

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГЕОМЕТРИЯ НЕДР**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

Ташкент 2022

УДК 622:502.7

Методическое пособие к выполнению курсового проекта по курсу «Геометрия недр». / Саййидкосимов С.С., Хакбердиев М.Р. - Ташкент: ТашГТУ, 2022. - 32 с.

В данном пособии приведены теоретические положения, анализ первичных данных, применяемые проекции показателей при геометризации залежи касательно конкретного месторождения полезных ископаемых и методические указания по их реализации.

Методическое пособие подготовлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Геометрия недр», предусмотренная учебным планом подготовки бакалавров направления 5312300 – «Маркшейдерское дело».

Для удобства использования методического пособия приведены теоретические материалы по теме курсового проекта, условия выполняемого задания, исходные данные и их статистический анализ, порядок выполнения и образцы геометризации показателей залежи МПИ. Такой порядок подачи материала будет способствовать применению освоенных теоретических знаний студентами.

*Печатается по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета. Протокол № 5 от 26 января 2022 года.*

Рецензенты: д.т.н. (DSc), проф. Наимова Р.Ш. (ТашГТУ);  
к.т.н.Рахимов Д.В. (ООО «УЗГЕОРАНГМЕТЛИТИ»)

© Ташкентский государственный технический университет, 2022

## **Введение**

В Положении о маркшейдерской службе в Республике Узбекистан (Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан №168 от 1 апреля 1997 г.) на работников маркшейдерских отделов горных предприятий возложены задачи на базе геометризации показателей залежи полезных ископаемых планировать безопасное ведение горных и геологоразведочных работ. Геометрия недр входит в число фундаментальных дисциплин по подготовке бакалавров по направлению 5312300 – «Маркшейдерское дело». В результате освоения теоретических и практических знаний по Геометрии недр у студентов формируются навыки по определению, оценке и отображению на горно-геометрических графиках формы, пространственного расположения залежи месторождения полезного ископаемого (МПИ), геометризации их показателей, подсчету и учету запасов МПИ, рациональному использованию и охране недр. Согласно квалификационным требованиям стандарта подготовки бакалавров с академической степенью «Маркшейдерское дело» предусматриваются следующие требования: в конкретных горно-геологических условиях обосновать необходимость геометризации показателей залежи МПИ, учет движения запасов, потерь и разубоживания полезного ископаемого, решения горно-геометрических задач горного дела и геологоразведки графо-аналитическими способами, прогнозирование пространственного размещения показателей участков залежи МПИ, планирование развития горных работ на горном предприятии, умение использовать результаты геометризации залежи МПИ в улучшении технико-экономических показателей горного предприятия.

Курсовой проект выполняется на 8 семестре обучения студентов бакалавриата по направлению «Маркшейдерское дело».

### **Цель и задачи курсового проекта.**

Целью курсового проекта являются обобщение и укрепление полученных теоретических знаний по дисциплине «Геометрия недр» и использование их при геометризации показателей конкретной залежи МПИ согласно заданию. Формировать умение по решению горно-геометрических задач на базе геометризации залежи МПИ.

Согласно рабочему учебному плану по подготовке бакалавров по направлению «Маркшейдерское дело» и рабочей учебной программе данной дисциплины выполнение курсового проекта, предусматривает геометризацию медно-рудной залежи МПИ линзообразной формы на базе данных детальной разведки, подсчет запасов металла на данном участке по результатам геометризации.

Курсовой проект выполняется индивидуально каждым студентом по вариантам, предусмотренным заданием.

Исходные данные для выполнения курсового проекта согласно данных детальной разведки приведены в табличной форме (табл. 1-5) и плана разведочных скважин в масштабе 1:2000 (рис.1).

Геометризация показателей залежи МПИ выполняется в масштабе 1:2000. Для этого составляют горно-геометрические графики касательно условий размещения показателей залежи, оконтуривания запасов МПИ, подсчета запасов и решаются конкретные задачи по маркшейдерскому обеспечению рационального использования недр.

Курсовой проект выполняется в предложенном в Приложении 1 алгоритму согласно варианту задания.

Курсовой проект может быть выполнен по материалам квалификационных практик студентов или по специальному заданию горного предприятия (рудника, шахты или карьера). Для реализации такого задания необходимо решение заседания кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия».

Образец задания на курсовое проектирование приведен в Приложении 2.

Курсовой проект состоит из графической части и пояснительной записки.

После завершения курсового проекта студент представляет его руководителю-консультанту и по его одобрению представляет к защите в комиссию.

Курсовой проект оценивается комиссией с участием заведующего кафедрой.

## **1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

По данным, приведенным в условиях разведки меднорудного месторождения, каждый студент согласно варианту задания на

курсовое проектирование уточняет вариант исходных данных.

Исходные данные представляют собой:

1. План скважин детальной разведки по разведочным линиям масштаба 1:2000.
2. Сведения о местоположении разведочных скважин (табл.1).
3. Данные инклинометрической съемки исправленных разведочных скважин (табл. 2).
4. Данные показателей полезного компонента по скважине №2 по интервалам опробования (табл. 3).
5. Данные содержания полезного компонента по разведочным скважинам.
6. Сведения, отражающие глубину точки входа скважин в рудную залежь и выхода из нее (табл. 5).

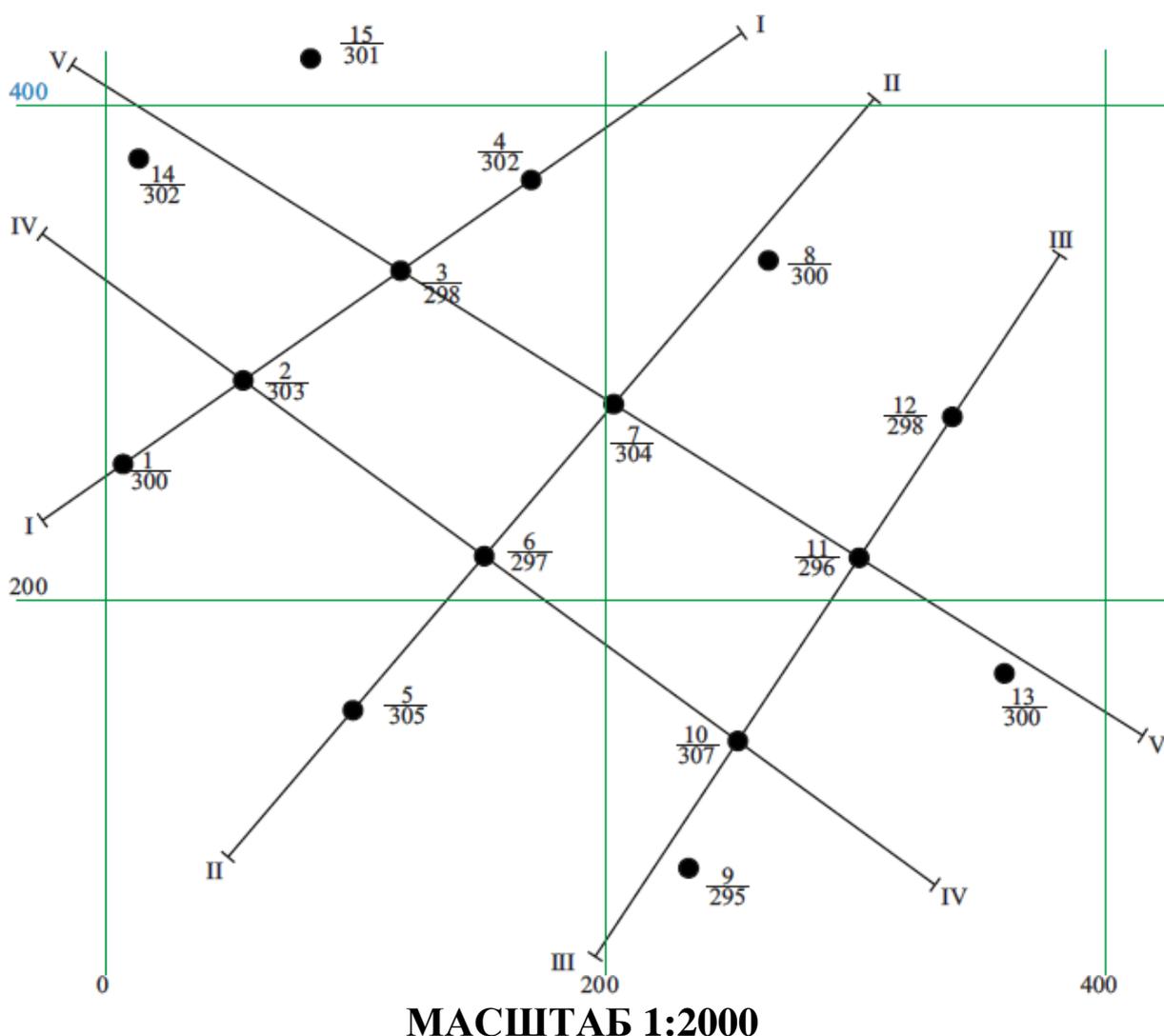


Рис. 1. План скважин детальной разведки меднорудного месторождения

Таблица 1

## Сведения о местоположении скважин детальной разведки

Скважины	Координаты устьев скважин, м			Элементы местоположения,		Глубины, м	Примечания
	X	Y	Z	$\alpha$	$\delta$		
1	255	7	300	-	90	90	Без руды
2	288	42	303	-	90	117	Руда
3	333	88	298	-	90	113	Руда
4	370	126	302	47	75	82	Руда
5	155	77	305	-	90	90	Руда
6	220	115	297	-	90	88	Руда
7	278	153	304	50	70	85	Руда
8	337	196	300	-	90	67	Без руды
9	092	177	295	-	90	56	Без руды
10	140	190	307	-	90	51	Руда
11	215	227	296	-	90	45	Руда
12	275	255	298	-	90	61	Без руды
13	171	270	300	-	90	71	Без руды
14	280	10	302	-	90	60	Без руды
15	420	60	301	-	90	58	Без руды

Таблица 2

Данные инклинометрической съемки искривленных скважин

Глубина, м	Элементы местоположения, град	
	$\alpha$	$\delta$
<b>Скважина №4</b>		
0.00	47	75
25.00	49	73
50.00	50	72
75.00	51	70
<b>Скважина №7</b>		
0.00	50	70
20.00	51	69
45.00	53	67
65.00	54	66
85.00	56	64

Таблица 3

Данные содержания полезного компонента в полезном  
ископаемом по скважине №2

Интервалы выборки, м	Количество полезного компонента / варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Варианты	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы
78.7-80.5										
80.5-83.0	0,45	0,35	0,20	0,24	0,38	0,28	0,36	0,15	0,18	0,22
83.0-85.1	1,41	1,10	1,22	1,35	1,25	0,98	0,80	0,75	0,68	0,30
85.1-87.3	1,80	1,85	1,82	2,90	1,65	1,58	1,40	1,20	1,30	1,40
87.3-89.5	3,00	3,10	3,20	2,80	2,75	2,90	2,60	2,65	2,45	2,50
89.5-91.3	4,75	4,80	4,90	4,75	4,20	4,95	4,25	4,60	4,70	4,30
91.3-93.5	5,15	5,30	5,40	5,10	4,90	4,95	5,10	5,05	5,30	5,35
93.5-95.5	6,80	6,60	6,90	6,70	6,20	6,10	6,25	6,40	6,45	6,65
95.5-97.6	7,30	7,50	7,45	7,55	7,20	7,25	7,15	7,60	7,10	6,95
97.6-99.8	6,40	6,30	6,20	6,35	6,25	6,15	6,20	6,10	6,00	5,90
99.8-102.1	5,27	5,30	5,20	5,25	5,33	5,15	5,10	5,05	5,45	5,50
102.1-104.2	4,41	4,20	4,15	4,25	4,10	4,30	4,10	4,35	4,00	3,90
104.2-106.1	3,15	3,00	3,10	3,30	3,15	3,20	3,05	3,35	3,25	3,00
106.1-108.0	1,05	1,10	1,00	1,05	1,25	1,20	0,90	0,80	0,95	0,70
108.0-110.2	0,46	0,40	0,30	1,35	0,45	0,20	0,25	0,50	0,35	0,20
110.2-112.3	Следы	След	Следы							

Таблица 4

Сведения о значениях содержания полезного компонента в полезном ископаемом по буровым скважинам детальной разведки

№№ скважин	Среднее количество металлов, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варианты	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	4,6	3,9	5,3	4,8	4,2	2,8	5,5	4,9	6,0	5,2
4	3,8	4,1	3,9	3,6	2,8	4,2	3,4	3,4	3,5	3,5
5	2,6	2,1	2,4	2,6	3,0	2,5	2,8	3,5	2,0	3,2
6	5,3	5,9	6,2	6,3	5,8	5,2	4,2	4,3	5,5	6,0
7	2,9	3,1	3,5	3,8	3,0	2,8	2,5	2,6	3,0	3,2
10	4,1	4,2	3,9	2,8	2,6	3,1	3,5	4,0	2,5	2,7
11	2,2	3,6	2,9	2,1	2,8	4,0	3,1	5,2	4,1	3,9

Таблица 5

Сведения, отражающие глубину точки входа скважин в рудную залежь и выхода из нее

№№ скважин	Глубина точки входа скважин в рудную залежь и выхода из нее, м									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варианты	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	55(110)	56(109)	57(110)	54(111)	58(112)	59(108)	60(107)	61(113)	62(106)	63(114)
4	50(80)	61(79)	62(78)	63(73)	64(74)	65(80)	59(75)	58(76)	57(78)	60(73)
5	56(82)	58(80)	60(85)	57(78)	62(86)	59(77)	61(75)	63(80)	60(78)	64(74)
6	34(79)	36(74)	35(76)	38(80)	39(72)	42(73)	40(70)	41(71)	32(79)	36(81)
7	50(80)	54(76)	51(78)	53(81)	52(77)	48(70)	55(79)	52(82)	50(75)	49(72)
10	35(45)	34(50)	32(48)	30(42)	31(46)	33(43)	29(76)	36(50)	30(45)	32(42)
11	21(40)	20(38)	22(36)	25(42)	20(36)	19(37)	23(40)	24(38)	22(42)	25(39)

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **2.1. Порядок изложения пояснительной записки.**

Объем пояснительной записки 10-15 страниц компьютерного текста шрифтом через один интервал включает в себе порядок выполнения проекта, подробности принятых решений, расчеты по решению тех или иных задач, использованные формулы, оценка точности полученных конечных результатов, выводы и заключения, а также список использованных источников со ссылкой на них в установленном порядке (номер источников в списке в квадратной скобке [ ]).

Пояснительная записка к курсовому проекту начинается с задания, исходных данных и заканчивается содержанием выполненных работ согласно принятому алгоритму структуры курсового проекта (Приложение 1).

В пояснительной записке запрещается изложение или переписывание текста из первоисточников. Формулы, правила, порядок, взятые из источников, приведенные в списке литературы, должны быть указаны в виде ссылки с указанием автора, номера формулы, номера таблицы и рисунка в первоисточнике. Например, если первоисточник приведен в списке под номером 4 и использована формула номер 2.25 на странице 230 ссылка оформляется в виде [4. с. 230 (2.25)].

Комментарии в пояснительной записке курсового проекта излагаются от третьего лица в прошедшем времени без грамматических ошибок.

Во введении курсового проекта излагаются цель и задачи, а также источники полученных исходных данных.

Основная часть курсового проекта содержит в принятой последовательности выполненные работы с соответствующим обоснованием на основе нормативных правил, регулирующие маркшейдерское обеспечение горных разработок. А именно, результаты математической обработки исходных данных, принятые формулы расчета, сопоставление полученных результатов с нормативными требованиями, таблицы расчетов, выводы и заключения.

В частности, подсчет запасов металла по способу проф. П.К. Соболевского и оценка точности подсчета запасов.

В заключение должны быть приведены полученные результаты при решении горно-геометрических и горно-технических задач с точки зрения рационального использования добываемого минерального сырья и безопасного ведения горных работ.

## **2.2. Графическая часть курсового проекта.**

Графическая часть состоит из планов изопоказателей залежи и разрезов, посредством которых строятся эти планы. Все горно-геометрические графики отображаются в принятых масштабах в проекции с числовыми отметками, используемыми в маркшейдерии.

Они должны отвечать требованиям стандарта, действующих нормативов проектирования горных предприятий и инструкции по производству маркшейдерских работ, а также Единых правил охраны недр.

В отдельных случаях графический материал, предусмотренный в курсовом проекте, может быть представлен в виде объемных графиков, блок-диаграмм, геометрических или математических моделей, если это предусмотрено заданием на курсовое проектирование.

Применительно к геометризации показателей залежи меднорудного месторождения и подсчета запасов металла представляются следующие горно-геометрические графики:

1). План участка, где проведена разведка буровыми скважинами по разведочным линиям (рис.1);

2) Теоретический и эмпирический графики изменения содержания полезного компонента в полезном ископаемом (по данным табл.3) согласно Приложению 3;

3) Планы и профили искривленных скважин (для скважин №4 и №7) согласно Приложению 4;

4) Разрезы по разведочным линиям (табл.1), «осажденный» разрез мощности залежи по скважинам (табл.5), содержание полезного ископаемого (табл.4) и линейных запасов согласно Приложению 5.

5) Планы поверхностей почвы и кровли залежи МПИ (Приложение 7).

6) План изолиний мощности залежи МПИ (Приложение 8)

7) План изосодержаний полезного компонента в полезном ископаемом (Приложение 9)

8) План изолиний линейных запасов (Приложение 10).

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. В качестве исходных данных к курсовому проекту приведен план буровых скважин по разведочным линиям. В проекциях с числовыми отметками по координатам  $X$  и  $Y$ , приведенным в табл. 1, отображено местоположение каждой скважины с указанием номера (числителя) и отметки  $Z$  устья скважины (знаменателя). Согласно условным обозначениям, принятым в геологии, скважины на горно-геометрических графиках изображаются двумя кружками: внутренние диаметром 1,5 мм и внешние диаметром 3 мм. Для скважин, где обнаружено полезное ископаемое, внутренний кружок раскрашивается. На представленном плане следует обозначить все скважины в соответствии с принятыми условными обозначениями согласно примечанию, приведенному в последнем столбце табл.1.

3.2. Проекция разведочных линий в плане (рис.1.) проведены по простиранию (V-V, VI-VI) и вкрест простирания (I-I, II-II, III-III) залежи МПИ с учетом соответствующего расположения скважин.

3.3. Определяются координаты точки встречи искривленных скважин №4 и №7, используя данные, приведенные в табл.2. Для этого строят профиль и план оси этих скважин в масштабе 1:2000. По зенитному углу  $\theta$  и среднему интервалу строят профиль и, используя проекции интервалов на профиле по зенитному расстоянию  $\alpha$ , получают план оси скважин и соответственно координаты  $X_k, Y_k$ . Координата  $Z_k$  определяется на профиле  $X_k = X_{a_i} + \Delta x_i, Y_k = Y_{a_i} + \Delta y_i, Z_k = Z_{a_i} - \Delta h_i$ , где  $X_{a_i}, Y_{a_i}, Z_{a_i}$  – координаты устья искривленной скважины.  $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta h_i$  – соответственно приращения по осям координат, измеряемым по построенным графикам.

3.4. По вычисленным координатам  $X, Y$  точки встречи искривленных скважин №4 и №7 с залежью изображаются на основном плане (рис.1.) и значения координаты  $Z_i$  подписываются у проекции скважин №4, №7 в виде числовой отметки  $\left(\frac{4'}{z_i}, \frac{7'}{z_i}\right)$ .

3.5. По данным табл.2 строят графики изменчивости содержания полезного компонента в полезном ископаемом и показывают его сглаживание в следующем порядке:

3.5.1. Для построения графика выбирают масштаб по вертикальной оси в 1 см-1% и по горизонтальной оси 1 см-2 м. Медь в руде откладывается по вертикальной оси и соответствующий каждому показателю интервал - по горизонтальной оси и путем

последовательного соединения получают ломаную кривую эмпирической изменчивости содержания меди в руде по скважине №2.

3.5.2. Для получения графика изменчивости содержания меди в руде методом «скользящего окна» производят сглаживание эмпирической кривой. «Скользящее окно» представляет собой прямоугольник шириной 2 см, состоящий из пяти вертикальных линий интервалом 0,5 см, изображенных на прозрачной основе. Высота «скользящего окна» примерно равна размеру вертикальной оси графика изменчивости содержания меди в руде.

3.5.3. Построенное скользящее окно накладывается на эмпирический график, начиная с его начальной точки и проводятся «мысленно» прямые линии в пределах окна по нижней и верхней границам графика. Образованный прямоугольник анализируется и определяется средняя ордината, которая представляет начальную точку сглаживающей кривой. Местоположение средней ординаты в границах геометрической фигуры, образованной в пределах скользящего окна, выбирают таким образом, чтобы площади фигур, расположенных по разным сторонам от нее, примерно были равными.

3.5.4. Таким образом, «скользящее окно» передвигается на одну клетку и действия по определению средней ординаты повторяются. Обозначаются точки сглаживающей кривой по всему эмпирическому графику, путем соединения которых получают изображение графика изменения содержания меди в руде.

3.5.5. Сглаженная кривая в начале и конце продолжают до пересечения с горизонтальной осью графика. В результате чего получают полный график изменчивости содержания меди в залежи полезного ископаемого по скважине №2.

3.5.6. По значению заданного минимального содержания меди на графике проводится линия параллельная горизонтальной оси графика, которая в точках пересечения с графиком изменчивости определяет точку входа скважины в руду и точку выхода из нее.

3.5.7. Определяется одним из известных способов площадь, ограниченная кривой распределения содержания меди в руде  $S_T$ . Отношение площади  $S_T$  к расстоянию, полученного в точках пересечения линии показателя  $C_{\min}$  с кривой, дает среднее содержание компонента в полезном ископаемом по скважине №2 (Приложение 3).

$$C_{\text{ср}} = \frac{S_T}{L(a-b)}, \% \quad (1)$$

3.6. По указанным на плане разведочным линиям строят разрезы

в масштабе 1:2000. Для этого на отдельном листе проводится линия горизонта с отметкой 300 м и на ней отмечаются места буровых скважин согласно плану разведочных линий. По отметкам устьев скважин строят профиль земной поверхности в условных обозначениях (Приложение 5).

3.7. По данным табл.4 по каждой скважине на профильной линии определяются точка входа скважины в руду и точка выхода из нее. Соединяя отмеченные точки, получают изображение на профиле линии поверхности кровли и почвы залежи.

3.8. Точки нулевой мощности на профиле находят по закономерности изменения мощности залежи, продолжая линии поверхности кровли и почвы до их встречи между собой или применительно к линзовидным формам залежи по формуле клина.

3.8.1. Если на разведочной линии имеется скважина, не имеющая полезное ископаемое, то точка нулевой мощности (или внешняя граница) залежи МПИ находится посередине между скважинами, встретивших и не встретивших полезное ископаемое.

3.8.2. Если на разведочной линии отсутствует скважина, не встретившая полезное ископаемое, то граница залежи с нулевой мощностью определяется по закономерности убывания мощности в соседних скважинах или же по среднему углу выклинивания залежи -  $\alpha_{cp}$

$$\operatorname{tg} \alpha_{cp} = 2m_{cp}/r_{cp}, \quad (2)$$

где  $m_{cp}$ -среднее значение вертикальной мощности залежи по разведочной линии;

$r_{cp}$ -среднее расстояние между скважинами по разведочной линии.

В этом случае расстояние  $X_i$  от последней скважины, встретившую руду по разведочной линии до внешней границы залежи МПИ, определяется:

$$X_i = \frac{m_i}{\operatorname{tg} \alpha_{cp}} = \frac{m_i r_{cp}}{2m_{cp}}, \quad (3)$$

где  $m_i$ -вертикальная мощность залежи по крайней рудной скважине на линии.

Таким образом, на разрезе по разведочным линиям находят точки, оконтуривающие рудное тело. Эти точки переносят на план разведочных скважин, где последовательно соединяя их прерывистыми линиями, получают внешний контур распространения залежи МПИ (Приложение 6).

3.9. Из плана разведочных выработок с внутренним и внешним

контурами залежи МПИ снимают четыре копии, которые в последующем используют для составления планов изолиний показателей залежи.

3.10. На разрезах по разведочным линиям под каждым разрезом с изображениями поверхности кровли и почвы строят «осажденный» разрез по данным мощности руды в масштабе 1:2000. Для этого поверхности почвы залежи на разрезе заменяют на горизонтальную плоскость и на нее «осаждают» рудное тело по мощности, т.е. величину мощности по каждой скважине по вертикали откладывают с учетом масштаба и, соединив эти точки, получают отображение поверхности кровли залежи МПИ.

Таким образом, данный график показывает изменчивость мощности руды по разведочной линии.

3.11. Строят график изменчивости содержания полезного компонента под «осажденным» разрезом залежи МПИ в масштабах: горизонтальный – 1:2000, вертикальный – в 1 см – 1 % по данным табл.4 и Приложения 3.

3.12. Определяют линейный запас руды по каждой скважине разведочной линии согласно формуле

$$P_i = m_i c_i \gamma_{\text{ср}}, \quad (4)$$

где  $\gamma_{\text{ср}}$  – среднее значение объемного веса руды согласно варианту задания, т/м<sup>3</sup>.

Для этого из построенных разрезов, характеризующих графики изменчивости мощности и содержания по скважинам разведочных линий с учетом масштаба, измеряют значения мощности  $m_i$  и содержания  $c_i$ . Умножая их произведение на объемный вес  $\gamma_{\text{ср}}$ , получают значения линейных запасов руды по каждой скважине. По этим данным в следующих масштабах: горизонтальном 1:2000 и вертикальном в 1 см – 100 т,%/м<sup>2</sup> строят график изменчивости линейных запасов по разведочной линии.

3.13. Таким образом, получают по каждой разведочной линии под вертикальным разрезом залежи МПИ, разрезы, характеризующие графики изменчивости мощности  $m_i$ , содержания полезного компонента  $c_i$  и линейных запасов  $P_i$ .

3.14. Строят план изолиний поверхности почвы и кровли залежи в следующей последовательности:

3.14.1. На одной из копий плана, полученной согласно [3.9] порядку выполнения курсового проекта на разведочных линиях, из разреза переносят краткие принятому сечению горизонталей  $h$  отметки

поверхности кровли (сначала) и затем почвы, которые получают путем пересечения данных поверхностей на разрезе по разведочным линиям, горизонтальным плоскостям (линиям).

3.14.2. Если пересечения горизонтальных линий соответствующей отметкой с поверхностью почвы или кровли спроецировать на линию параллельную разведочной линии построенного разреза и переносить их на план относительно скважин, на каждой разведочной линии образуются точки с краткими отметками, плавно соединяя которых получают горизонтали плана изолиний почвы и кровли залежи.

3.14.3. Горизонтали с одноименными отметками поверхностей почвы и кровли залежи образуют гипсометрический план. При этом горизонтали поверхности кровли изображаются сплошными, а поверхности почвы - прерывистыми линиями. В результате отображается форма линзовидной залежи МПИ, которая используется при текущем и перспективном планировании развития горных работ.

3.14.4. Гипсометрический план оформляется согласно требованиям, предъявляемым к маркшейдерскому горно-геометрическому графику (Приложение 7).

3.15. План изомощности руды строят в следующей последовательности:

3.15.1. Под графиком изменчивости мощности руды на разрезе по разведочным линиям проводят горизонтальную линию, где отмечают места скважин и значения мощности руды по каждой скважине.

3.15.2. На профиле мощности проводят горизонтальные линии через интервал, равный сечению горизонталей изомощности ( $h$ ), которые в пересечении с графиком изменения дают точки с краткой отметкой мощности.

3.15.3. Эти точки также проецируют на горизонтальную линию, проведенную под графиком и совместно с проекциями скважин и значений мощности по ним переносят на вторую копию плана.

3.15.4. Точки с краткими отметками мощности на плане по разведочным линиям соединяют плавными кривыми линиями и получают план изомощности залежи МПИ. Он оформляется согласно предъявляемым требованиям к маркшейдерской горно-графической документации (Приложение 8).

3.16. План изосодержаний полезного компонента в руде строят в следующей последовательности:

3.16.1. По графикам изменения содержания меди в руде на разрезе по разведочным линиям проводят горизонтальную линию, где отмечают места скважин и значения среднего содержания меди по скважине.

3.16.2. На графике изменения содержания меди проводят линии горизонтальной секущей плоскости через интервал равный сечению горизонталей изосодержаний ( $h_k=1\%$ ) и точки пересечения их с графиком проецируют на горизонтальную линию под ним.

3.16.3. Данную горизонтальную линию со всеми показателями переносят на третью копию плана разведочных скважин (порядок 3.9).

3.16.4. Соединяя плавными кривыми линиями точки с одинаковыми показателями содержания меди, получают план изосодержаний руды (Приложение 9).

3.17. План изолиний линейных запасов руды строят в следующем порядке:

3.17.1. По графику изменения линейных запасов руды проводят горизонтальную линию параллельно линии разреза по разведочной линии, куда переносят разведочные скважины и значения линейных запасов касательно каждой скважины.

3.17.2. На графике изменения линейных запасов руды проводят линии горизонтальной секущей плоскости через интервал равный сечению горизонталей изолиний линейных запасов ( $h_p$ ) и точки их пересечения с графиком проецируют на горизонтальную линию под графиком, где подписывают кратные отметки  $P_i$ .

3.17.3. Данную горизонтальную линию со всеми числовыми отметками показателя ( $P_i$ ) переносят на четвертую копию плана разведочных скважин, подготовленную согласно (3.9).

3.17.4. Значения  $P_i$  по скважинам подписываются в виде числовой отметки у проекции каждой скважины.

3.17.5. Соединяя краткие отметки  $P_i$  по разведочным линиям, получают план изолиний линейных запасов и оформляют его согласно предъявляемым требованиям к маркшейдерским горно-графическим документам (Приложение 10).

3.18. План изолиний линейных запасов используют для подсчета запасов руды и металла в залежи МПИ.

3.19. Таким образом, завершается процесс детально-разведочной геометризации медно-рудного месторождения и формируется перечень необходимых горно-геометрических графиков.

3.20. Запасы металла в руде в пределах оконтуренного участка

залежи МПИ подсчитываются на основе плана изолиний линейных запасов по следующему алгоритму:

3.20.1. На кальке формируют палетку размером (1x1) см. каждая ячейка созданной палетки имеет ячейку, которая приравнивается площади  $S_i = 20 \text{ м} * 20 \text{ м} = 400 \text{ м}^2$  на плане изолиний линейных запасов.

3.20.2. Линейный запас металла, приходящийся на каждую точку палетки, равняется

$$P_i = m_i c_i \gamma_i S_i, \quad (5)$$

3.20.3. Палетка накладывается на план изолиний линейных запасов, где путем интерполирования для каждой точки (ячейки) по горизонтали и вертикали определяют значения  $P_i$  и записывают в таблицу подсчета запасов (табл.6).

3.20.4. Определяется сумма значений по столбцам и строкам таблицы  $\sum_{i=1}^N P_i$ . Умножая полученные суммы на площадь  $S_i$  основания палетки, оценивают общий запас металла в пределах оконтуренных границ залежи МПИ. При этом следует иметь в виду, что для точек палетки на границах контура залежи вводится определенная поправка.

3.20.5. Если точки палетки расположены вокруг внешней границы контура залежи в зависимости от расположения точек палетки, то вводится коэффициент  $k_i$  – изменения запасов металла в руде. Тогда  $P = P_i k_i$ .

3.20.6. Общи запасы металла в границах подсчета с учетом изменения коэффициента  $k_i$  определяется

$$P = \frac{S}{100} \sum_{i=1}^N m_i c_i \gamma_i \quad (6)$$

3.20.7. Объем осажденного металла в каждом призматическом столбце будет равен

$$\omega = \frac{m_i c_i \gamma_i S_i}{100 \Delta}, \quad (7)$$

где  $\Delta$  - удельный вес металла.

3.20.8. Палетка второй раз накладывается на план изолиний линейных запасов и в такой же последовательности определяется запас металла.

3.20.9. Полученные значения сравниваются, если разница между ними не превышает 2%, тогда среднее значение  $P_1$  и  $P_2$  запасов металла будет равно.

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (8)$$

3.21. Ошибка подсчета запасов определяется в следующем порядке:

3.21.1. Дифференцируя общую формулу подсчета запасов  $P = Sm_{cp}c_{cp}\gamma_{cp}$ , получим формулу погрешности подсчета запасов

$$m_p = \sqrt{\left(\frac{m_s}{s}\right)^2 + \left(\frac{m_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{m_\gamma}{\gamma}\right)^2 + \left(\frac{m_c}{c}\right)^2}, \quad (9)$$

где  $m_s$ ,  $m_m$ ,  $m_\gamma$ ,  $m_c$  – ошибки определения площади, мощности, объемного веса и полезного компонента соответственно.

$$m_s = \sqrt{m_{st}^2 + m_{s_{ок}}^2}, \quad (10)$$

где  $m_{st}$  – техническая ошибка,

$m_{s_{ок}}$  – ошибка оконтуривания.

$$m_{s_{ок}} = \frac{s_{ок} - s_{cp}}{s_{cp}} 100\%, \quad (11)$$

где  $s_{ок}$  – площадь оконтуренной залежи;

$s_{cp}$  – средняя площадь подсчитанного запаса.

$$m_{st} = \sqrt{m_{s_{пл}}^2 + m_{s_x}^2}, \quad (12)$$

где  $m_{s_{пл}}$  – ошибка планиметра;

$m_{s_x}$  – ошибка подсчета площади.

$m_{st}$  – принимается равным 1-2%.

$$m_m = \pm \sqrt{m_{m_t}^2 + m_{m_a}^2}, \quad (13)$$

где  $m_{m_t}$  – техническая ошибка измерения мощности руды (2-5%);

$m_{m_a}$  – ошибка аналогии (репрезентативности).

$$m_{m_a} = \pm t\sigma_m, \quad (14)$$

где  $t$  – коэффициент вероятности (Стьюдента), например, при  $t=1.7$  вероятности составляют 90%.

$\sigma_m$  – средняя квадратическая ошибка определения мощности руды.

$$m_\gamma = \pm \sqrt{m_{\gamma_t}^2 + m_{\gamma_a}^2}, \quad (15)$$

где  $m_{\gamma_t}$  – техническая ошибка определения объемного веса (составляет 1-3%).

$m_{\gamma_a}$  – ошибка аналогии (репрезентативности) определения объемного веса

$$m_{\gamma_a} = \pm t\sigma_\gamma, \quad (16)$$

где  $\sigma_\gamma$  – средняя квадратическая ошибка определения объемного веса.

$$m_c = \pm \sqrt{m_{c_t}^2 + m_{c_a}^2}, \quad (17)$$

где  $m_{ct}$  – техническая ошибка определения содержания полезного компонента в руде (в зависимости от способа опробования может изменяться от 2% до 30%.)

$m_{ca}$  – ошибка аналогии и (репрезентативности) определения содержания полезного компонента в руде

$$m_{ca} = \pm t\sigma_c, \quad (18)$$

$t\sigma_c$  – средняя квадратическая ошибка определения полезного компонента в руде.

3.21.2. При оценке погрешности подсчета запасов рекомендуется принять величины технических ошибок параметров подсчета запасов:

$$m_{st} = 2\%; m_{mt} = 3\%; m_{\gamma t} = 2\%; m_{ct} = 5\%$$

3.21.3. Ошибка репрезентативности вычисляются по соответствующим приведенным формулам. При этом следует принять  $t=2$ , при вычислений  $\sigma_s, \sigma_m, \sigma_c$ , а  $\sigma_{\gamma a}$  – приводится в исходных данных к заданию.

3.22. Заключение в курсовом проекте состоит из заключений по каждой выполненной работе. Например, полученные результаты по геометризации и подсчету запасов залежи меднорудного месторождения;

Применение полученного горного графика в текущем и перспективном планировании развития горных работ, их роль в рациональном использовании ресурсов недр и безопасном ведении горных работ.

3.23. Курсовой проект оформляется согласно приведенным образцам в приложениях и представляется руководителю на кафедре.

3.24. Курсовой проект после проверки руководителем рекомендуется к защите.

3.25. В указанное руководителем время курсовой проект защищается перед комиссией, назначенной решением кафедры.

3.26. По результатам защиты курсовой проект оценивается в установленном порядке руководителем проекта.

3.27. Курсовой проект, выполненный по заявке горного предприятия, может быть защищен перед комиссией с участием специалистов предприятия в производственных условиях.

#### 4. ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Узбекистан «О недрах». Постановление Президента Республики Узбекистан №444-П от 13 декабря 2002 г.
2. Единые правила охраны недр. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан №20 от 13 января 1997 г. Приложение 4.
3. Типовое положение «О маркшейдерской службе». Приложение №2 к Постановлению Кабинета Министров Республики Узбекистан № 168 от 1 апреля 1997 г.
4. Калинин В.М., Руденко В.В. Геометрия недр Часть I. Теоретические основы геометрии недр. Новочеркасск: ЮРГПУ, 2014.
5. Калинин В.М., Руденко В.В. Геометрия недр Часть II. Геометризация месторождений полезных ископаемых. Новочеркасск: ЮРГПУ, 2014.
6. Калинин В.М., Руденко В.В. Геометрия недр Часть III. Прикладные задачи геометрии недр - Новочеркасск: ЮРГПУ, 2014.
7. Саййидкосимов С.С. Кон геометрияси. Практикум, 1, 2-қисмлар – Тошкент: ТошДТУ, 2011.
8. Букринский В.А. Геометризация недр - М.: МГГУ, 2004.
9. Попов В.Н. и др. Квалиметрия недр - М.: МГГУ, 2001.
10. Окатов Р.П. Горная геометрия - Караганда.: КГТУ, 2003.
11. Калинин В.М., Стенин Н.И., Тупикин И.Н., Ушаков И.И. Под редакцией Калинин В.М. и Ушакова И.Н. Геометрия недр (Горная геометрия) Новочеркасск, НОК, 2000.
12. Саййидкосимов С.С., Мингбаев Д.И. Горная геометрия: Учебное пособие Т.: ТашГТУ, 2007.
13. Sayyidqosimov S.S., Xakberdiyev M.R. Kon geometriyasi/ Kurs loyihasini bajarish uchun uslubiy qo'llanma. Toshkent, ToshDTU 2020.
14. Sayyidqosimov S.S. Marksheyderiyada geoaxborot tizimlari. Darslik. Toshkent, «Инновацион ривожланиш нашриёт матбаа уйи», 2021.
15. Sayyidqosimov S.S. Kon geometriyasi. O'quv qo'llanma. Toshkent, «Инновацион ривожланиш нашриёт матбаа уйи» 2021.
16. Интернет сайты: <http://www/elebrary.ru/>  
<http://172.16.2.210 – TDTU axborot resurslar markazi.>

## Алгоритм структуры курсового проекта



## Курсовой проект по предмету «Геометрия недр»

Группа: \_\_\_\_ - \_\_\_\_ МД  
Студент: \_\_\_\_\_

Руководитель: проф. \_\_\_\_\_

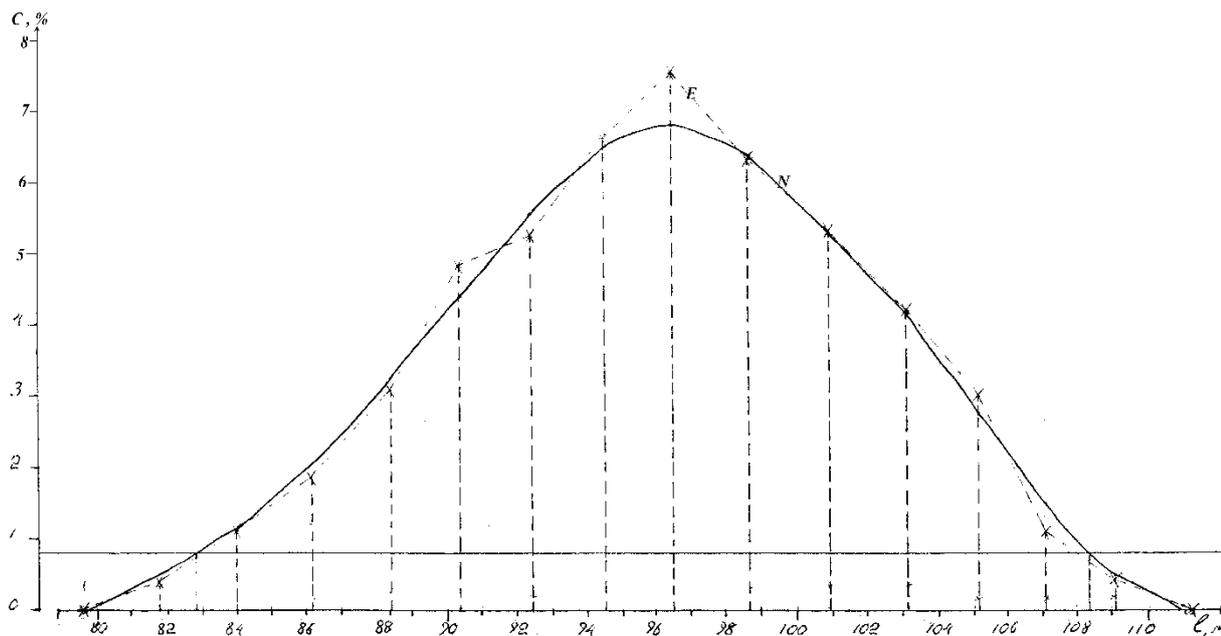
### З А Д А Н И Е (Вариант-\_\_\_\_)

- 1. Тема проекта:** Геометризировать и подсчитать запасы полезного ископаемого по данным детальной разведки участка меднорудного месторождения.
- 2. Исходные данные:** Координаты расположения устьев разведочных скважин, геометрические параметры (скважин) залежи по скважинам, результаты инклинометрической съемки, опробование рудных тел и положение точек входа скважин в рудное тело и выхода из него.
- 3. Литературные источники:** Методическое руководство по выполнению курсового проекта, учебник по геометрии недр и раздаточные материалы.
- 4. Перечень графической части:**
  - а).** План разведочных скважин (М 1:2000) с указанием разведочных линий (Формат А4).
  - б).** План гипсометрии почвы и кровли залежи.
  - в).** План изомощностей, изосодержания и линейных запасов металла.
  - г).** Разрезы по разведочным линиям.
- 5. Содержание расчетно-пояснительной записки:** Задание, табличные данные, порядок и методика выполнения проекта, данные подсчета запасов, методика и порядок подсчета и оценка точности запасов, заключение.
- 6. Дополнительные сведения и указания:**  $\sigma_{\gamma a}$
- 7. Срок выполнения проекта.**

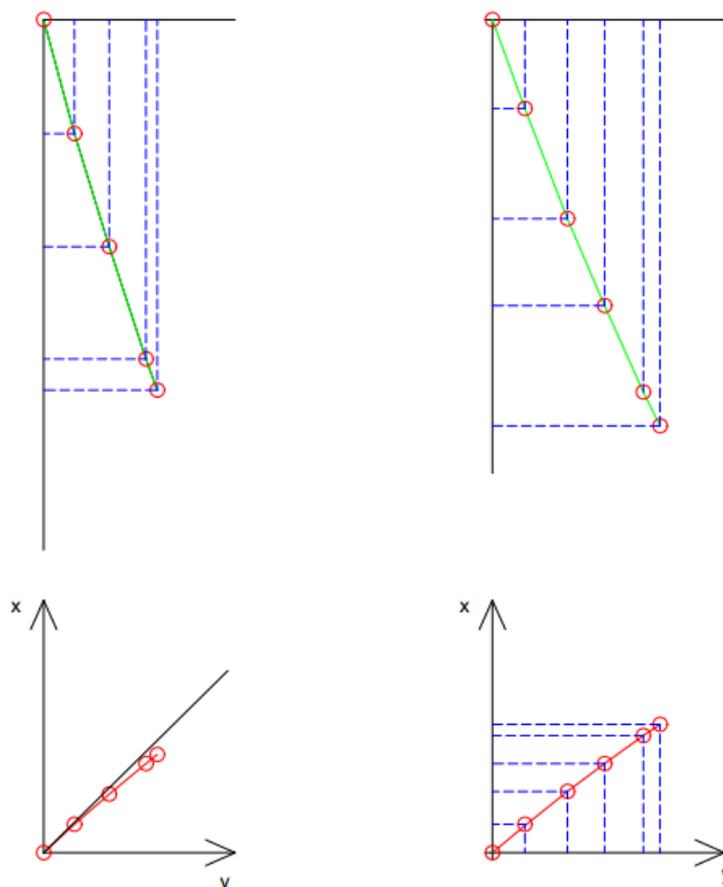
Этапы	1	2	3	4	Защита
План:					
Факт :					

Руководитель: \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению: студент \_\_\_\_\_



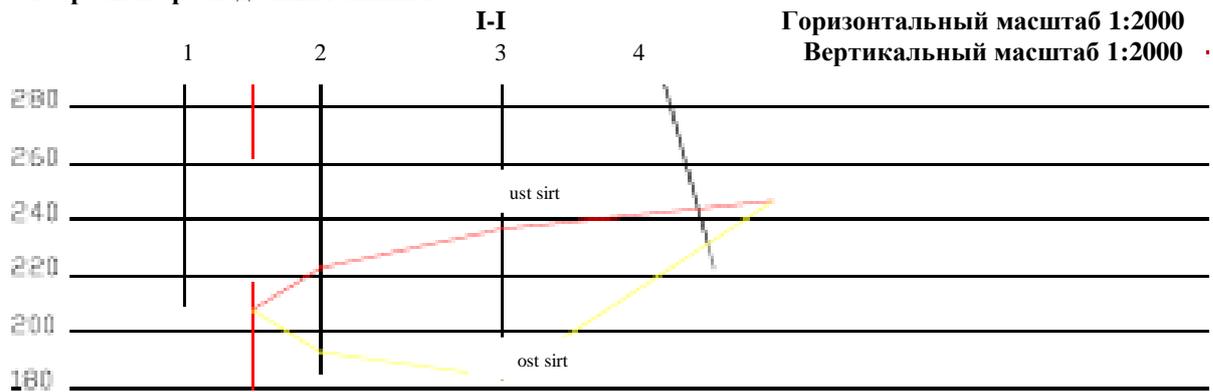
Теоретические и эмпирические графики измерения содержания полезного компонента



Планы и профили искривленных скважин

# Приложение 5

Разрезы по разведочным линиям



Осажденный разрез по мощности

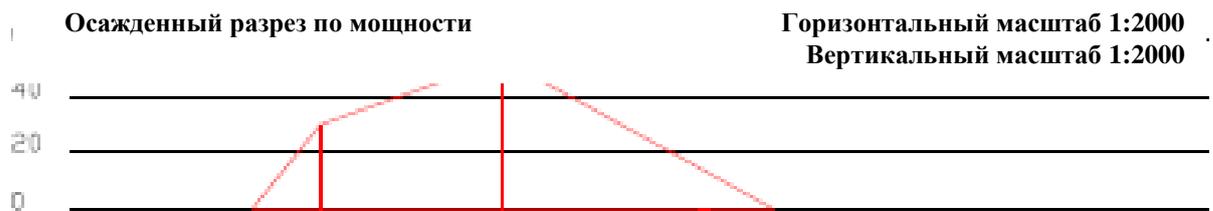
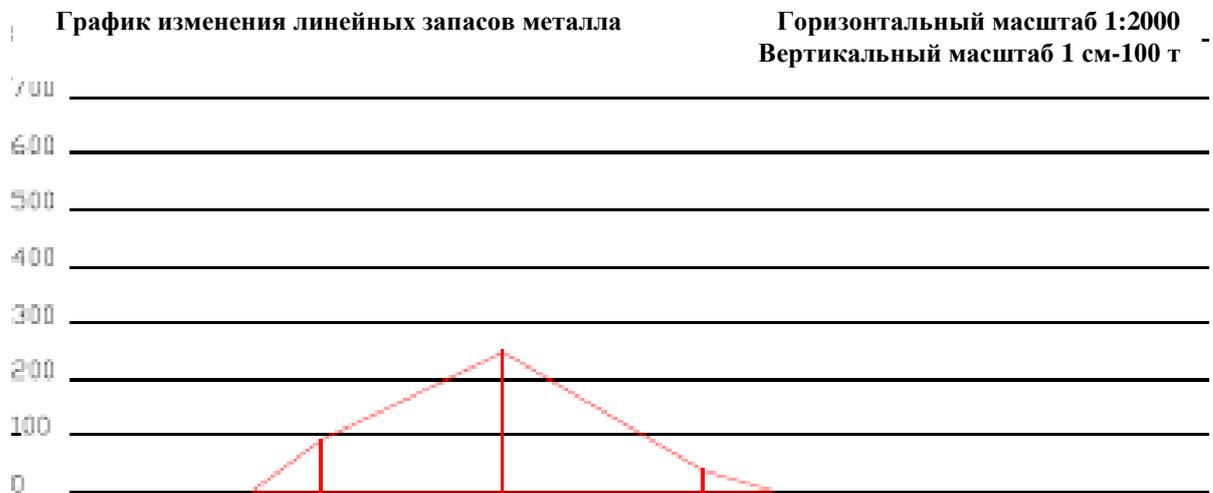
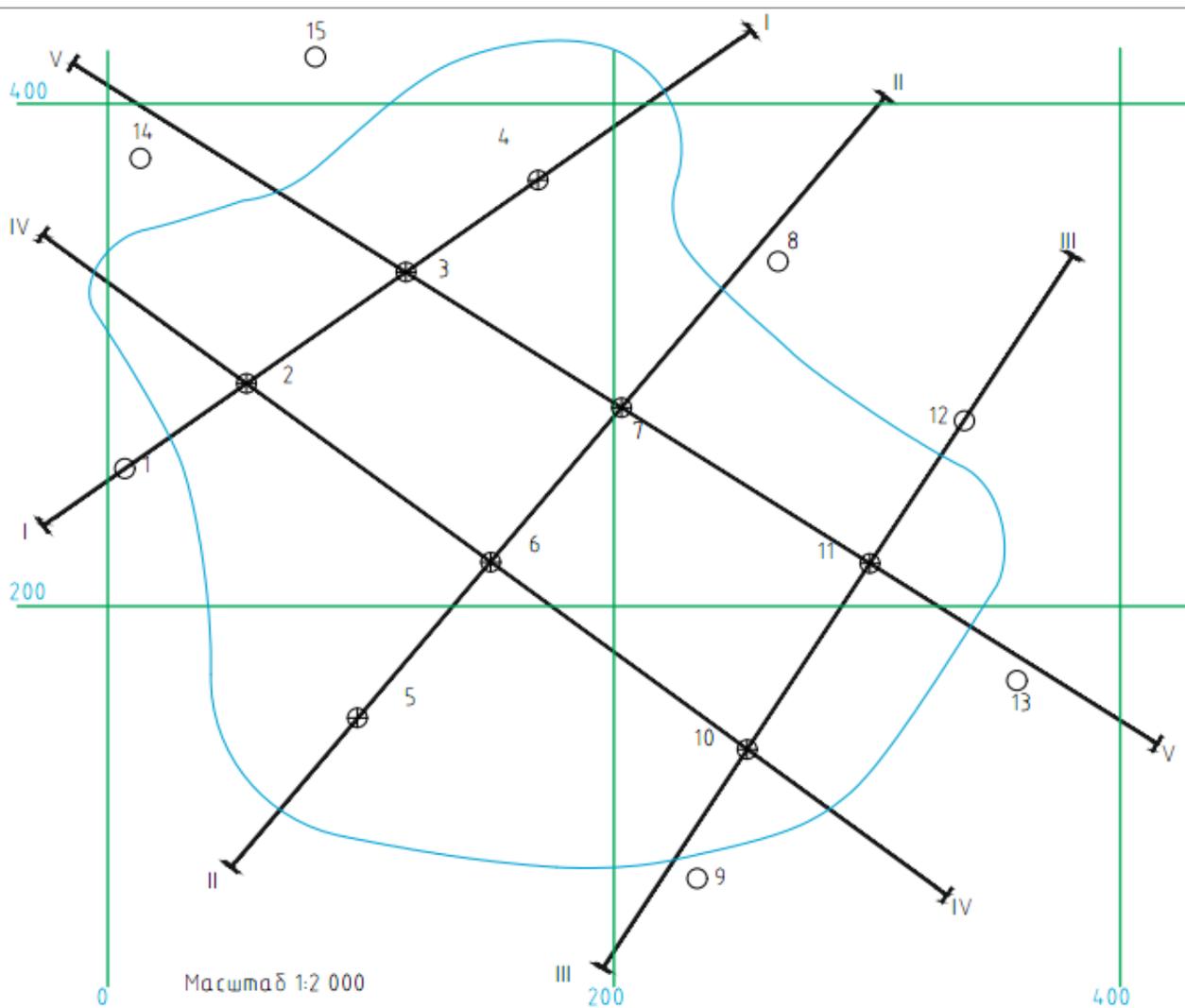


График изменения содержания полезного ископаемого



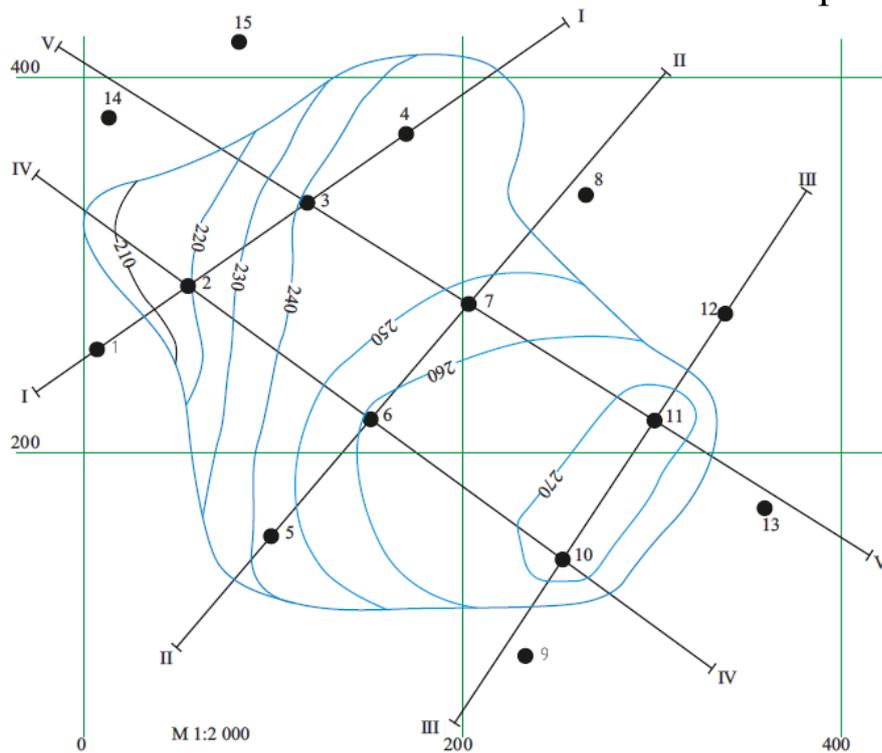
График изменения линейных запасов металла





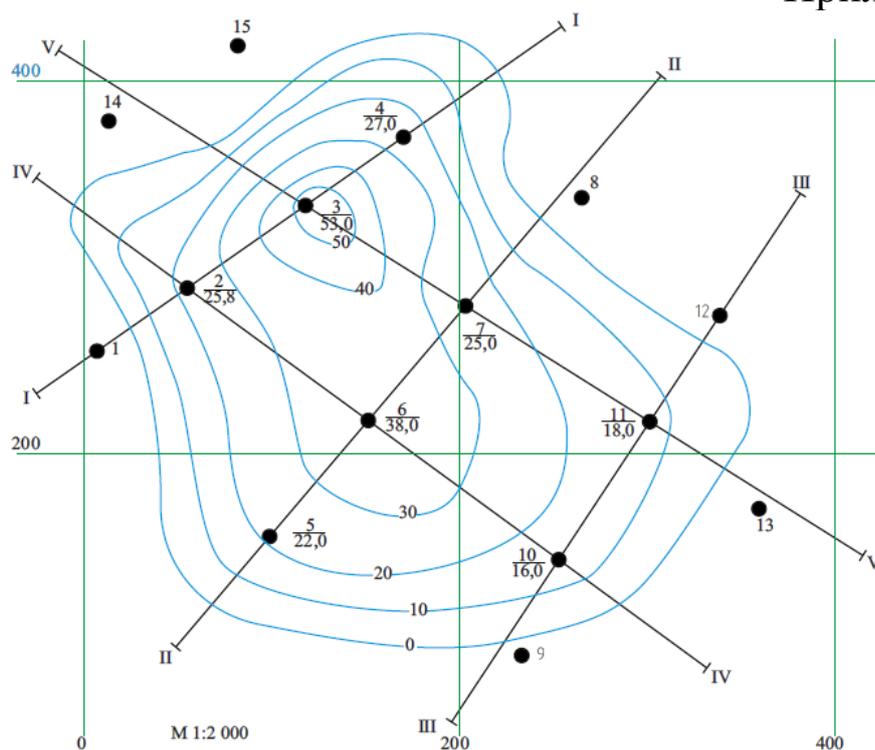
План оконтуренного участка залежи меднорудного месторождения (масштаб 1:2000).

## Приложение 7



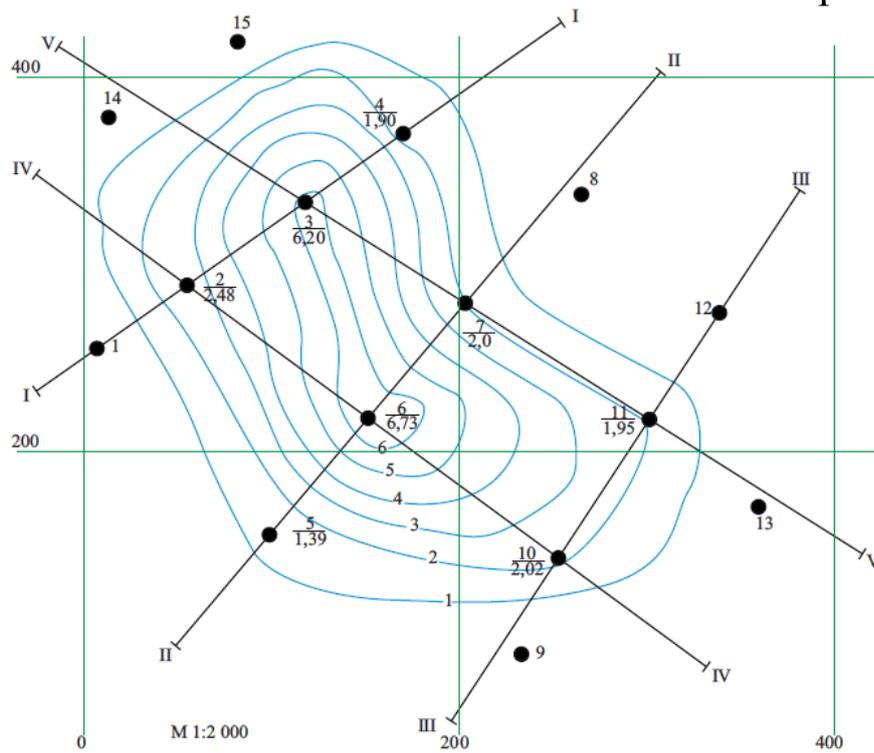
Планы изогипса почвы и кровли залежи МПИ  
 Масштаб 1:2000  
 Сечение горизонталей  $h=20$  m

## Приложение 8



Масштаб 1:2000  
 Сечение горизонталей  $h=10$  m

Приложение 9

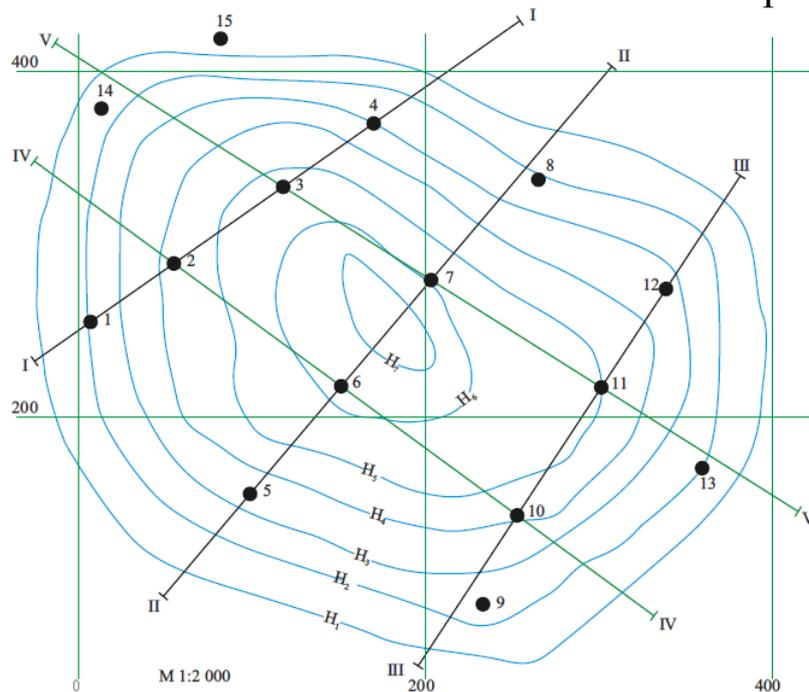


План изосодержаний залежи МПИ.

Масштаб 1:2000

Сечение горизонталей  $h=1\%$

Приложение 10



План изолиний линейных запасов

Масштаб 1:2000

Сечение горизонталей  $h=100\text{ т}$

**Образец таблицы подсчета запасов металла в руде**

Таблица подсчета запасов меди по способу П.К. Соболевского

Ряды	Столбцы														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Σ
I			200	500	1000	1650	4000	4000	4400	4000	1000				20750
II	300	1000	3200	5400	6800	7800	10000	11200	12000	12000	8000	1000			78700
III	1200	6200	9400	10200	10600	12000	13000	13800	14800	16200	14400	8000	1000		130800
IV	2600	6400	10400	12000	12200	12600	13000	13800	14800	16400	18000	15400	6400	400	154400
V	2400	6400	10400	12000	12200	12600	13000	13800	14800	16200	16000	13600	8400	1650	153450
VI	2000	6400	10800	12000	12200	12600	13000	13800	14800	13800	11000	9600	7000	3600	142600
VII	1600	5000	9200	17200	12200	12600	13000	13800	13600	10000	4000	3600	2400	1500	119700
VIII	1400	4600	7200	9600	11000	11000	12200	12800	10000	6000	100				85900
XIX	1000	3000	5000	6000	7800	8600	9200	9400	6000	1500					57500
X	300	900	1800	3000	4600	3600	5600	4600	2000	100					26500
XI		100	500	750	1600	2400	2000	600							7950
XII					300	400	300								1000
Σ	12800		68100	88650	92500	97850	10830	11160	10720	96200	72500	51200	25200	7150	979250

$P_1 = 979250 \text{ т}$

Приложение 12

Ряды	Столбцы														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Σ
I			100	100	1000	1650	3000	4000	4200	4000	1000				18950
II		100	800	5400	6800	7800	10000	11200	12000	11800	8000	1000			74900
III	100	3400	3200	10200	10600	12000	13000	13800	14800	16200	14400	8000	1000		120700
IV	800	6200	3400	12000	12200	12600	13000	13800	14800	16400	18000	15400	6400	400	145400
V	2400	6400	10400	12000	12200	12600	13000	13800	14800	16200	16000	13600	8400	1650	153450
VI	2000	6400	10800	12000	12200	12600	13000	13800	14800	13800	12000	9600	7000	3000	143000
VII	1600	5000	9200	17000	12200	12600	13000	13800	13600	10000	4000	3600	2400	1500	119500
VIII	1400	4600	7200	9400	11000	11000	12200	12800	10000	6000	100				85700
XIX	1000	3000	5000	5800	7800	8600	9200	9400	6000	1600					57400
X	300	1000	1800	3000	4600	3600	5600	4600	2000	100					26600
XI	9600	100	500	1000	1600	2400	200	600							6400
XII				50	200	400	300								950
Σ	9600	36200	52300	87950	92400	97850	105500	111600	107000	96100	73500	51200	25200	6550	952950

$P_2 = 952950$  т.

$$P_{cp} = \frac{P_1 + P_2}{2} = 966100$$

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_{cp}} * 100 = \frac{979250 - 952950}{966100} * 100 = 2,72 \%$$

## Содержание

Введение.....	3
Цель и задачи выполнения курсового проекта.....	3
1. Исходные данные к выполнению курсового проекта.....	4
2. Требования к содержанию курсового проекта.....	10
2.1. Порядок изложения пояснительной записки.....	10
2.2. Графическая часть курсового проекта.....	11
3. Порядок выполнения курсового проекта .....	12
4. Литература.....	21
5. Приложение.....	22

Редактор Ахметжанова Г.М.

