8 33,4	2,8 29,8	2,8 29,1
17	1,9 29,1	1,9 30,1	1,9 30,5	1,9 29,1	1,9 30,1	1,9 33,4	1,9 29,2	1,9 34,9	1,9 30,2	1,9 29,8	1,9 29,1	1,9 30,1	1,9 31,2
18	20,1 28,7	15,7 33,1	15,3 33,4	18,4 30,2	15,4 30,3	12,2 31,5	18,9 39,8	14,1 29,9	16,7 30,2	10,5 33,1	6,5 33,2	14,3 28,7	15,1 29,1
19	23,0 33,4	16,8 39,2	14,5 28,7	11,2 31,1	9,2 30,3	13,1 32,2	19,4 31,2	15,0 35,4	15,4 31,5	11,6 28,7	9,8 28,7	15,4 33,4	17,3 32,3
20	19,2 30,5	11,3 34,9	10,7 29,1	18,3 35,3	8,4 30,4	14,5 33,4	20,1 35,0	16,7 40,2	14,8 29,3	13,7 30,5	18,7 31,4	16,5 31,5	14,2 36,4
21	1,8 29,3	1,8 31,2	1,8 29,3	1,8 36,4	1,8 30,5	1,8 34,5	1,8 35,0	1,8 40,2	1,8 29,3	1,8 30,5	1,8 31,4	1,8 30,5	1,8 36,4

22	2,7 37,4	2,7 39,0	2,7 40,2	2,7 35,7	2,7 31,5	2,7 35,5	2,7 39,7	2,7 33,9	2,7 31,2	2,7 35,5	2,7 38,4	2,7 35,5	2,7 30,5
23	15,7 38,5	12,5 37,0	18,5 38,5	15,7 37,8	7,5 32,6	18,1 36,7	14,3 35,2	17,1 38,5	19,7 37,6	13,8 38,5	9,2 37,0	7,8 39,2	9,7 33,0
24	14,8 39,2	17,2 35,0	19,8 27,5	16,8 39,2	14,2 33,9	19,2 37,8	13,2 30,1	18,5 37,0	14,3 35,6	14,5 35,4	10,4 35,6	8,9 35,2	6,6 40,2
25	18,1 39,3	14,5 39,1	20,1 35,7	17,2 40,1	11,8 35,6	20,1 38,9	12,1 39,7	19,1 38,5	18,9 34,7	15,3 30,2	11,5 37,0	9,8 39,1	12,4 37,1
26	4,5 40,2	4,4 31,2	4,4 34,2	4,5 29,9	4,7 37,5	4,5 38,7	4,5 39,0	4,5 37,8	4,2 32,6	4,7 39,0	4,4 34,7	4,5 35,6	4,8 38,5
28	5,4 35,4	5,4 36,7	5,4 29,5	5,4 33,4	5,4 31,5	5,4 35,4	5,4 36,7	5,4 29,8	5,4 29,9	5,4 29,5	5,4 31,5	5,4 36,7	5,4 35,4
29	16,2 34,2	11,2 35,4	18,3 30,1	14,5 37,8	10,7 35,4	13,3 36,7	12,5 35,4	10,7 37,8	13,3 29,4	19,5 35,4	19,9 34,2	11,2 28,4	11,3 30,1
30	17,8 28,7	14,7 30,2	14,2 31,2	11,4 39,1	18,5 33,4	11,2 29,5	17,2 37,9	18,5 35,4	12,4 32,3	20,1 33,4	18,7 34,3	12,3 36,7	9,4 32,8
31	8,3 29,5	18,9 29,4	15,7 32,3	8,5 34,2	16,4 35,4	18,3 33,4	14,5 30,3	16,4 37,8	20,2 34,2	18,4 35,4	17,6 36,5	13,4 32,2	8,9 26,4
32	2,2 31,5	2,1 35,4	2,2 33,4	2,1 35,4	2,2 29,7	2,3 30,1	2,2 26,8	2,1 39,1	2,3 38,9	2,1 35,4	2,2 29,7	2,3 35,7	2,1 29,5
34	1,8 28,4	1,8 39,2	1,8 34,5	1,8 37,8	1,8 29,5	1,8 28,4	1,8 31,5	1,8 31,6	1,8 33,4	1,8 31,8	1,8 30,1	1,8 31,5	1,8 39,7
35	11,2 35,4	18,3 37,8	11,3 35,6	16,4 32,2	18,4 29,4	15,7 34,2	7,2 35,0	18,4 35,4	9,7 30,3	16,5 39,1	15,4 34,2	18,9 30,3	11,3 33,9
36	14,3 37,8	19,2 35,4	12,5 36,7	15,3 33,4	15,4 32,4	16,8 35,4	16,4 34,2	15,3 39,2	18,6 37,8	14,3 38,9	14,3 35,4	19,2 35,5	12,5 37,1
37	15,4 39,2	15,4 28,4	17,2 37,8	14,5 35,6	12,4 34,2	11,3 30,1	15,3 32,5	12,4 28,4	6,8 34,8	11,2 35,4	13,2 33,4	20,1 29,4	14,3 31,2
38	4,8 35,4	4,8 31,5	4,8 38,9	4,8 37,8	4,8 35,4	4,8 36,9	4,8 29,9	4,8 37,8	4,8 28,4	4,8 29,7	4,8 37,2	4,8 31,5	4,8 35,7
40	3,0 29,4	3,0 29,5	3,0 39,1	3,0 36,5	3,0 28,7	3,0 34,5	3,0 31,2	3,0 35,6	3,0 35,4	3,0 35,4	3,0 31,2	3,0 37,8	3,0 36,4
41	6,1 30,2	6,0 28,7	6,0 34,3	6,3 35,6	6,0 30,7	6,4 36,7	6,3 29,5	6,0 34,2	6,2 34,3	6,0 37,8	6,1 32,3	6,2 32,2	6,4 33,9
42	7,2 35,4	7,2 34,2	7,2 32,5	7,2 29,9	7,2 31,2	7,2 29,5	7,2 35,4	7,2 30,4	7,2 30,1	7,2 32,5	7,2 28,4	7,2 35,4	7,2 35,6
43	4,2 36,7	4,2 35,4	4,2 37,8	4,2 30,3	4,2 39,1	4,2 38,5	4,2 34,2	4,2 32,5	4,2 29,9	4,2 36,7	4,2 29,5	4,2 37,8	4,2 36,7



Примітки:

1. Для кожної свердловини наведені значення потужності в м (чисельник) рудного покладу та вміст Fe в % (знаменник).
2. Свердловини не наведені в даній таблиці, являються безрудними.

Питання для самоконтролю

1. Надати визначення поняттю "ізопотужність"
2. Якими методами будується план ізопотужностей родовища?
3. Які завдання можна вирішити за планом ізопотужностей?
4. Що являє собою ізолінії шкідливого компоненту і якими методами вони будуються?
5. Які показники можна відобразити на структурно-якісному плані?
6. Які завдання можна вирішувати на основі аналізу структурно-якісного плану.



ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 ОКОНТУРЮВАННЯ ПОКЛАДУ

Навчальні цілі :

1. Вивчення особливостей оконтурювання родовища або його ділянок; методів побудови робочого (внутрішнього) і нульового (зовнішнього) контурів.
2. Набуття навичок у побудові робочого (внутрішнього) і нульового (зовнішнього) контурів.

Довідковий матеріал для виконання практичної роботи №2

Підрахунок запасів проводиться в межах контуру покладу або родовища. **Контуром** може бути природна межа покладу, або деякий умовний контур, в межах якого корисна копалина задовольняє певним кондиціям за потужністю, вмістом корисних і шкідливих компонентів, або межа рівня розвіданості родовища - контур тієї чи іншої категорії запасів. Встановлення перерахованих контурів на планах і розрізах за даними геологорозвідувальних і гірничих робіт називається оконтурюванням родовища.

Оконтурювання родовища або окремих його ділянок, за якими намічається провести підрахунок запасів корисної копалини, полягає у встановленні і обмеженні на планах і профілях площі тіл корисних копалин або їх ділянок. Підрахункові контури будуються з урахуванням всіх розвідувальних даних і виявлених геологічних закономірностей.

Розрізняють **робочий (внутрішній) і нульовий (зовнішній) контури**. Основним і найбільш відповідальним є **робочий (внутрішній) контур** покладу. В межах цього контуру корисна копалина відповідає промисловим кондиціям, і запаси відносяться до групи балансових. **Робочий (внутрішній) контур** являє собою лінію, що сполучає граничні (крайні) точки, де зустріли корисну копалину, яка задовольняє кондиційним вимогам. **Нульовий (зовнішній) контур** - це контур, що проходить через точки природної межі поширення корисних копалин або, в разі неможливості встановлення останньої, через точки, що знаходяться між рудними і сусідніми з ними безрудними виробками. **Нульовий (зовнішній) контур** - це межа повного виклинювання тіла корисної копалини.

У загальному випадку нульовий контур є зовнішнім по відношенню до робочого контуру; в окремих випадках вони можуть повністю зливатися. Залежно від геологічних особливостей і ступеня розвіданості родовища для побудови **нульового (зовнішнього) контуру** можуть бути використані наступні методи: метод інтерполяції (рис. 2.1), метод екстраполяції (рис. 2.2), побудова **нульового контуру** за кутом виклинювання (рис. 2.3).

При використанні методу інтерполяції нульовий контур проводиться посередині між рудною і безрудною свердловинами (рис. 2.1). Обов'язковою умовою застосування методу інтерполяції є близькість розташування рудних і безрудних свердловин.

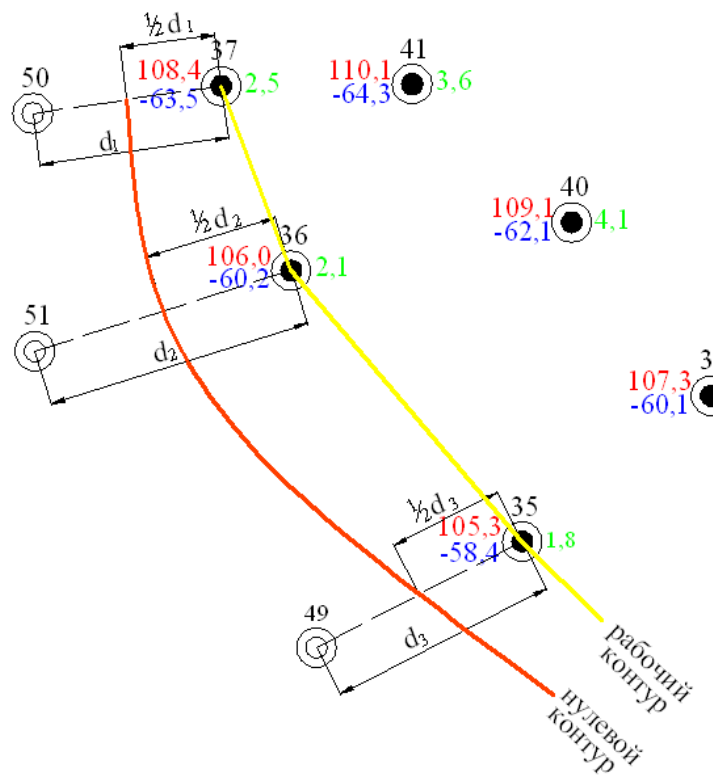


Рис. 2.1. Побудова нульового (зовнішнього) контуру методом інтерполяції:

d_1, d_2, d_3 - відстані між рудними і безрудними свердловинами

Побудова нульового контуру шляхом екстраполяції (рис. 2.2) можлива в разі, коли безрудних виробок немає або вони розташовані занадто далеко від рудних. При цьому зовнішній контур проводиться по точках, побудованих з урахуванням рудних свердловин, відкладаючи половину середньої відстані між рудними свердловинами в даному напрямку.

Побудова *нульового контуру* за кутом виклинювання (рис. 2.3) можлива при наявності закономірного виклинювання корисної копалини від центру покладу до країв.

Побудова нульового контуру виконується в наступній послідовності:

- з'єднуються прямою найближчі рудні свердловини в напрямку, перпендикулярному майбутньому нульовому контуру;
- від кожної свердловини під прямим кутом відкладаються в певному масштабі потужності покладу;
- отримані відрізки з'єднуються прямою до перетину з лінією що з'єднує свердловини; в точці перетину цих прямих потужність покладу дорівнює нулю;

- через отримані точки проводиться нульовий контур.

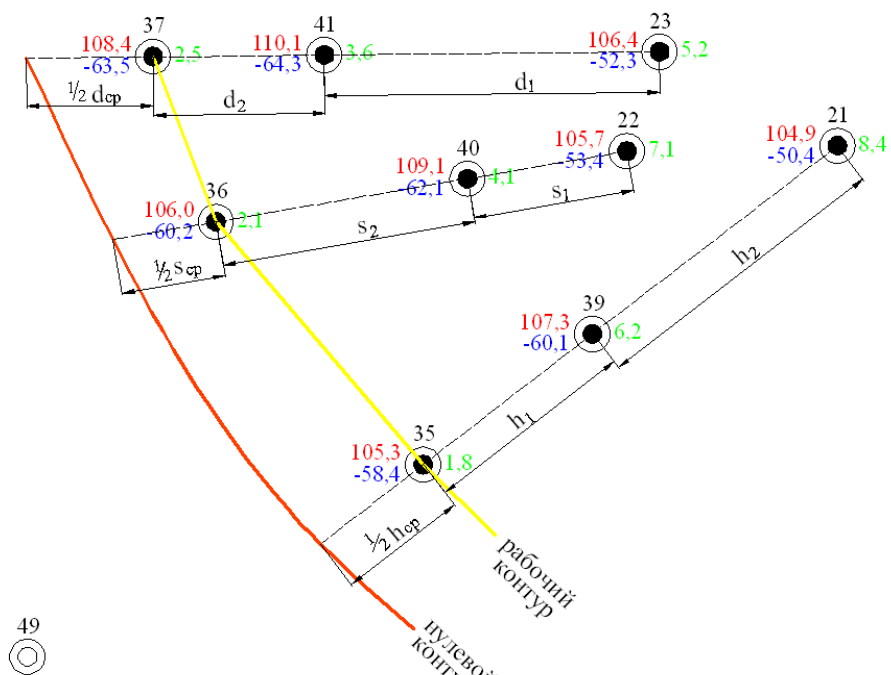


Рис. 2.2. Побудова нульового (зовнішнього) контуру методом екстраполяції

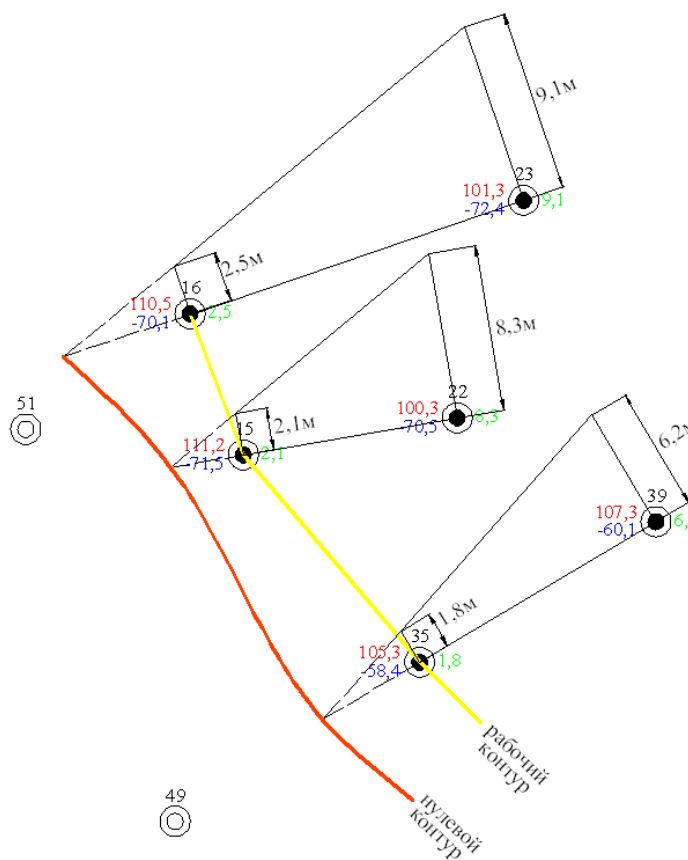



Рис. 2.3. Побудова нульового (зовнішнього) контуру по куту виклинювання



У практиці підрахунку запасів в межах зовнішнього контуру доводиться оконтурювати балансові або кондиційні запаси, що задовольняють певним вимогам по потужності покладу, вмісту шкідливих або корисних компонентів і т.д . Можливо побудувати контур балансових запасів зі встановленою кондиційною потужністю , або контур балансових запасів за змістом основного компоненту.

Контур балансових запасів зі встановленою кондиційною потужністю будується на плані методом інтерполяції між внутрішнім і зовнішнім контурами або по куту виклинювання. Оконтурювання за змістом компонентів проводиться за ізолініях змісту компоненту в покладі.

Завдання

На структурно-якісному плані побудувати:

- внутрішній контур (жовтий колір);
- нульовий контур (помаранчевий колір);
- контур мінімальної промислової потужності (зелений колір);
- контур балансових запасів за мінімальним вмістом заліза в руді.

Мінімальна промислова потужність рудного покладу складає 1,0 м.
Мінімальний промисловий вміст заліза в руді прийняти рівним 30%.

Вихідні дані і графічні матеріали

Для виконання даної практичної роботи необхідно використовувати структурно-якісний план рудного покладу (Практична робота 1) .

Порядок виконання роботи

1. Виконати побудову робочого (внутрішнього) контуру, з'єднавши прямими лініями зовнішні крайні рудні свердловини (ті, що зустріли корисну копалину).

2. Виконати побудову нульового (зовнішнього) контуру.


Проаналізувати структурно-якісний план рудного покладу. Визначитися з методами побудови нульового (зовнішнього) контуру в залежності від густоти розвідувальної мережі, відстані між рудними і безрудними свердловинами, напрямками виклинювання корисних копалин.

Побудову нульового контуру виконувати плавною лінією; нульовий контур при правильній побудові повинен повторювати конфігурацію робочого контуру.

3. Виконати побудову контуру мінімальної промислової потужності.

Побудову лінії контуру промислової потужності виконати методом інтерполяції між нульовим і внутрішнім контурами або по куту виклинювання.

4. Виконати побудову контуру балансових запасів за мінімальним вмістом заліза в руді.



Для виділення ділянок з некондиційним вмістом заліза (менше 30%) досить зафарбувати сірим кольором на структурно-якісному плані простір з вмістом заліза менше 30%.

Питання для самоконтролю

7. Надати визначення поняттю "робочий (внутрішній) контур"
8. Надати визначення поняттю "нульовий (зовнішній) контур"
9. Перерахувати методи побудови нульового (зовнішнього) контуру
10. В яких випадках застосовується і в чому полягає метод інтерполяції при побудові нульового контуру?
11. В яких випадках застосовується і в чому полягає метод екстраполяції при побудові нульового контуру?
12. В яких випадках і яким чином виконується побудова нульового контуру за кутом виклинювання?
13. Які методи застосовуються при побудові контуру мінімальної промислової потужності?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 ПІДРАХУНОК ЗАПАСІВ СПОСОБОМ ПАРАЛЕЛЬНИХ РОЗРІЗІВ

Навчальні цілі :

1. Вивчення особливостей підрахунку запасів корисних копалин способом паралельних розрізів (перерізів) .
2. Набуття навичок у визначенні запасів способом паралельних розрізів (перерізів).

Довідковий матеріал для виконання практичної роботи №3

Спосіб розрізів застосовується для підрахунку запасів родовищ металів і неметалів складної форми і розвіданих системами розвідувальних виробок, за якими можна побудувати вертикальні геологічні розрізи і погоризонтні плани. Суть методу полягає у визначенні об'єму блоку. На відміну від інших способів обсяг блоку визначається не по площі покладу і її потужності, а по площі перетинів покладу і відстані між ними.

Підрахунок запасів способом розрізів проводиться таким чином.

1. На плані (рис. 3.1) намічаються лінії, за якими виконується побудова розрізів (II', II-II', III-III'). Будується нульовий контур і, при необхідності, контур мінімальної промислової потужності.

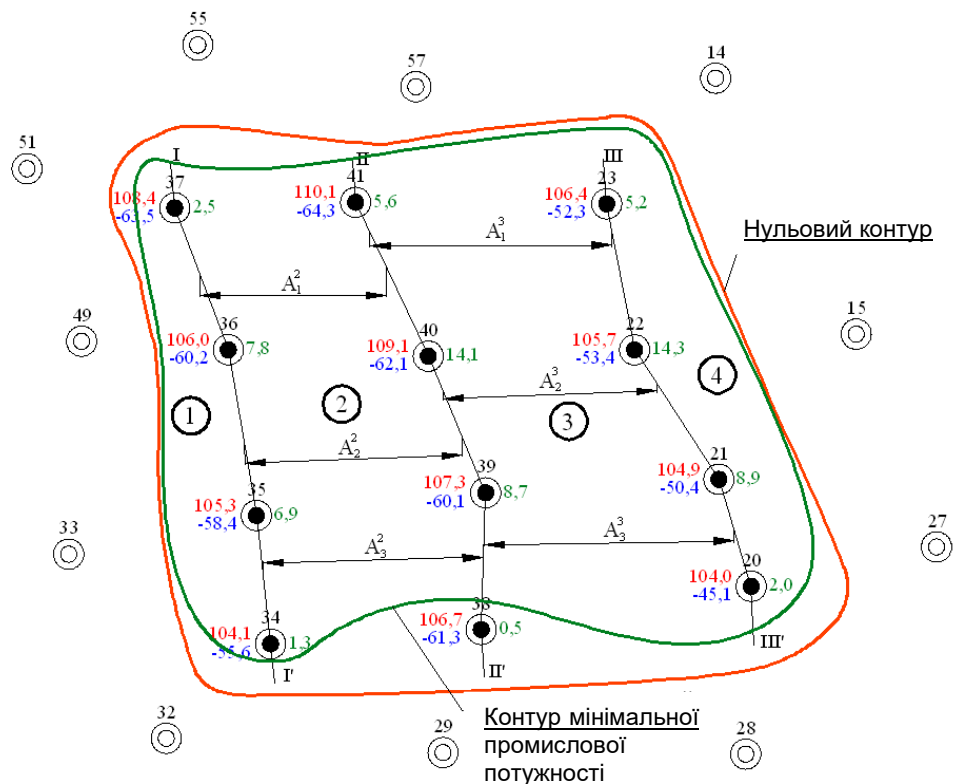


Рис. 3.1. План розташування розвідувальних свердловин: II', II-II', III-III' - лінії вертикальних перетинів; 1, 2, 3, 4 - номери блоків; A - відстані між перетинами

2. За наміченими лініями проводиться побудова вертикальних розрізів (рис. 3.2). При цьому по заданим відміткам будуються лінії і поверхні, покрівлі і ґрунту покладу.

3. Визначається по кожному перетину площа покладу.

4. Розраховується обсяг корисної копалини в блоках по площі перетинів покладу і відстані між блоками.

Обсяг блоку між двома перетинами визначається за формулою:

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} A_{cp} \quad (3.1)$$

де S_i, S_{i+1} - площі перерізів, що обмежують блок, m^2 ; A_{cp} - середня відстань між перетинами, m .

5. Визначаються запаси по кожному блоку.

Запаси по кожному блоку розраховуються за формулою:

$$Q_i = V_i \cdot \gamma \quad (3.2)$$

де V_i - обсяг блоку, m^3 ; γ - об'ємна вага корисних копалин в блоці, t / m^3 .

6. Загальні запаси по родовищу визначаються шляхом підсумовування запасів по окремих блоках.

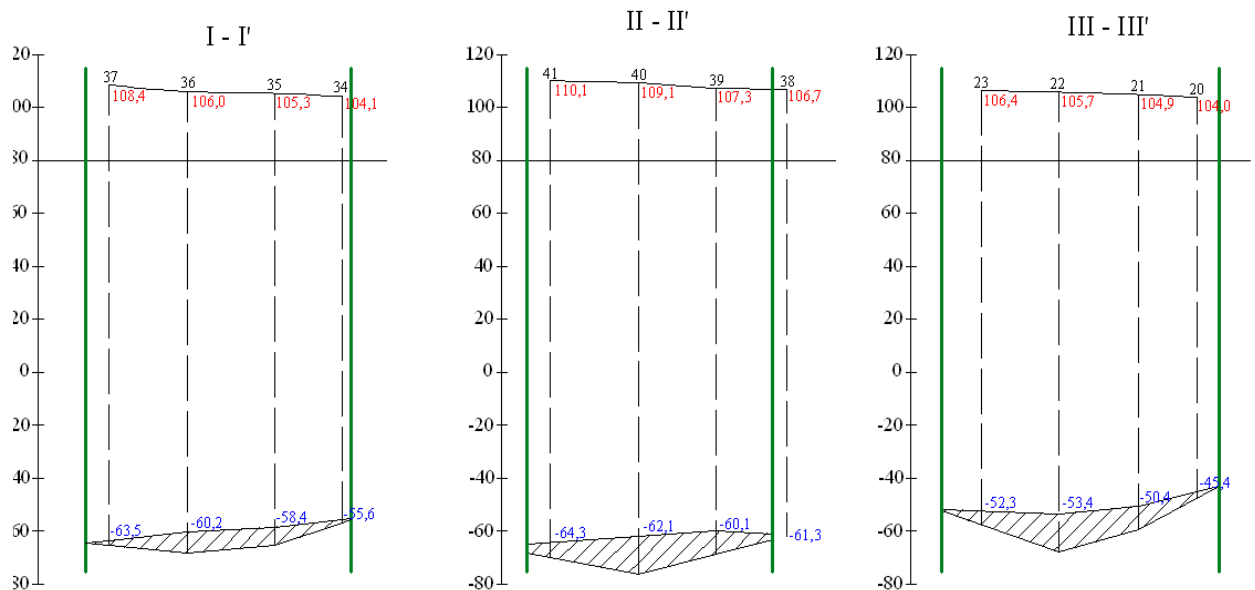



Рис. 3.2. Вертикальні розрізи по лініях II', II-II', III-III'

Методичні вказівки до виконання роботи

Завдання :

Визначити запаси корисних копалин способом паралельних розрізів .



Вихідні дані : структурно-якісний план рудного покладу (практична робота 1). Середня об'ємна вага руди на ділянці підрахунку запасів $\gamma_{cp} = 2,5 \text{ т/м}^3$. Мінімальна промислова потужність покладу дорівнює 1 м.

Порядок виконання роботи

1. На структурно-якісному плані визначити межі підрахунку, які збігаються з контуром мінімальної промислової потужності.

2. З огляду на розташування свердловин, намітити чорним кольором лінії розрізів. Підписати лінії розрізів і номери блоків, укладених між лініями розрізів або між контуром мінімальної промислової потужності і лінією розрізу.

3. Уздовж позначених ліній на міліметровці в масштабі 1: 1000 побудувати вертикальні розрізи. **Обов'язково** виділити на кожному розрізі межу підрахунку (нанести лінію мінімальної промислової потужності).

4. Вибрати спосіб визначення площі кожного перетину. Залежно від способу визначення площі результати розрахунку площі представити у вигляді таблиць.

Площі крайніх перетинів, що обмежують поклад, визначити за формулою

$$S = l_i \cdot m$$

де l_i - довжина лінії промислового контуру за межами ліній першого і останнього розрізу, м; m - потужність покладу по лінії промислового контуру, м.

У даній роботі довжину лінії промислового контуру за межами ліній першого і останнього розрізу слід вимірювати курвіметром; потужність покладу по лінії промислового контуру дорівнює 1,0 м.

Якщо побудови і обчислення площ виконуються в програмних продуктах AutoCAD, K-MINE, САМАРа тощо, то описати послідовність дій та навести як приклад скрін результатів обчислення площі будь -якого розрізу. Результати за всіма розрізами звести в таблицю.

5. За планом графічно **десять разів** визначити відстань між сусідніми перетинами і обчислити середню відстань. Результати представити у вигляді таблиці (таблиця 3.1)

Таблиця 3.1 - Визначення середньої відстані між перерізами

блок №		
№ п / п	Відстань між перерізами (A_i), м	Середня відстань між перерізами (A_{cp}), м
1		
2		
3		
4		
5		
...		
	ΣA_i	

6. Розрахувати обсяг корисної копалини в блоках по формулі (3.1).

7. Визначити запаси по кожному блоку за формулою (3.2). Результати підрахунку запасів представити у вигляді таблиці (таблиця 3.2).


8. Визначити загальні запаси по родовищу шляхом підсумовування запасів по окремих блоках.

Таблиця 3.2 - Підрахунок запасів способом вертикальних розрізів

№ блоку	Площі перерізів, що обмежують блок (S_i), м ²	Площа середнього перетину, м ²	Середня відстань між перетинами (A_{cp}), м	Обсяг блоку (V_i), м ³	Питом а вага (γ), т / м ³	Запас и руди по блоку (Q_i), тис.т
						$Q = \Sigma Q_i$

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть переваги методу вертикальних розрізів?
2. Яка обов'язкова умова застосування способу вертикальних розрізів?
3. Що таке лінія мінімальної промислової потужності?
4. У чому відмінність способу вертикальних розрізів від раніше розглянутих способів підрахунку запасів?



ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 ПІДРАХУНОК ЗАПАСІВ СПОСОБОМ НАЙБЛИЖЧИХ РАЙОНІВ (БАГАТОКУТНИКІВ, А.К. БОЛДИРЕВА)

Навчальні цілі :

- 1. Вивчення особливостей підрахунку запасів корисних копалин способом найближчих районів.*
- 2. Набуття навичок у визначенні запасів способом найближчих районів.*

Довідковий матеріал для виконання практичної роботи №4

Суть методу полягає в тому, що оконтурене тіло корисної копалини розбивається на ряд багатограних призм, запаси яких підраховуються окремо для кожної призми. Таким чином, площа що розвідується, розбивається на окремі ділянки по числу розвідувальних виробок так, щоб до кожної виробки відійшла найближча до неї частина покладу. До кожної розвідувальної виробки тяжіє певна ділянка (район) покладу, яка характеризується показниками цієї виробки. Приймається, що на всій найближчій площі, що тяжіє до даної виробки, потужність, об'ємна вага і вміст корисних копалин залишаються незмінними і рівними показниками, отриманими в цій виробці.

Найближчі райони будуються навколо кожної розвідувальної виробки за принципом від середини до країв наступним чином (рис. 4.1):

1. Кожна розвідувальна свердловина з'єднується пунктирними лініями з сусідніми виробками. В результаті вся площа ділиться на ряд трикутників.

2. З середини пунктирних ліній проводяться перпендикуляри. Точки перетину перпендикулярів утворюють вершини багатокутника, який є підставою підрахункових блоків. Кожна точка такого багатокутника знаходиться ближче до виробки, навколо якої він побудований, ніж до будь-якої сусідньої виробки. В результаті таких побудов можуть утворюватися шестикутники, п'ятикутники і чотирикутники. **Обов'язково** всі побудовані багатокутники повинні бути опуклими.

3. Побудова меж багатокутників виконується до контуру мінімальної промислової потужності.

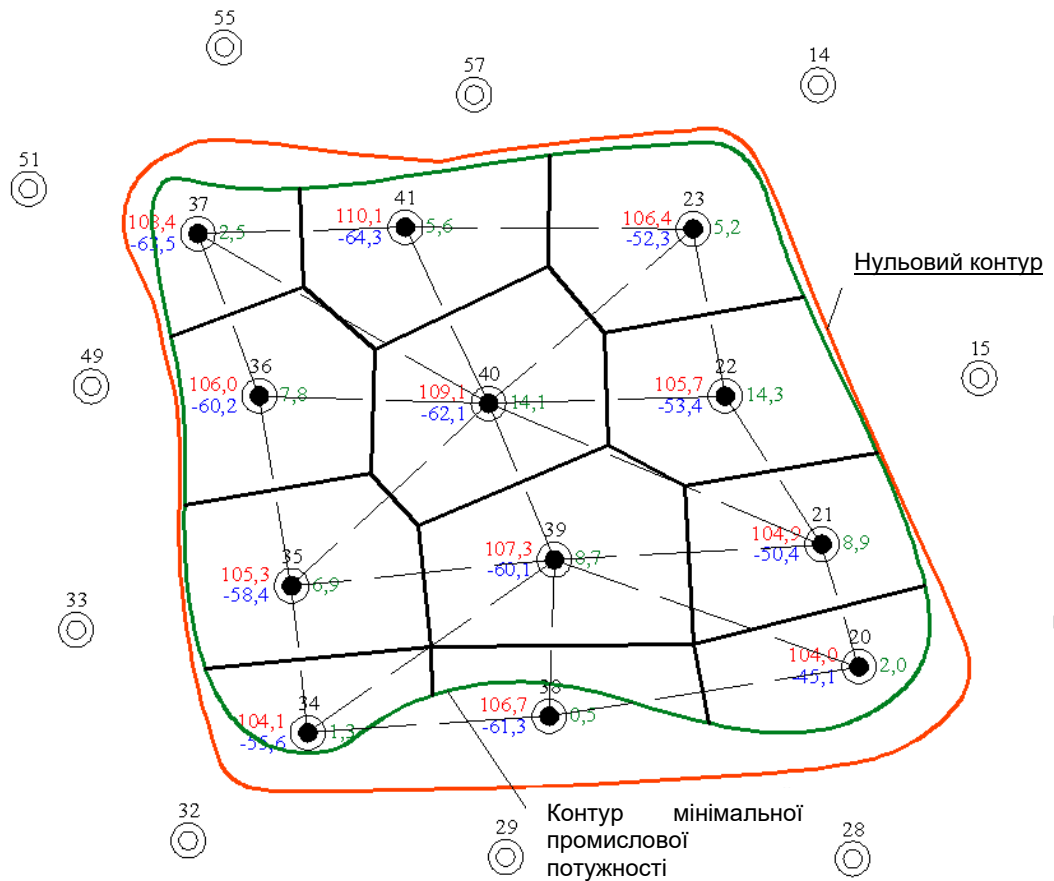


Рис. 4.1. Побудова найближчих районів

Запаси корисних копалин в окремому багатокутнику підраховуються за формулою:

$$Q_i = S_i \cdot m_{i\text{cp}} \cdot \gamma_{i\text{cp}} \quad (4.1)$$

де S_i - справжня площа виділеного багатокутника, м^2 ; m_i - потужність корисної копалини в багатокутнику, м ; γ_i - об'ємна вага корисних копалин в багатокутнику, $\text{т} / \text{м}^3$.

Загальні запаси по родовищу визначаються шляхом підсумовування запасів по окремих багатокутниках.

Методичні вказівки до виконання роботи

Завдання :

Визначити запаси корисних копалин способом найближчих районів.

Вихідні дані : структурно-якісний план рудного покладу (практична робота 1) . Середня об'ємна вага руди на ділянці підрахунку запасів $\gamma_{\text{cp}} = 2,5 \text{ т/м}^3$. Мінімальна промислова потужність покладу дорівнює 1 м .

Порядок виконання роботи

1. На структурно-якісному плані навколо кожної свердловини побудувати найближчі райони за принципом від середини до країв. Побудову меж багатокутників виконати до контуру мінімальної промислової потужності.

2. Вибрати спосіб визначення площі кожного багатокутника. Залежно від способу визначення площі результати розрахунку площі представити у вигляді таблиць.

Якщо побудови і обчислення площ виконуються в програмних продуктах AutoCAD, K-MINE, САМАРА тощо, то описати послідовність дій та навести як приклад скрін результатів обчислення площі будь –якого багатокутника. Результати за всіма багатокутниками звести в таблицю.

3. Провести підрахунок запасів руди в кожному блоці по формулі (4.1) і по всьому родовищу в цілому. Результати розрахунків представити у вигляді таблиці (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Підрахунок запасів способом багатокутників

№ блоку	Площа блоку (S_i), м ²	Потужність руди в блоці (m_i), м	Питома вага руди в блоці (γ_i), т / м ³	Запаси руди по блоку (Q_i), тис.т
1				
2				
3				
...				
n				
				$Q = \sum Q_i$

4. Виконати порівняння кількості запасів, отриманих в даній роботі і в Практичній роботі № 3 (таблиця 4.2) . При цьому кількість запасів, отриманих при використанні способу паралельних розрізів, прийняти за істинні. Якщо відхилення в результатах підрахунків способом паралельних розрізів і багатокутників не перевищують 3%, обчислити остаточне значення запасів по родовищу як середнє з двох способів.

Таблиця 4.2 - Порівняння результатів підрахунку запасів способом багатокутників і способом паралельних розрізів

Спосіб підрахунку	Запаси руди (Q), тис.т	Різниця	
		тис.т	%
Вертикальні розрізи			
Багатокутники			



Питання для самоконтролю

1. Вкажіть переваги підрахунку запасів способом найближчих районів?
2. Перерахуйте недоліки способу найближчих районів?
3. Що є вирішальним фактором при виборі способу найближчих районів для підрахунку запасів?
4. Яка обов'язкова умова побудови багатокутників при підрахунку запасів способом найближчих районів?



ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ПІДРАХУНОК ЗАПАСІВ СПОСОБОМ ГЕОЛОГІЧНИХ БЛОКІВ

Навчальні цілі :

- 1. Вивчення особливостей підрахунку запасів корисних копалин способом геологічних блоків .*
- 2. Набуття навичок у визначенні запасів способом геологічних блоків .*

Довідковий матеріал для виконання практичної роботи №5

Спосіб геологічних блоків є різновидом способу середнього арифметичного, при якому поклад корисної копалини розділяється на окремі блоки і підрахунок запасів в межах кожного з них проводиться способом середнього арифметичного. Загальна кількість запасів знаходиться підсумовуванням запасів по окремих блоках.

Основою методу є виділення і оконтурювання на гіпсометричному плані підрахункових блоків по близьким значенням геолого-промислових параметрів: потужності корисної копалини, вмісту корисного компоненту, умовам залягання корисних копалин, ступіні розвіданості родовища (запаси категорій А, В, С₁), ступіні мінливості наведених параметрів. Виділення підрахункових блоків дозволяє з максимальною обґрунтованістю для даного блоку визначити середнє значення підрахункових параметрів і по ним визначити запаси. Не слід прагнути до виділення невеликих блоків, тому що чим буде більше в межах блоку розвідувальних виробок, тим точніше будуть визначені запаси по блоку. Це означає, що підрахунок запасів способом геологічних блоків слід проводити тоді, коли в кожному виділеному блоці міститься значна кількість виробок.

При застосуванні даного способу підрахунку запасів справжня форма корисної копалини трансформується в ряд зімкнутих призм, площа підстави яких дорівнює площі виділеного блоку, а висота - середній потужності покладу в блоці.

Спосіб геологічних блоків найбільш поширений і універсальний. Його застосування можливе у всіх випадках, за винятком вкрай складної мінливості потужностей і гіпсометрії пластів, коли правильний розрахунок середньої потужності і середнього кута падіння утруднений. Цим способом підраховуються запаси не менше, ніж для 48 - 50% рудних родовищ, близько 50% родовищ неметалевої сировини і до 80 - 90% вугільних родовищ і родовищ горючих сланців.

Перевагами способу є його простота обчислень, а також можливість виділення групи і категорії запасів за тими чи іншими ознаками і умовами.

У практиці застосування цього способу підрахунку запасів виділення підрахункових блоків проводиться за ступенем розвіданості родовища з виділенням категорій запасів.

Категорія А - детально розвідані і повністю вивчені запаси; деталізована форма і будова корисних копалин, повністю з'ясовано якість. Контур запасів визначено свердловинами або гірничими виробками. Виділено і оконтурено безрудні і некондиційні ділянки. Запаси категорії А характеризують підготовленість родовища до експлуатації. Віднесення запасів до категорії А допускається при витриманій потужності пласта і його якості.

Категорія В - детально розвідані і вивчені запаси. Виявлено основні особливості умов залягання, форми і характеру будови корисної копалини. Неможливо точно оконтурювання безрудних і некондиційних ділянок всередині тіл корисної копалини. Контур запасів визначено за даними розвідувальних виробок для пластів, що характеризуються витриманими потужністю, будовою і якістю вугілля.

Категорія С₁ - відносяться запаси, визначені на підставі рідкісної мережі свердловин, загальні умови розробки вивчені попередньо. У разі складної будови родовища і нестійкості пластів, до цієї категорії відносяться і більш детально розвідані блоки.

Запаси корисних копалин в виділеному блоці підраховуються за формулою:

$$Q_i = S_i \cdot m_{i_{cp}} \cdot \gamma_{i_{cp}} \quad (5.1)$$

де S_i - справжня площа виділеного блоку, м²; $m_{i_{cp}}$ - середня потужність виділеного блоку, м; $\gamma_{i_{cp}}$ - середній об'ємна вага корисних копалин в блоці, т / м³.

Середня корисна потужність корисної копалини в виділеному блоці обчислюється за формулою:

$$m_{i_{cp}} = \frac{\sum_1^n m_i}{n} \quad (5.2)$$

де m_i - корисна потужність покладу по виробках у виділеному блоці, м; n - кількість виробок в блоці.

При підрахунку запасів використовується справжня площа блоку, тобто площа, визначена з урахуванням кута падіння пласта. Якщо кут падіння пласта перевищує 15°, справжня площа блоку обчислюється за формулою:

$$S_i = \frac{S_{i_{гор}}}{\cos \delta_{i_{cp}}} \quad (5.3)$$

де $S_{i_{гор}}$ - площа проекції виділеного блоку на горизонтальну площину, м²; $\delta_{i_{cp}}$ - середній кут падіння пласта для виділеного блоку, градус.



Методичні вказівки до виконання роботи

Завдання :

Визначити на заданій ділянці гіпсометричного плану запаси корисних копалин способом геологічних блоків.

Вихідні дані : гіпсометричний план пласта d_2 (надається викладачем згідно з варіантом). Середня об'ємна вага вугільного пласта на ділянці підрахунку запасів $\gamma_{cp} = 1,25 \text{ т / м}^3$.

Порядок виконання роботи

1. На гіпсометричному плані в межах ділянки, яка означена в згідно з варіантами, виділити підрахункові блоки по мірі розвіданості родовища. Межі блоків нанести червоним кольором.

2. Вибрати спосіб визначення площі кожного блоку. Залежно від способу визначення площі результати розрахунку площі представити у вигляді таблиць.

3. Визначити середній кут падіння пласта в межах блоку $\delta_{i\text{cp}}$. Якщо кут падіння пласта перевищує 15° обчислити дійсну площу блоку за формулою (5 .3).

4. Визначити середню корисну потужність корисної копалини в межах виділеного блоку за формулою (5 .2). Результати розрахунку середньої потужності по кожному блоку привести в вигляді таблиці 5 .1.

Таблиця 5 .1 - Визначення середньої корисної потужності корисної копалини в межах блоку

№ п / п	№ виробки	Справжня потужність пласта, м	
		Загальна потужність, м	Корисна потужність, м
	1		
	2		
	3		
	...		
	n		
			Σm_i

5. Підрахувати запаси корисних копалин по кожному виділеному блоку за формулою (5.1). Загальну кількість запасів по всій ділянці визначити як суму запасів по окремих блоках. Результати підрахунку представити у вигляді таблиці (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 - Підрахунок запасів способом геологічних блоків

№ блоків	Категорія запасів	Площа блоку (S_i), м ²	Середня потужність по блоку (m_{icp}), м	Питома вага (γ_{cp}), т / м ³	Запаси по блоку (Q_i), тис.т
1	A				
2	B				
3	...				
...	C ₁				
					$Q = \sum Q_i$

Питання для самоконтролю

1. У чому відмінність способу середнього арифметичного від способу геологічних блоків?
2. За якими ознаками відбувається поділ площі підрахунку запасів корисних копалин на блоки?
3. Вкажіть переваги підрахунку запасів способом геологічних блоків?
4. Значення якої потужності використовується при підрахунку запасів способом геологічних блоків?
5. При яких значеннях кутів падіння пласта обчислюється справжня площа блоку?



ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 РОЗРАХУНОК ПРОМИСЛОВИХ ЗАПАСІВ

Навчальні цілі :

1. Вивчення особливостей розрахунку промислових запасів для умов конкретного гірничого підприємства.
2. Набуття навичок у розрахунку промислових запасів.

Довідковий матеріал для виконання практичної роботи № 6

Промисловими запасами є частина балансових запасів, яка підлягає вилученню з надр. Підрахунок проводиться окремо по пластах (покладах), горизонтах, уступах, ділянках (блоках).

Вихідними матеріалами для розрахунку промислових запасів є:

- дані про наявність балансових запасів по пластах, горизонтах, уступах;
- проект розробки шахтного поля;
- проектні матеріали по постійним запобіжним і бар'єрним ціликах і по запасах корисних копалин в них;
- геологічна і маркшейдерська документація гірничих виробок підприємства;
- нормативи експлуатаційних втрат для застосовуваних і проєктованих систем розробки.

Розрахунок промислових запасів проводиться щорічно в спеціальній книзі.

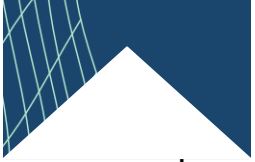
Для розрахунку промислових запасів необхідно з балансових запасів виключити проєктні загальношахтні і експлуатаційні втрати, а також запаси, недоцільні до відпрацювання:

$$Q_{\text{пром.}} = Q_{\text{бал.}} - \Pi_{\text{пр.}} - \Pi_{\text{э}} - Q_{\text{н.о.}}, \quad (6.1)$$

$Q_{\text{пром.}}$ - промислові запаси, тис.т; $Q_{\text{бал.}}$ - балансові запаси, тис. т; $\Pi_{\text{пр.}}$ - проєктні загальношахтні втрати, тис. т; $\Pi_{\text{э}}$ - проєктні експлуатаційні втрати, тис.т; $Q_{\text{н.о.}}$ - запаси недоцільні до відпрацювання, тис.т

До проєктних втрат відноситься частина балансових запасів, які за проєктом передбачалося до безповоротного залишання в надрах при відпрацюванні всіх запасів. Запаси корисних копалин відносяться до втрат в тому випадку, якщо всі підходи до цих запасів ліквідовані; до втрат відносяться також запаси, коли достовірно встановлено неможливість або недоцільність їх виїмки в майбутньому, хоча підходи до них ще не ліквідовані. Проєктні втрати складаються з проєктних загальношахтних втрат ($\Pi_{\text{пр.}}$) і експлуатаційних втрат ($\Pi_{\text{э}}$).

Розрахунок проєктних втрат проводиться на весь період часу до останнього відпрацювання запасів даного пласта, горизонту, шахти



розрізу. Кількість корисної копалини, залишеної в надрах, встановлюється по вимірах в натурі або за геолого-маркшейдерськими планами.

До проектних загальношахтних втрат відносяться: втрати різного роду в охоронних і бар'єрних ціликах, що залишаються в надрах, і вугільних пачках, пов'язані з системою розробки і технологією ведення гірничих робіт. Це втрати в охоронних ціликах близько капітальних гірничих виробок, під будівлями, спорудами, комунікаціями, в бар'єрних ціликах між шахтними полями.

Втрати в ціликах знаходяться з виразу:

$$P_{ц} = S_{ц} \cdot h \cdot \gamma, \quad (6.2)$$

$S_{ц}$ - площа цілика, м²; h - середня висота цілика (потужність корисної копалини), м; γ - об'ємна вага корисних копалин, т / м³.

До проектних експлуатаційних втрат відносяться втрати при видобутку корисних копалин. Проектні експлуатаційні втрати визначаються на основі розрахункових нормативів для кожної системи розробки. Орієнтовно для вугільних родовищ проектні експлуатаційні втрати для вугільних родовищ можуть бути підраховані за формулою:


$$P_{з} = (Q_{бал.} - P_{пр.}) \cdot k, \quad (6.3)$$

де $Q_{бал.}$ - балансові запаси, тис. т; $P_{пр.}$ - проектні загальношахтні втрати, тис. т; k - коефіцієнт експлуатаційних втрат.

Коефіцієнт експлуатаційних втрат k приймається при розробці тонких пластів ($m < 1,3$ м) $k = 0,05 - 0,10$; при розробці пластів середньої потужності ($m = 1,3$ м - 3,5 м) і потужних пластів ($m > 3,5$ м) $k = 0,10 - 0,15$.

Експлуатаційні втрати поділяються на втрати в масиві і втрати відбитої корисної копалини. До втрат в масиві відносяться запаси недопрацьованої частини ціликів у підготовчих виробках, в ціликах всередині виїмкової ділянки, в підшві і покрівлі пласта, в місцях виклинювання, між виїмковими шарами, в підроблених частинах покладу, у цілком затоплених і завалених ділянок, в ціликах у геологічних порушень. До втрат відбитої корисної копалини відносяться втрати в підготовчих забоях при спільній виїмці; запаси, залишені у виробленому просторі, в покрівлі або в підшві пласта; в завалах і обваленнях. Проектні експлуатаційні втрати, що залежать від застосовуваних систем розробки, складаються з втрат по потужності і втрат по площі. Втрати по площі - це запаси, залишені в ціликах у підготовчих виробок і в очисному просторі. Втрати по потужності - це запаси в пачках корисних копалин, залишених в підшві або покрівлі пластів.

Проектні загальношахтні втрати і експлуатаційні втрати виражаються в вагових одиницях і у відсотках від балансових



запасів. Фактичні втрати зіставляються з нормативами. Перевищення фактичних втрат над нормативними становить наднормативні втрати.

Нормативи втрат корисних копалин розробляються гірничими підприємствами і затверджуються після узгодження з органами Держнаглядохоронпраці.

Запаси недоцільні до відпрацювання - це запаси на невеликих ділянках, розташованих між тектонічними порушеннями, запаси в сильно порушених або обводнених ділянках, розробка яких на таких ділянках недоцільна.

За техніко-економічних причин ці запаси виключаються при розрахунку промислових запасів і підлягають списанню з балансу підприємства без віднесення їх в втрати, коли вони виявлені в процесі експлуатації родовища.

Запаси недоцільні до відпрацювання знаходяться з виразу:

$$Q_{н.о.} = S_{уч.} \cdot m \cdot \gamma \quad (6.4)$$

$S_{уч.}$ - площа ділянки, м²; m - потужність корисної копалини, м; γ - об'ємна вага корисних копалин, т / м³.


Однією з умов нормальної діяльності гірничого підприємства є забезпеченість промисловими запасами. Для цього встановлені діючі нормативи, які є критерієм правильного планування гірничих робіт. Число блоків, які перебувають одночасно в підготовці, нарізці і очисній виїмці повинно бути пропорційно часу, що витрачається на підготовку, нарізку і відпрацювання блоку. Сенс наведеного вимоги зводиться до того, що за час очисної виїмки групи блоків має бути підготовлено таку ж кількість блоків, які забезпечать збереження видобутку на заданому рівні.

Незалежно від типу родовища, способу його підготовки і розробки по мірі освоєння (підготовленості до виїмки) промислові запаси поділяють на розкриті, підготовлені і готові до виїмки.

Розкритими запасами при підземному способі розробки є частина промислових запасів, яка розкрита капітальними виробками (шахтними стволами, штольнями, капітальними квершлагами, капітальними ухилами, капітальними гезенками і т.п.) і для розробки якої не потрібне проведення додаткових капітальних виробок.

При різних розкривних виробках і кутах падіння пластів розкриваються різні запаси.

При горизонтальному заляганні пласта шахтним стволом розкриваються запаси в контурі, який визначається технічними межами шахти і відомими великими тектонічними порушеннями (до великих тектонічних порушень в даному випадку відносяться такі, які служать технічними межами шахти або є межами великих тектонічних блоків, для розкриття яких потрібне проведення капітальних гірничих виробок).



При пологому (до 25 °), похилому (25 - 45 °) і крутому (45 - 90 °) падінні пласта вертикальним стволом, похилим стволом, штольнею, капітальним гезенком, капітальним квершлагом розкриваються запаси в наступних межах:

- по простяганню - технічні межі або відомі тектонічні порушення;
- по падінню - горизонт приствольного двору, горизонт штольні або капітального квершлагу;

- по повстанню - межа кондиційного вугілля, вищерозміщений відпрацьований горизонт або технічна межа, відомі тектонічні порушення.

Капітальним ухилом розкриваються запаси, обмежені по повстанню горизонтом основного штреку, з якого пройдений ухил, по падінню - горизонтом нижнього поверхового штреку, засіченого з ухилу.

Дільничні квершлагі і гезенки розкривають запаси в межах, прийнятих проектом технічних меж виїмкової дільниці.

Розкритими запасами при відкритому способі розробки є частина промислових запасів, для розробки якої зроблені всі необхідні роботи по розкриттю родовища або його ділянок (пройдені капітальні траншеї або з'їзди, проведені роботи по осушенню і т.і.) і не потрібне проведення додаткових капітальних гірничих виробок.

Підготовленими при підземному способі підготовки є запаси з числа розкритих, для розробки яких пройдено всі підготовчі виробки.

Визначення контурів підготовлених запасів при різній підготовці (поверхової, панельної) регламентуються галузевими інструкціями з обліку балансових запасів.

Підготовленими при відкритому способі розробки є запаси з числа розкритих, звільнених від покриваючих порід і для розробки яких виконані гірничо-підготовчі роботи, передбачені технічним проектом.

Готовими до виїмки запасами при підземному способі розробки є частина підготовлених запасів в контурі виїмкових дільниць, де пройдено всі підготовчі та нарізні виробки, необхідні для виробництва очисних робіт в повній відповідності з вимогами правил технічної експлуатації.

Для різних систем розробки контури площ запасів, готових до виїмки, будуть різними.

Готовими до виїмки запасами при відкритому способі розробки є частина підготовлених запасів в контурі виїмкових дільниць, де повністю проведена зачистка пласта, дотримані розміри запобіжних берм, встановлених проектом розробки і паспортом гірничих робіт, і які можна відпрацьовувати в повній відповідності з вимогами правил технічної експлуатації.

Звіт про стан і рух запасів у надрах складається один раз на рік за станом на 1 січня наступного за звітним року.

Річний звіт про стан запасів вугілля складається за формою 25 тп (річна) для підземних робіт і за формою 26 тп (річна) для відкритих робіт.

У навчальних цілях розрахунок промислових запасів необхідно представити у вигляді таблиці 6.1.



Порядок заповнення таблиці 6.1 :

- 1) Графи 1, 2, 3 заповнюються , виходячи з конкретних даних шахти (розрізу).
- 2) В графу 4 заносяться балансові запаси , підраховані попередньо.
- 3) У графах 5 - 8 відображаються проєктні загальношахтні втрати , які підраховуються (втрати у ціликах під об'єктами на поверхні , в бар'єрних ціликах, в цілинах у гірничих виробок) .
- 4) У графах 9 - 11 наводяться запаси, недоцільні до виїмки по техніко-економічних причин.
- 5) Графа 12 відображає залишок балансових запасів на даній ділянці після виключення з них проєктних загальношахтних втрат (графа 8) і запасів, недоцільних до відпрацювання з техніко-економічних причин (графа 11) .
- 6) У графах 13 - 16 наводяться проєктні експлуатаційні втрати за даними шахти, які визначаються на основі розрахункових нормативів.
- 7) У графі 17 вказується сума проєктних втрат та запасів , недоцільних до відпрацювання (сума в графах 8, 11 і 16) .
- 8) У графі 18 вказується кількість промислових запасів на даній ділянці, які розраховуються як різниця між балансовими запасами (графа 4) та сумою втрат і запасів, недоцільних до відпрацювання (графа 17).
- 8) У графах 19 - 21 вказується кількість розкритих, підготовлених і готових до виїмки запасів.

Методичні вказівки до виконання роботи

Завдання :

Виконати розрахунок промислових запасів корисних копалин, використовуючи план гірничих виробок.

Вихідні дані :

План гірничих виробок підприємства, за варіантами. Береться з Практичної роботи №5.

Таблиця 6.1 - Розрахунок промислових запасів

Промислові запаси тис. т	Готові до виїмки	21	
	Підготовлені	20	
	Розкриті	19	
	Всього тис. т	18	
Сума втрат і запасів, недоцільних до відпрацювання, тис. т		17	
Проектні експлуатаційні втрати	Всього, тис. т	16	
	Разом в%	15	
	За потужністю, %	14	
	По площі, %	13	
Залишок балансових запасів, тис. т		12	
Запаси недоцільні до обробки	Всього тис. т	11	
	У ціликах і у великих порушень	10	
	На сильно порушених ділянках	9	
Проектні загальношахтні втрати	Всього тис. т	8	
	В бар'єрних ціликах	7	
	У ціликах під гірничими виробками	6	
	У ціликах під об'єктами на поверхні	5	
Балансові запаси тис. т		4	
Пласт		3	
Марка вугілля		2	
Горизонт		1	

Порядок виконання роботи

1. В межах ділянки, оконтуреної в Практичній роботі № 5, виконати розрахунок промислових запасів.

2. Проаналізувати ділянку підрахунку запасів і визначити наявність охоронних ціликів у виробок, бар'єрних ціликів і ціликів під об'єктами поверхні. **Обов'язково** пронумерувати цілики, втрати в яких підлягають визначенню. Використовуючи формулу (6.2), розрахувати втрати корисної копалини в ціликах.

Спосіб визначення площі ціликів вибрати самостійно (розбивка на правильні геометричні фігури, планіметром, точковою або квадратною палеткою і ін.). Залежно від обраного способу визначення площ результати визначення площ звести в таблиці.

Результати розрахунку втрат в ціликах привести в вигляді таблиці (таблиця 6. 2).

Таблиця 6. 2 - Втрати корисної копалини в ціликах

№ п / п	Площа цілика ($S_{ц}$), м ²	Середня висота цілика (h), м	Питома вага (γ), т / м ³	Проектні загальношахтні втрати ($P_{пр.}$), тис.т
				$\Sigma P_{ін.}$

3. За формулою (6.3) обчислити проектні експлуатаційні втрати. При виконанні практичної роботи на планах гірничих виробок відсутня інформація про експлуатаційні втрати по потужності, тобто про залишені пачки корисної копалини в покрівлі або підшві пласта. У зв'язку з цим розраховані за формулою (6.3) проектні експлуатаційні втрати розподіляються наступним чином: по площі - при наявності їх на ділянці підрахунку, інші втрати віднести до втрат по потужності.


4. Проаналізувати ділянку підрахунку запасів і визначити наявність крупних тектонічних порушень, сильно порушених і обводнених ділянок, розробка яких недоцільна. **Обов'язково** пронумерувати виявлені ділянки, запаси в яких підлягають визначенню. Використовуючи формулу (6.4), в межах виділених ділянок розрахувати запаси корисних копалин, недоцільні до відпрацювання.

Спосіб визначення площі ділянок вибрати самостійно. Залежно від обраного способу визначення площ результати представити у вигляді таблиць.

Результати розрахунку запасів корисних копалин, недоцільних до відпрацювання, привести у вигляді таблиці (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3 - Запаси корисної копалини, недоцільні до відпрацювання

№ п/п	Площа цілика ($S_{уч}$), м ²	Потужність (m), м	Питома вага (γ), т/м ³	Запаси, недоцільні до відпрацювання ($Q_{н.о.}$), тис.т
				$\Sigma Q_{н.о.}$



5. Визначити кількість промислових запасів на виділеній ділянці підрахунку, використовуючи формулу (6.1). Розрахунок промислових запасів представити у вигляді таблиці 6.1.

Питання для самоконтролю

1. У чому відмінність між промисловими і балансовими запасами?
2. З якою метою гірниче підприємство виконує розрахунок промислових запасів?
3. Яка потужність приймається при підрахунку промислових запасів?
4. У чому відмінність між загальношахтними і експлуатаційними втратами?
5. Які критерії класифікації промислових запасів?



ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. НПАОН 74.2-1.07-21 Правила виконання маркшейдерських робіт під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин. [На заміну [НПАОН 74.2-5.01-85](#), [НПАОН 74.2-5.03-85](#), [НПАОН 74.2-5.06-85](#); чинні від 2021-07-27]. Вид. офіц. Київ : Міністерство економіки України, 2021. 260 с.
2. Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах : інструкція // М. Є. Капланець (голова) та ін. Вид. офіц. Донецьк : ТОВ «АЛАН», 2001. 264 с.
3. Бруй Г. В., Назаренко В. О. Геометризація та підрахунок запасів родовищ корисних копалин : навчальний посібник. Одеса : Олді+, 2025. 136 с. URL: <https://dspace.mipolytech.education/handle/mip/2142>
4. Халимендик Ю. М., Редчиць В. С. Основи геометрії надр. Житомир : ЖДТУ, 2006. 303 с.
5. НПАОН 74.2-1.07-21. Правила виконання маркшейдерських замірів та підрахунків обсягів видобутку вугілля за їх результатами. [На заміну НПАОН 74.2-5.01-85, НПАОН 74.2-5.03-85, НПАОН 74.2-5.06-85; чинний від 2021-07- 27]. Вид. офіц. Київ, 2021. 44 с.



ДОДАТОК А.

ПРИКЛАД ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра гірничої справи**

Практична робота №_

з навчальної дисципліни

«ГЕОМЕТРІЯ НАДР (підрахунок запасів)»

Варіант №_

Здобувача групи ГСм-ХХ-ХХ
Прізвище Ім'я По батькові

Керівник:
к.т.н., доцент
Г.В. Бруй

Запоріжжя, 20XX



Навчально-методичне видання

**Бруй Ганна Валеріївна
Назаренко Валентин Олексійович**

**ГЕОМЕТРІЯ НАДР
(підрахунок запасів)**

методичні вказівки до виконання практичних робіт

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції