

Министерство образования и науки
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Кафедра геологии и природопользования

РАЗВЕДКА И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания к контрольной работе

Благовещенск 2012

УДК 658.012.02 (075.83)

РАЗВЕДКА И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ: Методические указания по выполнению контрольной работы / Амурский государственный университет. Сост.: *А.И.Дементиенко*. Благовещенск, 2012. 15 с.

В методических указаниях даны рекомендации по выполнению и оформлению контрольной работы по дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых», предусмотренной государственным образовательным стандартом для студентов, обучающихся по программе подготовки горных инженеров-геологов. Рассмотрены примеры решения задач, возникающих при ведении разведочных работ, даны методические указания по их решению, указаны задания для самостоятельного решения и контрольной работы. Определён перечень учебной и справочной литературы, а также действующих нормативных документов по ведению разведки и геолого-экономической оценки месторождений твёрдых полезных ископаемых.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения специальности 130301 «Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых».

Табл.18. Ил.1. Библиогр.: 7 назв.

Научный редактор д.г.-м.н. *В.Е. Стриха*

ВВЕДЕНИЕ

Цель контрольной работы по разведке и геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых состоит в закреплении у студентов навыков использования теоретических знаний для решения практических производственных задач. В процессе выполнения работы студент, руководствуясь учебными и справочными пособиями, инструктивными и нормативными документами, должен решить конкретные примеры задач. Особое внимание необходимо уделить требованиям к обоснованию видов и способов, а также контроля опробования; выбору кондиций на минеральное сырье и их обоснованию; подсчету запасов; классификации запасов; факторам, определяющим выбор технических средств разведки. При экономической оценке месторождения обязательно рассчитывается влияние погрешностей и систем разведки на оценку месторождений полезных ископаемых.

Контрольная работа выполняется путем решения четырех типов задач:

- на элементы проектирования геологоразведочных работ (ГРР);
- на исследование изменчивости геолого-промышленных параметров;
- по разведке месторождений полезных ископаемых (МПИ);
- по геолого-экономической оценке (ГЭО) МПИ.

Задачи позаимствованы из учебного пособия «Задачник для лабораторных занятий по курсу «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» (1975).

Предлагается 4 варианта заданий по 4 задачи в каждом варианте. Студенты, фамилии которых начинаются на буквы с «А» по «Ж», выполняют I вариант контрольной работы, с «З» по «О» – II вариант, с «П» по «Ц» – III вариант и, наконец, с «Ч» по «Я» – IV вариант контрольной работы.

Контрольная работа оформляется на компьютере на одной стороне листа формата А4 в соответствии с действующим стандартом ГОУВПО «АмГУ» «Правила оформления дипломных и курсовых работ (проектов)» и инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы. Графическим материалам, а также таблицам присваивают номера, на которые в тексте делаются ссылки.

Работа, выполненная студентом, может быть представлена для оценки преподавателем в печатном (на бумажном носителе) или в электронном (на диске CD-R) виде.

1. ЗАДАЧИ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ДОКУМЕНТАЦИЮ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

Задачи на проектирование выработок неизбежно входят в задачи других разделов, в частности разведки месторождений, где и даны соответствующие методические указания. Методические указания по геологической документации специфичны и они приводятся в ходе решения каждой задачи. Учитывая, что на практике при проектировании выработок часто приходится пользоваться определенными графическими приемами, рассмотрим одну из задач с применением распространенных графических построений.

Пример. На рис. 1 показан выход пласта марганцевых руд на поверхность (мощность наносов на участке 0,5 м).

Требуется:

- 1) определить элементы залегания пласта (азимуты простирания и падения, угол падения), нормальную мощность;
- 2) с целью уточнения элементов залегания пласта на глубине выбрать место для заложения трех скважин (расположенных не на одной прямой) с проектными глубинами подсечения кровли пласта 15, 30 и 50 м от поверхности.

Рис. 1. План выхода пласта марганцевых руд на поверхность

Решение задачи.

Элементы залегания определяются графически.

1. Линии, соединяющие одинаковые абсолютные отметки кровли или почвы пласта (стратоизогипсы), являются линиями простирания (например, линии *AB*, *CD* и т. п.). Таким образом, пласт имеет широтное простирание.

2. Уменьшение отметок стратоизогипс пласта к северу свидетельствует об его падении в данном направлении.

Для определения угла падения замеряется расстояние между

стратоизогипсами (кровли или почвы) в плане EF и в масштабе карты по вертикали откладывается разность их абсолютных отметок $EK=10$ м. $\angle EFK$ – угол падения. (Для повышения точности построения можно расстояние в плане измерять через одну-две стратоизогипсы, отложив по вертикали соответствующие разности их отметок.)

3. Для определения нормальной мощности пласта первоначально определяется его горизонтальная мощность. Кратчайшее расстояние между одноименными стратоизогипсами кровли и почвы LM является горизонтальной мощностью пласта. Замерив горизонтальную мощность, зная угол падения, графически определяют нормальную мощность PS .

4. Места заложения скважин определяются по разности отметок горизонталей рельефа и стратоизогипс в точках их пересечения; например, в точке 0 отметка рельефа 30 м, стратоизогипса кровли 20 м. Глубина до кровли пласта 10 м.

3. ЗАДАЧИ НА ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Одним из главных факторов, определяющих выбор системы разведки месторождений, в частности выбор плотности разведочной сети¹, является изменчивость геолого-промышленных параметров, которая связана с плотностью сети наблюдений некоторым критерием, характеризующим достоверность разведки.

У изменчивости следует различать характер и степень. По характеру изменчивость делится на случайную и закономерную, которые встречаются в различных сочетаниях. В одних случаях преобладает случайная, в других – закономерная изменчивость.

Степень изменчивости бывает разная. Для ее измерения требуется введение меры изменчивости, что достигается созданием математических

¹ Плотность, или густота, разведочной сети определяется как расстояние между разведочными выработками, количество разведочных выработок на единицу площади участка. Главным фактором, определяющим плотность разведочной сети, является степень и характер сложности месторождения.

моделей последней, отражающих те или иные стороны изменчивости и опирающихся на определенные исходные предпосылки.

Широко применяется статистическая модель изменчивости, которая основана на предположении, что измеренные значения геолого-промышленных параметров: мощности полезных ископаемых, содержаний компонентов в рудах и др., – являются независимыми случайными величинами. Мерой изменчивости в данной модели является коэффициент вариации V значений геолого-промышленного параметра, вычисляемый по формуле

$$V = \frac{\sigma}{\bar{C}} \times 100\%,$$

где σ – среднеквадратичное отклонение.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (C - \bar{C})^2}{n}},$$

где \bar{C} – среднеарифметическое значение параметра C .

$$\bar{C} = \frac{\sum C}{n},$$

где n – число наблюдений.

Расчет ведется в форме, показанной в таблице 3.1.

№№ пп	Измерение значения C	$C - \bar{C}$	$(C - \bar{C})^2$
Сумма	$\sum C$	–	$\sum (C - \bar{C})^2$
Среднее	\bar{C}	–	σ^2

Коэффициент вариации позволяет оценить относительную среднеквадратичную погрешность $\delta_{отн.}$ (в %) среднеарифметического значения параметра C по формуле

$$v \diamond V_{r''} = \sim / T '$$

Если погрешность задана, то эта формула позволяет определить необходимое число наблюдений n . T - e - плотность разведочной сети. Значения n колеблются в пределах 5—20%.

В. В. Богацкий выдвинул упрощенную и более грубую статистическую модель изменчивости, основанную на измерении размаха независимой случайной величины. Мерой изменчивости геолого-промышленного параметра, по В. В. Богацкому, является показатель 'неравномерности оруденения НП, равный отношению максимального значения параметра S_{max} к среднему значению;

J_{max}

$c \sim$

$n_{п} = c$

Показатель неравномерности связанностью аналогии $D[f]$ соотношением

$2(n_{п} - 1)$

D

$n_{п}$

предельной погреш-

$n - 1$

По этой формуле можно вычислять необходимое число наблюдений n при заданной погрешности $D_{пр}$. Для расчетов может быть принята в пределах 0,1—0,2.

Отметим, что для рассмотренных статистических моделей не играет роли пространственное расположение разведочных выработок, что вытекает из независимости значений параметра.

Учет пространственного расположения точек наблюдений выполняется в математической модели Д. А. Казаковского, основанной на вторых разностях значений параметра. В случае прямолинейного закономерного изменения значений параметра вторые разности равны нулю. Чем больше поведение параметра отличается от закона прямой линии, тем бол)ше

вторые разности по

3. ЗАДАЧИ ПО РАЗВЕДКЕ

Решение предлагаемых ниже задач, как и любых вопросов разведки в производственных условиях, всегда должно начинаться с анализа имеющихся данных об изучаемом объекте (геологических, геофизических, разведочных) и углубленного анализа факторов, контролирующих месторождения, отдельные тела полезного ископаемого и наиболее богатые их участки (рудные столбы). При этом даже в случаях ограниченного количества фактических данных следует стремиться выделить главное тело полезного ископаемого (если их несколько), определить характер и степень его изменчивости, а также геолого-промышленный тип месторождения по классификациям ГКЗ или учебных пособий.

При анализе геологических данных, руководствуясь известными представлениями о закономерностях пространственной локализации месторождений и отдельных тел полезных ископаемых, сначала нужно выявить конкретные для данного объекта рудоконтролирующие факторы (предпосылки), вытекающие из условия задачи или рисунка к ней. Затем необходимо геометризовать в пространстве известные и предполагаемые на основе предпосылок тела полезного ископаемого или рудоконтролирующие факторы.

В разведочном деле известны многочисленные виды и приемы геометризации месторождений, но первостепенными из них всегда являются геологическая карта или план поверхности месторождения, погоризонтные планы, поперечные и продольные разрезы; вертикальные и продольные проекции. В ряде случаев дополнительно требуется изображать гипсометрические планы кровли или почвы тела полезного ископаемого и отдельных нарушений, планы в изолиниях мощности тела, содержания компонентов, графики изменчивости или корреляционных связей геолого-

промышленных параметров месторождения, сортовые планы и т. п. Некоторые приемы геометризации рудоконтролирующих факторов приведены на рис. 2.

Следует иметь в виду, что при геометризации рудных тел во внимание принимаются преимущественно надежно установленные факты и геологические закономерности, на которые опираются все дальнейшие суждения и построения.

¹ Под геометризацией здесь и далее понимаются любые графические изображения объектов разведки – от простейших зарисовок и схем до геологических карт, разрезов, гипсометрических планов, проекций, моделей и т. п.

Рис. 2. Примеры геометризации при наличии структурного (а, б, в) и структурно-литологического контроля оруденения (г)

1 – дорудные тектонические трещины; 2 – тектонические нарушения с глиной трения; 3 – контуры рудных тел на ровной дневной поверхности или на любом заданном горизонте (в данном случае абсолютная отметка заданного горизонта +500 м); 4 – прогнозируемые контуры рудных тел на горизонтах +485 м (б) и +470 м (в, г); 5 – границы рудных тел в проекции на горизонтальную плоскость; 6 – известняки на горизонте +500 м; 7 – элементы залегания; 8 – изогипсы рудоконтролирующих трещин и подошвы литологически благоприятного горизонта (известняков); 9 – устья и направления разведочных скважин, которые не встретят рудных тел ниже отметки +495 м при любых зенитных углах; 10 – устья и направления разведочных скважин, могущих при соответствующих углах наклона встретить рудные тела на отметках +485 м (б) или +470 м (г); 11 – глинистые сланцы; 12 – известняки на горизонте с отметкой +470 м.

Первый пример. Рудное тело контролируется структурным фактором – пересечением двух дорудных вертикальных трещин (рис. 2, а). На плане пересечение этих трещин представлено точкой, расположенной приблизительно в центре рудного тела, а в пространстве – вертикальной линией, являющейся «осью» рудного тела. Следовательно, это трубообразное тело имеет вертикальное падение и с глубиной не должно менять своих размеров до тех пор, пока не изменятся какие-либо свойства рудоконтролирующего фактора, например характер и элементы залегания трещин, или пока не проявится влияние других факторов (переход трещин с глубиной в иные породы, явления вертикальной зональности и т. п.).

Если же рудное тело контролируется участком пересечения двух наклонных или крутопадающих трещин (рис. 2, б), то с помощью построения изогипс этих трещин нетрудно убедиться, что оно погружается на глубину под определенным углом скатывания, не меняя или меняя свои параметры в соответствии со сказанным выше. Положение центра этого рудного тела на любом горизонте определяется точкой пересечения изогипс, имеющих одинаковые отметки.

Второй пример. Рудовмещающая или рудоконтролирующая трещина (структурный фактор) характеризуется изменчивыми азимутами простирания и углами падения (рис. 2, в). Рудный столб контролируется

приоткрытым отрезком трещины, имеющим меридиональное простирание. Следовательно, длина рудного столба по простиранию с глубиной будет меняться в зависимости от изменения длины указанного отрезка. Построив изогипсы всех отрезков изогнутой по простиранию трещины, видим, что с глубиной длина рудного столба увеличивается и на 30 м ниже поверхности она уже в два раза больше. Видно также южное склонение и юго-восточное скатывание рудного столба.

Третий пример. Рудное тело пространственно подчинено структурно-литологическому контролю, оно приурочено к участку пересечения дорудной тектонической трещины с литологически благоприятным для оруденения горизонтом пород (рис. 2, *г*). При исчезновении одного из рудоконтролирующих факторов (в данном случае на выходах трещин за пределы благоприятного горизонта) исчезает и оруденение.

Вполне очевидно, что при уменьшении или увеличении мощности благоприятного горизонта на глубину будет соответственно меняться и длина рудного тела по простиранию (вдоль трещины). Для определения пространственного положения и размеров рудного тела на любом заданном горизонте строим изогипсы трещин и, например, почвы благоприятного горизонта. Если мощность последнего с глубиной меняется, необходимо построить изогипсы и его кровли. Положение северной точки выклинивания рудного тела (рис. 2, *г*) на любом горизонте определяется пересечением изогипс трещины и подошвы благоприятного горизонта, имеющих одинаковые высотные отметки.

Аналогично на любом горизонте можно найти положение центра и любой другой точки рудного тела. Из построений видно, что рассматриваемое тело погружается в юго-западном направлении. Угол погружения или скатывания можно найти путем построения разреза вдоль горизонтальной проекции рудного тела.

Рассмотренные примеры наглядно показывают, что в ряде случаев при

проектировании разведочных работ недостаточно иметь только обычные геологические планы и разрезы, а требуются и другие виды геометризации. Без этого даже правильно, на первый взгляд, заданные разведочные выработки (вкрест простирания и навстречу падению) могут не подсечь рудное тело и тем самым дать материал для неправильного заключения о выклинивании оруденения на глубину. Результаты геометризации месторождений и рудопроявлений определяют пространственное размещение, типы, глубины и густоту разведочных выработок, т. е. они служат важнейшей основой при выборе оптимальной системы, разведки. Какие виды геометризации следует применять при решении той или иной лабораторной задачи, указывается в условиях задач.

При выборе системы разведки кроме результатов геометризации следует учитывать геолого-промышленный тип месторождения, степень его изменчивости, поставленные перед разведкой задачи (стадию разведки) и предполагаемый или уже применяемый способ разработки. При разведке крупных месторождений, характеризующихся относительно небольшой степенью изменчивости (месторождения I, II, иногда III групп), предпочтение отдается буровым скважинам. На средних и мелких по масштабу запасов месторождениях, характеризующихся высокой степенью изменчивости (месторождения III, IV и особенно V групп), предпочтение отдается комбинации горных выработок и буровых скважин или приходится вести разведку только горными выработками.

На стадии предварительной разведки главной задачей является определение промышленного значения месторождения. Для этого необходимо оконтурить месторождение в кратчайшие сроки на поверхности и на глубину, определить его масштаб, качество и области использования полезного ископаемого, составить технико-экономический доклад. Это наиболее ответственная стадия разведки, на которой решается будущее месторождения. Однако в ее начале имеется еще мало фактических данных, поэтому система разведки выбирается исходя из прогнозных построений

либо по аналогии с разведанными однотипными месторождениями. В дальнейшем, по мере развития фронта разведочных работ, накопления фактических данных и расширения представлений о геологических закономерностях производится уточнение геометризации. Появляется, возможность более обоснованного выбора системы разведки, с применением соответствующих методов: статистических, аналитических, метода разрежения, технико-экономических сравнений и т. п. Однако в ряде предлагаемых ниже задач по предварительной разведке такой возможности нет, поскольку они базируются главным образом на данных поисково-разведочных работ. Поэтому при решении задач нужно руководствоваться следующими указаниями.

1. В стадию разведки месторождение на поверхности должно быть детально разведано и оконтурено с помощью канав, траншей, неглубоких шурфов, картировочных скважин и геофизических методов.

2. На глубину, по падению и на флангах месторождение оконтуривается редкой сетью горных выработок, скважин или тех и других. При этом на верхних горизонтах и на богатых участках сеть разведочных выработок должна быть гуще, а на участках выклинивания тел полезного ископаемого по падению достаточно единичных выработок или скважин. Обязательно следует предусматривать проходку «законтурных» выработок для подтверждения отсутствия оруденения за пределами прогнозных или фактических контуров рудных тел.

3. Глубина выклинивания по падению определяется по результатам геометризации или по аналогии с изученными однотипными месторождениями. Если рудные тела по падению не выклиниваются, то предельная глубина предварительной разведки для крупных рудных и угольных месторождений принимается равной 1000-1500 м, а для средних и мелких – порядка 500 – 600 м.

4. Густота разведочной сети на глубину выбирается по Методическим указаниям МПР РФ (ранее – по инструкциям ГКЗ) или по таблицам учебных

пособий. Для рудных и многих нерудных месторождений на стадии предварительной разведки расстояние между выработками по вертикали обычно принимается равным двойной высоте эксплуатационного горизонта (нормальная высота горизонта равна 40 – 50 м), а по простиранию – длине или удвоенной длине эксплуатационного блока (нормальная длина блока 40 – 60 м). Важно, чтобы разведочные выработки задавались с расчетом подсечения рудных тел на отметках будущих эксплуатационных горизонтов. Для ускорения разведки следует на один и тот же горизонт или на разные горизонты задавать одновременно несколько выработок (например, штолен), если это позволяют рельеф местности и принятая система разведки.

5. В практике разведки расстояние между канавами и траншеями для большинства рудных и многих нерудных месторождений принимается равным от 15 до 50 м в зависимости от сложности строения месторождения и изменчивости его геолого-промышленных параметров. Если на глубину разведка ведется комбинацией горных выработок и буровых скважин, то верхние один-два горизонта разведуются горными выработками, часто с применением подземного короткометражного бурения, а глубже – скважинами, задаваемыми с поверхности. При этом первые один-два ряда скважин проходятся по той же сети, что и подземные горные выработки, а глубже – по сети, разреженной в два раза или более.