

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Двоеглазов Семен Иванович
Должность: Директор
Дата подписания: 30.06.2025 15:23:55
Уникальный программный ключ:
2cc3f5fd1c09cc1a69668dd98bc3717111a1a535



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Старооскольский филиал
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
**«Российский государственный геологоразведочный
университет имени
Серго Орджоникидзе»
(СОФ МГРИ)**

С.М. Пилюгин

***ОСНОВЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ***

Методические указания к выполнению курсового
проекта

*Учебное пособие
для студентов специальности
21.05.03 «Технология геологической разведки»*

Старый Оскол, 2022

УДК 550.812.14

ББК 26.341

Рецензент: К.А. Савко, профессор, доктор геолого-минералогических наук (ВГУ)

Пилюгин С.М.

Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Методические указания к выполнению курсового проекта. /С.М. Пилюгин – Старый Оскол: СОФ МГРИ, 2022, – 48 с.

В методических указаниях содержится расширенное теоретическое обоснование, последовательность и порядок выполнения курсового проекта по предмету «Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых». Для студентов технических специальностей высших учебных заведений

©СОФ МГРИ

© С.М. Пилюгин

Оглавление

Введение	4
1. Теоретическое обоснование	5
1.1 Поиски месторождений полезных ископаемых	8
1.1.1 Поисковые признаки	8
1.1.2 Поисковые методы	9
1.2 Разведка месторождений полезных ископаемых	20
1.2.1 Технические средства эксплуатационной разведки	20
1.2.2 Основные методы и системы эксплуатационной разведки	23
1.2.3 Форма и плотность разведочной сети	26
2. Порядок выполнения курсового проекта	34
3. Перечень рекомендуемой литературы для выполнения курсового проекта	41

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие имеет цель помочь студентам, обучающимся по специальности Технология геологической разведки составить курсовой проект и освоить дисциплину «Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых». В пособии выделены три блока: 1) теоретическое обоснование; 2) порядок выполнения курсового проекта; 3) перечень рекомендуемой литературы для выполнения курсового проекта.

Целью курсового проекта является изучение способов эффективного поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

Выполнение курсового проекта позволит будущему специалисту освоить основные принципы ведения поисковых и разведочных работ в зависимости от вида полезного ископаемого, промышленного и генетического типов оруденения, масштабов и сложности геологического строения месторождений.

Данное пособие будет полезным студентам и при изучении лекционного материала, и при выполнении заданий лабораторного практикума, и в процессе прохождения учебно-производственных практик.

Пособие предназначено для студентов – геологов, обучающихся в технических вузах.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

В основе процесса изучения недр лежит принцип *последовательных приближений*, в соответствии с которым производится последовательная локализация объема недр, подлежащего дальнейшему все более детальному изучению и, наконец, освоению. В соответствии с этим принципом во всем мире процесс изучения недр принято разделять на ряд последовательных стадий, по результатам каждой из которых может быть принято решение о целесообразности проведения следующей (Табл. 1).

Поиски месторождений полезных ископаемых проводятся с целью выявления прямых признаков (проявлений) полезных ископаемых. Поиски могут выполняться в масштабах от 1:200000 до 1:10000 в зависимости от вида полезного ископаемого, типа месторождений, размера перспективных площадей и т.д. Границами площадей поисковых работ, как правило, служат границы выделенных при региональном геологическом изучении перспективных зон (участков), независимо от их положения на топографических планшетах.

Комплекс поисковых исследований может включать геологические, геофизические и геохимические исследования, поисковое дешифрирование аэрокосмофотоматериалов, с вскрытием при необходимости представительных горизонтов, коренных пород или перспективных структур (пластов) на глубине буровыми скважинами или поверхностными горными выработками (канавы, шурфы).

Таблица 1.

Наименование стадий		Объект изучения	Цель изучения
Россия	ООН		
Региональное геологическое изучение	Recognaissance (рекогносцировка)	Геологические области, районы (в листах топокарт)	Выявление перспективных зон, структур, районов. Системное геологическое изучение и составление карт
Поиски	Prospecting (поиски)	Перспективная зона, структура, район	Выявление месторождений
Оценка	General exploration (Общие исследования)	Месторождение	Оценка целесообразности освоения
Разведка	Detailed exploration (детальные исследования)	Месторождение или его часть	Подготовка к освоению

Рациональный комплекс методов формируется на основе имеющегося опыта с учетом геологического строения районов, вероятных признаков искомых месторождений и ландшафтно-географических условий территорий.

Результатом поисковых работ должны явиться выделенные рудопроявления полезных ископаемых, перспективные геофизические или геохимические аномалии. По результатам поисков дается также общая оценка перспектив изученной площади в отношении

возможных масштабов развития полезных ископаемых (оценка прогнозных ресурсов).

Как правило, поисковые работы выполняются за счет средств инвесторов, заинтересованных в выявлении новых месторождений конкретного вида сырья в данном конкретном районе на условиях риска.

Разведка месторождений проводится с целью получения исходных данных для составления технического проекта освоения месторождения в целом или его участка выделяемого под освоение первой очереди.

Объектом исследований является месторождение или его часть, закрепленная за пользователем в виде горного отвода оформленной лицензией. Разведка может проводиться также в процессе освоения месторождения с целью расширения сырьевой базы действующего предприятия. Между работами по подготовке к освоению и по расширению имеющейся базы нет регламентированных временных и пространственных границ, если это не оговорено в лицензии.

При разведочных работах завершается изучение геологического строения месторождения с поверхности и детально изучаются формы, размеры и условия залегания тел полезного ископаемого на глубине в объеме недр, соответствующем первой очереди отработки с оценкой запасов полезного ископаемого в них. Оцениваются также общие запасы месторождения с точностью, отвечающей минимизации экономического риска. Получается также вся необходимая геологическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая и технологическая информация, необходимая для выполнения технико-экономических расчетов по проектированию добычного предприятия.

По результатам разведки составляется отчет с подсчетом запасов, подлежащий государственной экспертизе [1, 2, 3].

1.1 Поиски месторождений полезных ископаемых

1.1.1 Поисковые признаки

Под ними понимают определенные факторы и явления, указывающие на наличие или возможность выявления месторождений полезных ископаемых в определенном месте. Поисковые признаки разделяются на прямые и косвенные: первые из них непосредственно указывают на наличие месторождения, а вторые косвенно свидетельствуют о возможности обнаружения оруденения [1, 2].

К прямым признакам относятся:

- 1) выходы полезных ископаемых на дневную поверхность;
- 2) ореолы и потоки рассеивания вещества полезных ископаемых;
- 3) следы старых горных работ или переработки полезных ископаемых, или исторические данные о горной промышленности.

К косвенным относятся:

- 1) изменения околорудных пород (скарнообразование, грейзенизация и др.);
- 2) различие в физических свойствах (плотность, твердость, магнитность, электропроводность и пр.) полезных ископаемых и вмещающих пород;
- 3) характерные особенности рельефа (своды, прогибы, флексуры, карсты);
- 4) ботанические (изменение состава растительного мира над рудными телами).

К примеру, шлиховые потоки и россыпи образуются за счет химически устойчивых и обломочных с большей плотностью минералов, выносящихся из коренного месторождения. К ним относятся (в порядке убывания

удельного веса) платиноиды, золото, киноварь, касситерит, вольфрамит, колумбит-танталит, магнетит, монацит, пиролюзит, циркон, ильменит, барит, хромит, корунд, кианит, топаз, алмаз, апатит, флюорит, гранат.

Отделение шлиховых материалов от жильных начинается еще в элювии, продолжается в делювии, заканчивается в аллювии. При перемещении водными потоками минералы измельчаются, окатываются и сортируются. Установлено, что при перемещении в водном потоке диаметр исходных частиц касситерита уменьшается вдвое на расстоянии 15-20 км для фракции 3 мм и на расстоянии 200-250 км для 0,25 мм.

Различие в плотности минералов обуславливает их сортировку. Тяжелые минералы осаждаются в местах уменьшения скорости течения потоков и сосредотачиваются в нижних слоях рудных отложений (т.н. «плотик»). О дальности переноса минералов можно судить по степени окатанности и сохранности формы кристаллов. Сrostки кристаллов позволяют иногда определять генетический тип коренного месторождения и его минеральный состав.

1.1.2 Поисковые методы

Поисковые работы основаны на установлении и прослеживании рудных ореолов, образующихся по периферии и в стороне от коренных залежей, сильно расширяющих площадь, которую можно фиксировать, с последующим ее детальным обследованием для обнаружения самих залежей [1]. Поиски месторождений могут проводиться как с поверхности, так и на глубине для погребенных и невскрытых эрозией рудных тел.

В практике **поверхностных поисковых работ** наиболее часто используются следующие методы:

- 1) *поиски по рудным валунам;*
- 2) *поиски по шлихам;*
- 3) *геохимическая съемка.*

1) Рудные валуны отрываются от верхних, разрушающихся частей рудных залежей и могут быть перемещены в сторону от коренных тел движением ледников и сползанием делювия. Встреча таких валунов при геологических исследованиях и прослеживание в направлении, обратном их перемещению, может привести к открытию месторождений.

Ледниковый валунный способ поисков применяется на площадях четвертичного оледенения; он сводится к фиксации рудных валунов в ледниковых отложениях, выявлению закономерности их распространения (определение ледникового веера) и установлению места коренных залежей (Рис. 1).

Ореолы рудных валунов делювиального генезиса по форме различны. Среди них выделяют четыре основных вида форм: а) широкие трапециевидные; б) сходящиеся кверху в форме треугольника; в) линейно вытянутые; г) прерывистые.

Расширяющиеся книзу трапециевидные шлейфы рудных валунов свойственны крупным рудным телам, располагающимся по ровному и относительно пологому склону и залегающим в верхней части ореола рудных валунов (Рис. 2).

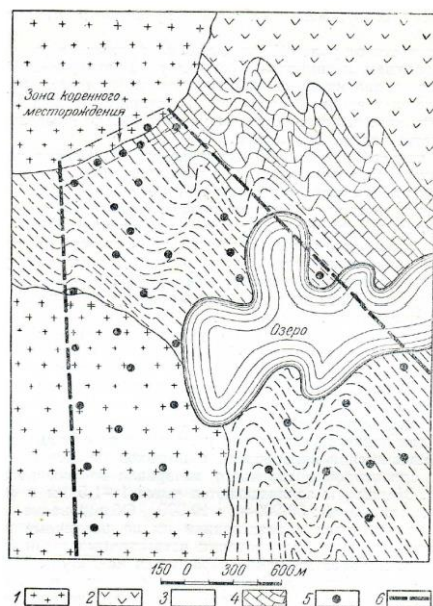


Рис. 1 Ледниковый веер рудных валунов по [1]. 1- граниты; 2- диабазы; 3- сланцы; 4- доломиты; 5- рудные валуны; 6- границы рудного веера

Сходящиеся кверху в форме треугольника рудные осыпи характерны для небольших изометричных в плане рудных залежей или линейных тел вытянутых вниз по склону (Рис. 3).

Линейно вытянутые рудные осыпи встречаются по крутым, хорошо расчлененным склонам оврагов, в верхних частях которых расположены коренные породы (Рис. 4).

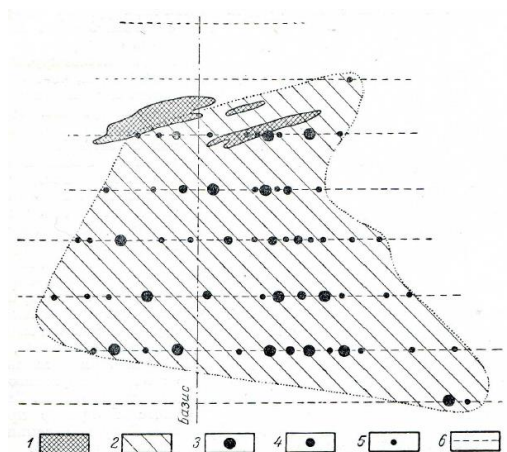


Рис. 2 Ореол рудных валунов трапециевидной формы по [1]. 1 – проекция рудных тел; 2- площадь ореола рудных валунов; 3- рудные валуны диаметром более 30 см; 4- рудные валуны диаметром 10-30 см; 5- рудные валуны диаметром менее 10 см; 6- линии съемки.

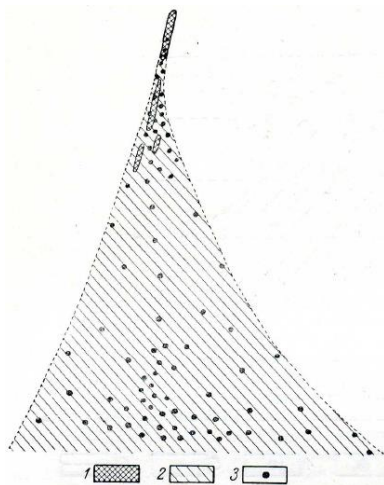


Рис. 3 Ореол рудных валунов треугольной формы по [1]. 1- проекция рудных тел; 2- площадь ореола валунов; 3- рудные валуны.

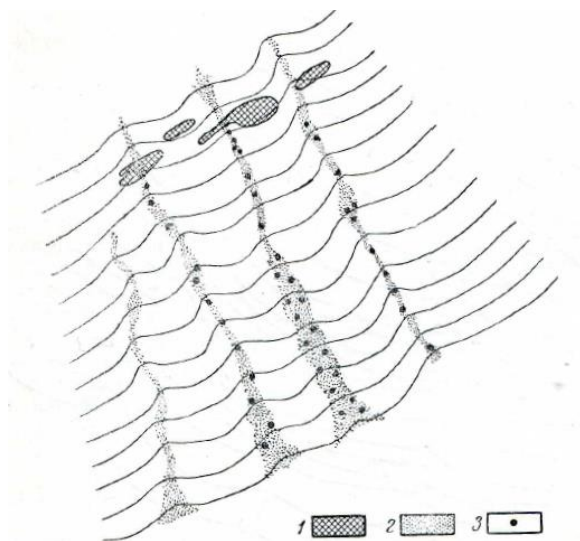


Рис. 4 Линейно вытянутый ореол рудных валунов по [1]. 1-рудные тела; 2-осыпи; 3-рудные валуны.

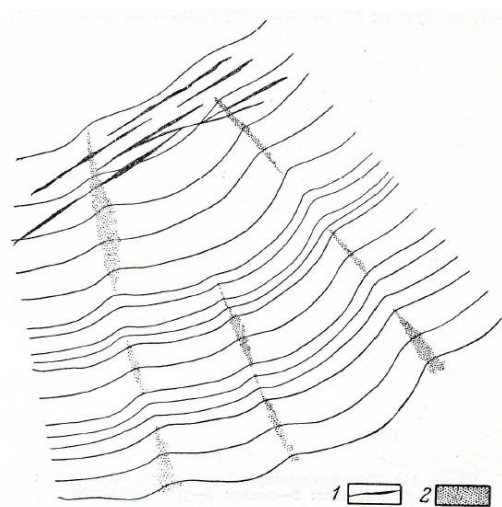


Рис. 5 Прерывистый ореол рудных валунов по [1]. 1-рудные жилы; 2- рудная осыпь.

Прерывистые делювиальные рудные осыпи создаются на сильно расчлененных и крутых склонах. Здесь обломочный рудный материал, скатываясь вниз, обычно вдоль отдельных понижений, пролетает крутые участки склона, частично задерживаясь в более пологих интервалах (Рис. 5).

В целом поиск по рудным валунам предполагает прохождение маршрутов вкрест простираения обломочного веера и вверх по склонам, с составлением схемы рудных обломков для установления коренного источника [1, 2, 3].

2) Поиски по шлихам осуществляются при систематическом шлиховом опробовании рыхлых, главным образом, речных отложений, изучении минералогического состава шлихов, определении условий распределения и концентрации полезных минералов шлиха в районе поисков для открытия россыпных и коренных месторождений этих минералов. Шлиховой поиск осуществляется в несколько стадий: сбор шлихов, изучение шлихов, составление шлиховых карт и их интерпретация.

Отбор шлихового материала целесообразно проводить в нижних частях крутых намывных берегов (вблизи плотика), а также на интервалах замедления или завихрения течения – косы, перекаты, запрудины и т.д. Опробованию могут также подвергаться бровки речных террас и долины рек.

Шлихование осуществляется при помощи специального оборудования – лотка, азиатского ковша, вашгерда, рокера, бутары.

Шлиховые пробы отбираются более или менее равномерно по речной сети с опробованием, как главных артерий, так и всех притоков. При этом особенно тщательно опробуются участки, расположенные непосредственно ниже притоков, так как в этих местах наиболее легко зафиксировать материал, выносимый

притоком, выделить его среди материала, переносимого рекой, и в случае, если он представлен значительными концентрациями минералов полезных ископаемых, направить первоочередные исследования вдоль этого притока. Для этого целесообразно непосредственно ниже притока, а также в устье его, отбирать группы проб от 3 до 6 штук.

Шлиховые карты составляются геологами на основании данных минералогического анализа шлихов. Выделяют три наиболее распространенных вида шлиховых карт: точечная, кружковая, ленточная.

Точечная карта содержит места отбора проб по гидросети и ценные минералы (либо минералы-спутники) в пробах (Рис. 6). Это наиболее простой и в тоже время наименее информативный способ отражения данных шлихового опробования.

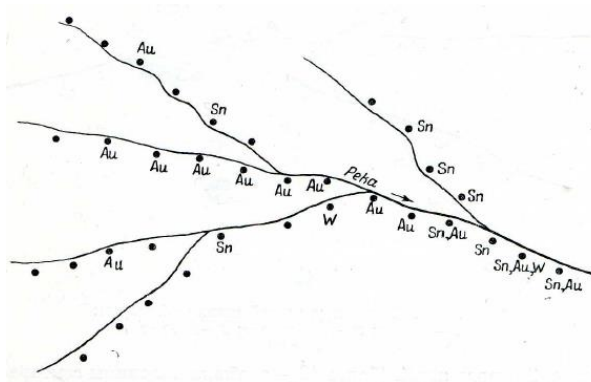


Рис. 6 Точечная шлиховая карта по [1]

Кружковая шлиховая карта отражает не только место отбора и минералогию пробы, но и дает характеристику объема отобранной пробы (Рис. 7).

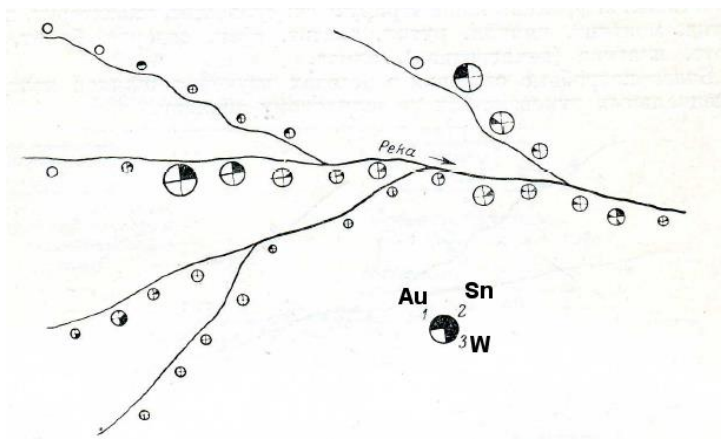


Рис. 7 Круговая шлиховая карта по [1]

Логическим продолжением круговой карты является ленточная карта, в которой наличие ценных минералов в шлихе отмечается полосками различной ширины, пропорциональной их количеству (Рис. 8).

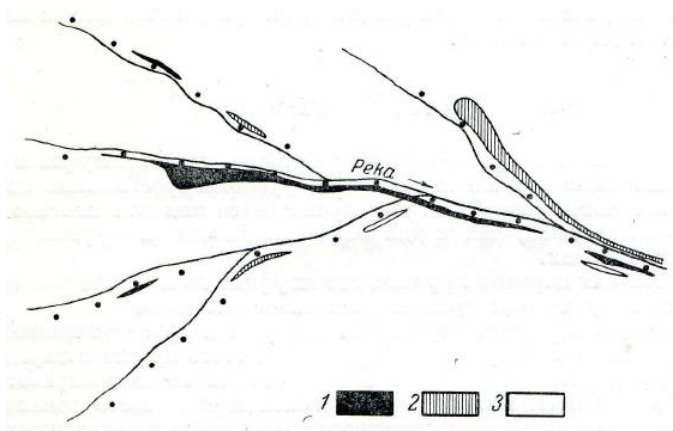


Рис. 8 Ленточная шлиховая карта по [1]. 1- золото; 2- касситерит; 3- шеелит

По шлиховому опробованию гидросети редко удается непосредственно обнаружить коренные месторождения. Однако шлиховые карты помогают сузить поисковые работы и выделить перспективные территории для обнаружения источников снова.

3) Геохимическая съемка проводится по механическому ореолу рассеяния рудного материала в четвертичных (часто делювиально-элювиальных) отложениях. Она осуществляется отбором рыхлых проб из закопущек, траншей (реже канав и шурфов) промывкой и анализом этих проб с оконтуриванием рудоностного ореола (Рис. 9).

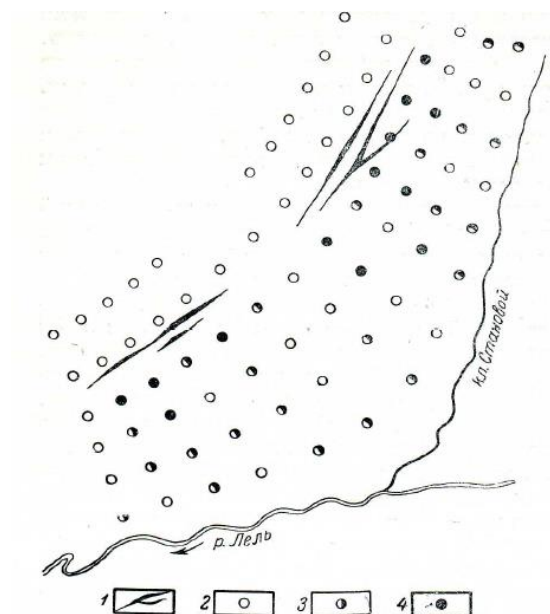


Рис. 9 Ореол рассеяния касситерита по данным геохимической съемки по [1]. 1- рудные жилы; 2- касситерит в пробе отсутствует; 3- единичные знаки касситерита; 4- весовое количество касситерита

Обычно геохимическое опробование проводится по определенной поисковой сети, зависящей от масштаба работ и задач съемки [1, 2, 3].

По результатам анализов проб составляются графики содержания металлов по профилям и карты площадей разной концентрации металла, по которым намечаются аномальные участки с повышенным содержанием металла (Рис. 10).

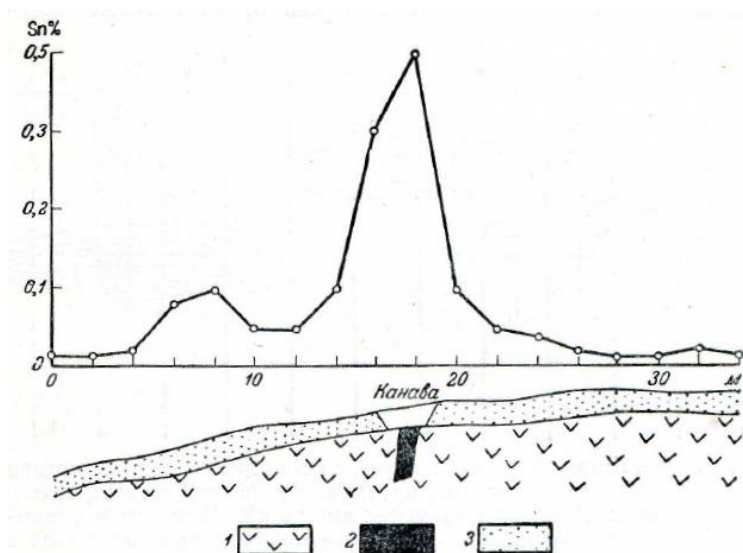


Рис. 10 Геохимический профиль поперек оловянной жилы по [1].
1- вмещающие породы; 2- рудная жила с касситеритом; 3- наносы

Не вскрытые и перекрытые рудные тела могут быть обнаружены только на основе комплексных геолого-геофизических работ включающих в себя: магниторазведку, гравиразведку, сейсмо- и электроразведку, разбуривание выделенных

геофизическими методами перспективных структур и их проходку поисково-разведочными горными выработками.

В случаях, когда поиски осуществляются на площадях прилегающих к известным рудным залежам, процесс упрощается, так как возможен переход от известному к неизвестному.

В самом деле, для многих месторождений их площадь не ограничивается территорией, на которой известны выходящие на поверхность земли рудные тела, а распространяются дальше туда, где могут быть не выходящие на поверхность рудные залежи, размеры которых нередко значительно превышают величину выходящих на поверхность рудных тел (Рис. 11).

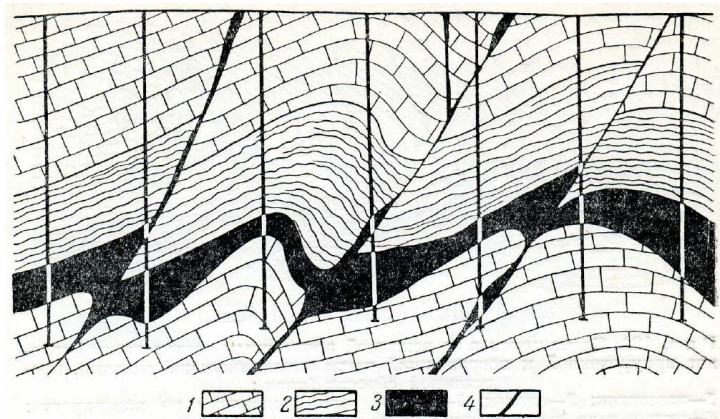


Рис. 11 Схема открытия поисковым бурением межформационной рудной залежи по мелким рудным выходам на поверхность (разрез) по [1]. 1- известняк; 2- сланцы; 3- руда; 4- тектонические трещины

Поиски не выходящих на поверхность месторождений требуют очень внимательного изучения геологического строения района, вдумчивого отношения к выбору участков, веры в возможности открытия месторождений,

основанной на знании условий их образования, выдержки и настойчивости в производстве работ.

1.2 Разведка месторождений полезных ископаемых

1.2.1 Технические средства эксплуатационной разведки

К основным техническим средствам эксплуатационной разведки относятся горные разведочные выработки и буровые разведочные скважины, а также геофизические методы. Горные разведочные выработки подразделяются на поверхностные (канавы, траншеи, расчистки, шурфы, дудки) и подземные (штольни, шахты, квершлаг, штреки, восстающие, рассечки) [2].

Наиболее информативными являются горные выработки, пройденные вкрест простирания рудоносных структур, тел и залежей. Это канавы, шурфы, дудки, квершлаг, рассечки. Другие выработки (траншеи, штреки, восстающие), пройденные по простиранию или падению рудных тел, залежей, позволяют проследить по этим направлениям прерывистость оруденения, изменчивость их морфологии качественного состава. В условиях расчлененного рельефа штольни задают либо по простиранию рудных тел, либо вкрест простирания. Шахты только с целью разведки проходят редко, чаще их назначение совмещается с отбором большеобъемных технологических проб для заводских испытаний или пробной эксплуатацией. Это так называемые разведочно-эксплуатационные шахты (РЭШ). Они могут пересекать рудное тело или быть пройденными в виде наклонных или вертикальных стволов в стороне от рудного тела, с последующей проходкой из них квершлагов.

Выбор разведочных горизонтов, сечения и радиуса закругления подземных горных выработок осуществляется

с учетом возможных систем разработки и объемов грузоперевозок. Эти выработки могут быть использованы при эксплуатации.

Буровые разведочные скважины являются универсальным техническим средством разведки. Они применяются либо в сочетании с горно-разведочными выработками, либо самостоятельно. Давая ограниченную информацию по сравнению с горными выработками, буровые скважины в то же время выгодно отличаются от них технико-экономическими показателями.

По способу разрушения горной породы в забое скважины различают вращательное и ударное бурение. При вращательном бурении эффективно применение наконечников буровых снарядов полых внутри, обеспечивающих получение ненарушенного столбика горной массы (керна), позволяющего составить геологическую колонку (разрез) по месторождению. Такое бурение называют *колонковым*. Оно является основным видом разведочного бурения на рудных месторождениях. КERN обычно отбирают по всей рудопродуктивной толще и частично по вмещающим породам.

Скважины колонкового бурения могут быть вертикальными, наклонными или горизонтальными. Их можно проходить по породам любой крепости. Вертикальные и наклонные скважины способны достигать больших глубин. Из этих скважин иногда ведется направленное бурение новых стволов. Угол подсечения скважиной рудного тела должен быть не менее 30° . Недостатки этого вида бурения: искривление ствола скважины, нередко достигающее в наклонных скважинах большой величины; неполный выход керна и возможность его избирательного истирания, искажающего качественную характеристику полезного ископаемого; ограниченный объем материала для технологических проб.

Выбор бурового агрегата и конструкции буровой вышки зависит в основном от проектной глубины разведочных скважин и условий (места) бурения – с поверхности земли, в подземных выработках или с акваторий и дна различных водоемов (рек, морей и океанов).

Проектирование наклонной скважины для подсечения крутопадающего рудного тела проводят с учетом заданных координат точек его пересечения, допустимого угла встречи и возможности искривления ствола скважины. Точки встречи скважин с рудным телом должны образовать в его плоскости правильную геометрическую сеть.

Колонковое бурение скважин может осуществляться станками 300М, ЗИФ, 650М, 1200МР, СБА-800, УКБ-7 и др.

Другие виды вращательного бурения с разрушением горной породы по всему забою скважины - роторное и турбинное. Они широко применяются при разведке нефтяных и газовых месторождений.

При разведке россыпей, некоторых штокверков и пологозалегающих рудных тел применяют ударно-канатное бурение. При этом способе бурения за счет повторяющихся ударов падающего долота происходит измельчение горной массы в забое скважины. Измельченный материал периодически извлекается на поверхность и поступает в обработку. Достоинствами этого вида является высокая скорость проходки (особенно до глубины 150 м), возможность бурения без промывки, получение всего материала в пробу.

Бурение большим диаметром (до 1500 мм) позволяет получить достаточно материала для технологических проб. Отсутствие керна и ограниченность бурения только вертикальным направлением сужают границы его

применения. Ударное бурение осуществляется станками УКС-22, УКС-30, УГБ-50М и др.

1.2.2 Основные методы и системы эксплуатационной разведки

Эксплуатационная разведка месторождений – сложный и многообразный научно-производственный процесс, в котором используется комплекс методов детального анализа за состоянием недр при добычи полезных ископаемых. Наиболее значимыми методами эксплуатационной разведки являются: линейные подсечения тел полезных ископаемых (с опробованием) системами буровых скважин и горных выработок; геофизические исследования в горных выработках и скважинах; геохимические и минералогические исследования.

Линейные подсечения тел полезных ископаемых осуществляются либо разведочными системами буровых скважин, либо системами горно-разведочных выработок, либо комбинированными горнобуровыми системами. Ценной для разведки является геологическая и другая информация, получаемая в процессе проходки разведочных выработок и бурения скважин, а также они имеют определенное техническое назначение. Число необходимых линейных подсечений определяется размерами тел и изменчивостью основных параметров, используемых в подсчете запасов. Оно должно быть оптимальным, с соблюдением принципов разведочных работ. Линейное подсечение позволяет построить разрезы и погоризонтальные планы, используемые затем в графическом моделировании.

Геофизические исследования в скважинах и горных выработках являются универсальными, по комплексу решаемых задач, и высокоэффективным методом. Они

используются для корреляции геологических неоднородностей, и в том числе рудных подсечений между выработками и скважинами, определения контуров продуктивных залежей в межскважинном пространстве, качества полезных ископаемых и других параметров для подсчета запасов и оценки прогнозных ресурсов.

Широко распространены и имеют большое значение геофизические исследования в скважинах, включающие каротаж, инклино- и кавернометрию.

Геохимические исследования при разведке месторождений проводятся с целью определения вероятной глубины эрозионного среза, увязки рудопродуктивных зон в смежных разведочных линейных подсечениях, экстраполяции оруденения за их пределы, оценки рудоносности глубоких горизонтов. Это достигается путем систематического отбора геохимических проб в горных выработках и по керну разведочных скважин, последующих обработки и проведения спектрального анализа проб, с построением по результатам анализа первичных ореолов рассеяния.

Минералогические исследования направлены на решение следующих задач: определение полного минерального состава руд, минеральных форм нахождения и пространственного размещения основных и сопутствующих полезных компонентов, полезных и вредных элементов-примесей; выделение по особенностям минерального состава, текстурам и структурам руд их природных типов; изучение минералогической зональности в дополнение к геохимической.

Изучение геологических свойств месторождений на стадии эксплуатационной разведки проводится с применением большого объема буровых скважин и горных выработок. Этим разведочным средствам соответствуют группы систем разведки: буровая, горная и горно-буровая. Разведочные системы обеспечивают возможность

неоднократных линейных подсечений рудных тел скважинами и горными выработками, образующими в плане или на вертикальной плоскости геометрически правильную сеть, узлы которой представляют место их встречи.

Понятие *линейное подсечение* определяет совокупность отдельных пересечений рудного тела скважинами или горными выработками по одному из трех направлений (мощности, простиранию и падению). Наиболее информативным, характеризующимся максимальной изменчивостью, является направление вкрест простирания рудного тела совпадающее с его мощностью. Наименьшая изменчивость параметров орудинения отмечается обычно по простиранию рудного тела и промежуточная - по падению рудного тела.

Получение разведочных данных по трем направлениям позволяет оценить объемную изменчивость геологических свойств месторождения: провести графическое и объемное моделирование, построив системы поперечных и продольных разрезов, погоризонтальных планов и блок-диаграмм.

Группа буровых систем, являясь самой универсальной и экономичной, обеспечивает получение достаточно полной и представительной разведочной информации на месторождениях, имеющих значительные размеры тел полезных ископаемых с выдержанной морфологией и невысокой степенью дискретности оруденения. Буровые скважины пересекают рудные тела преимущественно по направлению их мощности, т. е. вкрест простирания. Наблюдения за изменчивостью параметров рудных залежей по простиранию и падению осуществляется дискретно (точечно) по системам скважин, расположенным в линию с увязкой данных смежных скважин методом интерполяции. Среди рассматриваемой группы буровых систем для разведки твердых полезных ископаемых

выделяются системы скважин: ударно-канатного бурения, вертикальных и наклонных колонковых, глубоких направленных и многозабойных.

Группа горных систем дает возможность получить полную и более достоверную информацию об изменчивости геологических свойств разведываемых месторождений, даже несмотря на сложность их геологического строения, не-выдержанную форму и прерывистость рудных тел и крайне неравномерное распределение полезных компонентов. В этой группе выделяют системы канав, шурфов, штолен, разведочных шахт. Каждая из систем имеет свои разновидности.

Группа горно-буровых систем характеризуется применением в различных сочетаниях горных выработок и буровых скважин. Их соотношение зависит от геоморфологии района, сложности геологического строения месторождения и изменчивости свойств полезного ископаемого. Наиболее распространены комбинации разведочных скважин ударно-канатного или колонкового бурения с шурфами или шахтами, играющими роль контроля и используемыми для отбора технологических проб, а также разведочных штолен или шахт в рациональном сочетании с подземными буровыми скважинами (рис. 12).

1.2.3 Форма и плотность разведочной сети

Разведочные системы скважин и горных выработок размещаются по линиям, или так называемым *линейным подсечениям* [1, 2, 3, 4]. Направление скважин и выработок по отношению к этим линиям и простиранию рудных тел ортогональное. Поэтому место их встречи с продольной

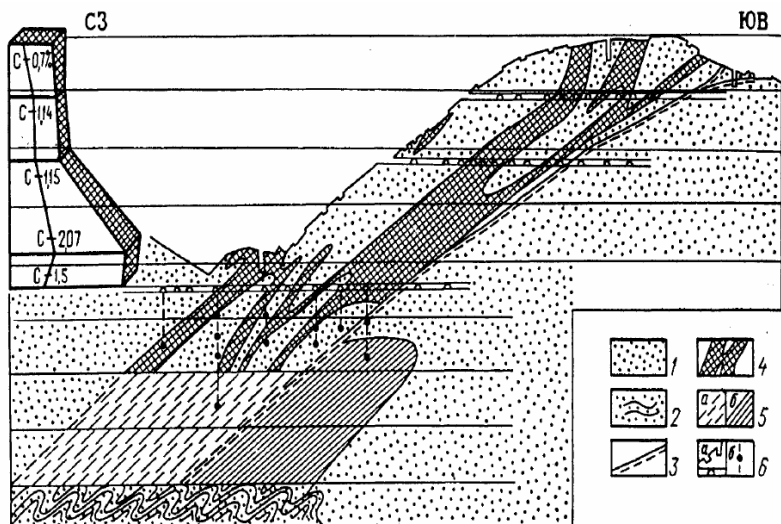


Рис. 12 Разведочные системы штолен и подземных скважин колонкового бурения на Олюторском ртутном месторождении (Корякское нагорье) По [2].

Слева - объемная диаграмма изменчивости линейных подсечений (суммарной длины рудных интервалов, средних мощностей и содержаний ртути). Справа - проекция рудной зоны на вертикальную плоскость.

1 - аргиллиты; 2 - туфопесчаники; 3 - рудоконтролирующий надвиг; 4 - контур богатых руд; 5 - участки прогнозных ресурсов ртути: а - наиболее вероятных, б - менее вероятных; 6 - горные выработки и скважины: а - канавы, шурфы, штольни, рассечки, б - подземные скважины.

плоскостью рудного тела проецируется на линейные подсечения в виде точек (вне масштаба) или прямолинейных интервалов (отрезков), которые в дальнейшем будем упрощенно называть *точками пересечения* [2, 4].

По линейным подсечениям строят системы продольных разрезов, или погоризонтальных планов, а

также проекции на горизонтальную или вертикальную плоскость. Линейные подсечения могут менять свое направление в соответствии с изменением простираения рудного тела. Место точек пересечения должно выбираться таким образом, чтобы можно было построить систему поперечных разрезов и получить в плане или на вертикальной плоскости геометрически правильную разведочную сеть. Таким образом, возникает вторая система линейных подсечений, совпадающая с системой поперечных разрезов, в которой изменчивость геологических свойств рудных тел и вмещающих их пород может отличаться от изменчивости по направлению основной системы.

В линейном подсечении по направлению наибольшей изменчивости расстояния между точками наблюдения принимаются меньше, чем по другому ортогональному к нему направлению. В этом случае образуется прямоугольная разведочная сеть (рис. 13 а) с ячейками, вытянутыми по направлению максимальной изменчивости, совпадающему обычно с простираением – рудного тела или продуктивной залежи.

При отсутствии отчетливо выраженного направления анизотропии, когда залежь условно считается изотропной, и ее изометричной форме расстояния между точками наблюдения в линиях (и между линиями) принимаются равными - образуется квадратная сеть (рис. 13 б).

Наиболее экономичной считается ромбическая сеть (рис. 13 в), которая по условиям применения является промежуточной между прямоугольной и квадратной сетью.

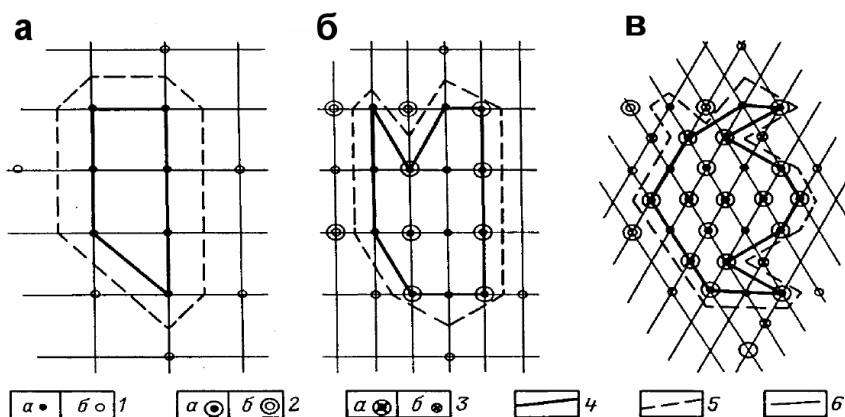


Рис. 13 Последовательное сгущение разведочной сети по стадиям разведки. По [1]. а — изначальная квадратная сеть на предварительной стадии; б — прямоугольная сеть, полученная при детальной разведке путем сокращения вдвое расстояния между скважинами по линии вкрест простирания; в — ромбическая сеть, образовавшаяся при доразведке в результате проходки скважин в центре ячеек прямоугольной сети: 1-3 - буровые скважины: 1 - предварительной разведки (а - рудные, б - безрудные), 2 - детальной разведки (а - рудные, б - безрудные), 3 - доразведки (а - рудные, б - безрудные); 4, 5 — линии контуров рудного тела: 4 - внутреннего контура, 5 - внешнего; 6 - линии сети, определяющие ее форму.

Указанные формы сети находят применение при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. На месторождениях *нефти и газа* разведочные скважины, в зависимости от структурно-морфологических особенностей залежей, размещаются по профилям, треугольной и кольцевой системам, а также дискретной системе одиночных скважин.

Профильная система эффективна при разведке залежей, приуроченных к брахиантиклинальным структурам, зонам тектонического экранирования, стратиграфического несогласия и фациального перехода;

треугольной системой осуществляется разведка литологически экранированных залежей; кольцевой - крупных изометрических ловушек; системой одиночных скважин - геологически обособленных неоднородных объектов [1, 2].

Последовательность бурения разведочных скважин на углеводороды может осуществляться по сгущающей или ползущей системе. При первой происходит разбуривание всей площади месторождения по редкой сети с последующим ее уплотнением на перспективных участках. Вторая развивается с последовательным бурением скважины по проектной плотности сети от изученной части к неизученной.

Многозалежные месторождения углеводородов могут разведываться по системам - сверху вниз или снизу вверх. Их выбор зависит от концентраций запасов углеводородов в разрезе. Разведка сверху вниз эффективна при их концентрации в верхних горизонтах а снизу вверх - в нижних.

При выборе в разведочной сети находят свое выражение практически все принципы разведки [2]. *Принцип равной изученности* служит обоснованием размещения точек пересечения в определенном порядке, т.е. в форме сети.

Принцип аналогии позволяет использовать накопленный опыт разведки однотипных месторождений для определения ориентировки, формы и расстояний между точками пересечения. Это особенно важно для стадии предварительной разведки, когда недостаточно данных о геологии и структуре месторождения, морфологии и размерах рудных тел и изменчивости их параметров – факторах, в соответствии с которыми планируется и должна развиваться разведочная сеть. В методических указаниях ГКЗ даны рекомендации по выбору разведочных систем и определению расстояний

между точками пересечения в зависимости от сложности геологического строения, морфологии и размеров рудных тел. Эти расстояния дифференцированы по категориям запасов.

В практике разведки отмечаются значительные отклонения от рекомендованных расстояний, обоснованные результатами экспериментальных исследований по оптимизации разведочной сети.

Принципы последовательных приближений и выборочной детализации дают основание для сгущения разведочной сети на участках, подготавливаемых для первоочередной отработки. *По принципу аналогии* полученные данные распространяют на другие участки.

При сгущении разведочной сети расстояния между точками наблюдения обычно сокращаются вдвое по одному или обоим направлениям линейных подсечений.

Принцип полноты исследования применительно к разведочной сети находит свое выражение в проходке законтурных безрудных скважин и горных выработок. Они используются для нахождения внешнего контура оруденения методом ограниченной экстраполяции.

Принцип наименьших затрат средств и времени воплощен в методике развертывания и поиска оптимальной плотности разведочной сети.

Помимо геометрически правильной разведочной сети, выработки и скважины могут располагаться в линиях подсечения так, что их увязка в смежных соседних линиях не дает правильной сети. В этом случае представительной является одна система разрезов. Это так называемая разведка по профилям, применяемая при мощных крутопадающих залежах, например медно-колчеданные месторождения, или извилистых ленточных тел, например аллювиальные россыпи.

Чем полнее соответствие формы сети, ориентировки разведочных профилей особенностям геологического

строения месторождения, морфологии рудных тел и изменчивости оруденения, тем меньшей плотностью сети можно получить ожидаемые результаты.

Плотность разведочной сети выражается расстоянием между точками наблюдения (скважинами или выработками) по двум разноориентированным преимущественно взаимноортогональным системам линейных подсечений в плоскости рудного тела. Одна из них обычно совпадает с простиранием или протяженностью тела, другая – с направлением падения или шириной тела. Основными факторами, влияющими на плотность сети, являются размеры и компактность месторождения и степень изменчивости морфологии тел и качества полезного ископаемого [3].

Оптимальной считается такая плотность сети, которая обеспечит получение необходимой для подсчета запасов разведочной информации с минимальной погрешностью, при условии соблюдения принципов разведки и выполнения задач каждой ее стадии. Обычно оценивается погрешность определения морфологии, размеров и качества полезного ископаемого – основных параметров к подсчету запасов. Достаточно обоснованных величин предельно допустимых погрешностей не установлено [1, 2].

Погрешности формы и размеров тел определяются относительно эталонов-разрезов, построенных по максимальному числу точек наблюдения в линии подсечения. Их называют также ошибками аналогии, связанными с увязкой контуров тел полезных ископаемых в смежных разрезах. Погрешности качества обусловлены дискретностью или прерывистостью оруденения. За эталон качества принимается значение, вычисленное для эталонного участка с привлечением всех полных пересечений рудного тела, полученных на всех стадиях разведки и при эксплуатации.

Литература

1. Смирнов В.И. Геологические основы поисков и разведки рудных месторождений – М.: Госгеолтехиздат, 1954.– 546 с.
2. Милютин А.Г. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. – Учебник для вузов. – М.:Недра, 1989.
3. Аристов В.В. Поиски месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 253 с.
4. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ. – М.:Недра, 1985.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект выполняется по материалам производственной практики или с использованием геологических материалов кафедры Прикладной геологии, технологии поисков и разведки МПИ СОФ МГРИ РГГУ. При выборе темы курсового проекта необходимо оценить возможность продолжения исследований с целью подготовки выпускной квалификационной работы.

Курсовой проект должен быть посвящен методике проведения поисково-разведочных работ на выбранном участке недр. В структуре курсового проекта, помимо общегеологической и расчетной части, необходимо наличие графического приложения (план проведения поисково-разведочных работ). Ниже приведено ориентировочное содержание и порядок выполнения курсового проекта.

В случае, если студент проходил производственную практику в организации, выполняющей региональные геолого – съёмочные, геолого-геофизические, и геохимические работы, в том числе и геологическое доизучение ранее заснятых площадей масштабов 1: 200 000 - 1: 50 000 в конкретном рудном районе, и, в результате проведённых работ, был выявлен участок, перспективный на выявление месторождений полезных ископаемых, например, меди, то курсовой проект может быть посвящена методике поисков месторождений меди на этом участке.

Если же студент проходил производственную практику в организации, занимающейся оценкой рудопроявления, разведкой или эксплуатационной разведкой месторождения и собрал материалы по конкретному рудопроявлению или месторождению то в этом случае возможно выполнение курсового проекта по методике разведки месторождения или по методике его

доразведки (рудного тела, глубоких горизонтов, флангов и т.д.).

Введение

Административное и географическое положение участка недр, его границы и площадь. Краткие сведения о климате, орогидрографии и экономической освоенности района поисково-разведочных работ. Общие сведения о разведуемом месторождении (административное и географическое положение, границы, площадь).

1. Геологическое строение участка недр

Приводится геологическое строение участка недр. При этом особое внимание уделяется характеристике основных предпосылок поисков месторождений в данном регионе (стратиграфических, фациально-литологических, структурных, магматических, геохимических, гидрогеологических, геофизических и геоморфологических). Необходимо также дать характеристику прямых и косвенных поисковых признаков оруденения (выходы полезного ископаемого, если они имеются, ореолы и потоки рассеяния полезного ископаемого, изменения вмещающих пород, геофизические аномалии и жильные минералы, сопутствующие оруденению).

Позиция разведуемого месторождения в общей геологической структуре района. Геологическое строение месторождения, представление о его генезисе. Структурные, литологические и другие факторы, определяющие условия залегания, морфологию тел и качество полезного ископаемого. Количество тел полезного ископаемого, их морфологические типы. Краткая характеристика формы и строения каждого тела

полезного ископаемого: мощность и её изменчивость, длинна по простиранию и размах по падению, условия залегания, характер выклинивания, особенности контактов с вмещающими породами. Группа сложности строения месторождения по условиям разведки (по классификации ГКЗ).

2. Вещественный состав руд

Природные разновидности полезного ископаемого, их минеральный и химический состав, физико-механические свойства, текстуры и структуры руд. Изменение состава и физико-механических свойств полезного ископаемого в зоне выветривания (окисления); глубина развития этой зоны. Наличие зональности в распределении основных и попутных компонентов, а также отдельных тел полезных ископаемых, обогащённых попутными компонентами, и оценка возможности их селективной отработки.

3. Методика проведения поисково-разведочных работ

Основываясь на выявленных признаках оруденения, студент выбирает необходимый рациональный комплекс поисковых работ. Описывается методика проведения поисковых работ на медь, где особое внимание уделяется комплексированию методов поисков и последовательности их проведения.

Технические средства разведки, их соотношение. Назначение, система расположения и ориентировка разведочных выработок. Обоснование принятой геометрии и плотности сети разведочных выработок. Методика изучения приповерхностных частей и глубоких горизонтов месторождения. Методика геофизических исследований, проектируемых для разведки месторождения. Обоснование

принятой методики опробования руд и вмещающих пород. Виды опробования и способы отбора проб, длина секций и сечение борозд. Оценка достоверности рядового опробования, объём прямой заверки. Обоснование схемы обработки проб, контроль качества их обработки, его объём, регулярность. Аналитические работы: объёмы, методы проведения контрольных и арбитражных анализов. Методика определения объёмной массы руд. Предполагаемая методика подсчёта запасов. Кондиции для подсчёта запасов.

Заключение

Приводятся ожидаемые результаты поисково-разведочных работ. Студент делает вывод об ожидаемых прогнозных ресурсах и запасах, их категоричности и вероятном количестве. На основе районных браковочных кондиций оценивается промышленная значимость прогнозных ресурсов и запасов.

Литература

Приводится список используемой в проекте литературы.

Примерный план написания курсовой работы по поискам полезных ископаемых

	количество страниц
Введение	1,0
(сопровождается обзорной схемой)	
1. Геологическое строение района работ	
1.1. Стратиграфия	1,5 – 2,0
1.2. Интрузивные образования	1,5 – 2,0
1.3. Тектоника	1,5 – 2,0

- 1.4. Полезные ископаемые 1,0 – 1,5
 2. Геологическое строение участка поисковых работ
 - 2.1. Предпосылки оруденения
 - 2.1.1. Стратиграфические предпосылки оруденения . . . 1,0
 - 2.1.2. Магматические предпосылки оруденения 1,0
 - 2.1.3. Структурные предпосылки оруденения 1,0
 - 2.1.4. Геофизические предпосылки оруденения . . 1,0 – 2,0
 - 2.1.5. Геохимические предпосылки оруденения . . 1,0 – 2,0
 - 2.1.6. Геоморфологические предпосылки оруденения
(только для россыпных месторождений и
месторождений коры выветривания) 0,5 – 1,0
 - 2.1.7. Фациально-литологические предпосылки
оруденения (только для осадочных
месторождений) 1,0 – 2,0
 - 2.2. Поисковые признаки оруденения
 - 2.2.1. Выходы полезных ископаемых (если они
имеются) 0,5 – 1,0
 - 2.2.2. Ореолы и потоки рассеяния (сопутствующие
оруденению) 3,0 – 4,0
 - 2.2.3. Околорудные изменения вмещающих пород . . 1,0 – 2,0
- В случае, если участок перспективен на обнаружение россыпного оруденения, то вместо околорудных изменений вмещающих пород» пишете: «Минералогические признаки оруденения». В отдельных случаях, если это необходимо для обоснования методики работ, описываются: гидрогеологические и гидрогеохимические поисковые признаки.
3. Методика проведения поисковых работ
 - 3.1. Дистанционные методы 0,5 – 1,0
 - 3.2. Топографо-геодезические работы 0,5
 - 3.3. Геологическая съёмка (геологические маршруты) . 1,0- 1,5
 - 3.4. Геохимические работы
 - 3.4.1. Литохимические работы по изучению вторичных
ореолов рассеяния 2,0
 - 3.4.2. Литохимические работы по изучению первичных
ореолов рассеяния 2,0

При необходимости могут быть запроектированы шлиховая съёмка, гидрогеохимическая съёмка, биогеохимические методы поисков и т.д.

3.5. Наземные геофизические работы	3,0
3.6. Горнопроходческие работы	2,0
3.7. Буровые работы	1,0
3.7.1. Геофизические исследования в скважинах	1,0
Заключение	0,5 – 1,0

Графические материалы: обзорная схема (в тексте); геологическая карта участка поисковых работ (масштаб 1:50 000 – 1: 1 000) с вынесенными на нее проектными поисковыми профилями; геологический проектный разрез; схемы и карты поисковых работ.

Примерный план написания курсовой работы по разведке полезных ископаемых

	Количество страниц
Введение	1,0
(сопровождается обзорной схемой)	

1. Геологическое строение месторождения	
1.1. Позиция месторождения в общей геологической структуре района	0,5
1.2. Литологическая характеристика осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных пород	1,5 – 2,0
1.3. Петрохимическая характеристика интрузивных образований	1,0 – 1,5
1.4. Околорудные изменения пород	1,0 – 1,5
1.5. Количество рудных тел, их морфология и внутреннее строение	0,5 – 1,0
1.6. Характеристика основных рудных тел	1,5 – 2,0
(форма рудных тел, мощность и её изменчивость, длина по простиранию и размах по падению, условия залегания, характер выклинивания и т.д.)	
1.7. Группа сложности для целей разведки	0,5
2. Вещественный состав руд	
2.1. Природные разновидности руд, их минеральный и	

химический состав	1,5 – 2,0
2.2. Текстуры и структуры руд	0,5 – 1,0
2.3. Зональность оруденения	1,0 - 1,5
2.4. Зона окисления	0,5 – 1,0
3. Методика разведки	
3.1. Технические средства разведки	0,5 – 1,0
3.2. Обоснование геометрии и плотности сети разведочных выработок	1,0 – 1,5
3.3. Методика изучения приповерхностных частей и глубоких горизонтов месторождения	1,0 – 1,5
3.4. Геофизические работы	1,0 – 1,5
3.5. Обоснование принятой методики опробования руд и вмещающих пород	1,0 – 1,5
3.6. Опробование	1,5 – 2,0
3.7. Обработка проб	1,5 – 2,0
3.8. Аналитические работы	1,0 -1,5
3.9. Контроль опробования	0,5-1,0
3.10. Подсчёт запасов	2,0 – 3,0
Заключение	0,5 – 1,0

Графические материалы: обзорная схема (в тексте); геологическая карта месторождения (масштаб 1:5 000 – 1: 1 000) с вынесенными на нее проектными выработками и профилями; 1-2 проектных разреза с проектными выработками.

Требования к оформлению курсового проекта (титального листа, содержания, графических материалов и приложений, списка литературы) по ГОСТу и правилам принятым СОФ МГРИ РГГУ.

3. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Агейкин А.С., Байрон И.Ю., Беккер А.Г. и др. Методическое руководство по разведке россыпей золота и олова. – Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1982. – 218 с.
2. Альбов М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975.
3. Аристов В.В. Поиски месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 253 с.
4. Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. – М.: Наука, 1981. – 318 с.
5. Беккер А.Г., Беккер Л.К., Дешевых А.П. и др. Методические указания по подсчету запасов золота и олова в россыпях. – Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1979. – 144 с.
6. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975.
7. Бирюков В.И., Куличихин С.Н., Трофимов Н.Н. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 415 с.
8. Борзунов В.М. Поиски и разведка месторождений нерудного металлургического сырья. – М.: Недра, 1980. – 303 с.
9. Борзунов В.М. Разведка и промышленная оценка месторождений нерудных полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – 310 с.
10. Борзунов В.М., Гроховский Л.М. Поиски и разведка минерального сырья для химической промышленности. – М.: Недра, 1978. – 264 с.
11. Боярко Г.Ю. Экономика минерального сырья. – Томск: Изд-во «Аудит-Информ», 2000. – 365 с.

12. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Языков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. – Алматы: Гылым, 1997. – 384 с.

13. Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых: Пер. с англ. – М.: Недра, 1986. – 311 с.

14. Будилин Ю.С. и др. Методика разведки россыпей золота и платиноидов / Под ред. И.Б.Флерова и В.И.Куторгина. – М.: ЦНИГРИ, 1992. – 285 с.

15. Быбочкин А.М. и др. Комплексная геолого-экономическая оценка рудных месторождений. – М.: Недра, 1990. – 326 с.

16. Быховский Л.З., Гурвич С.И., Патык-Кара Н.Г., Флеров И.Б. Геологические критерии поисков россыпей. – М.: Недра, 1981. – 253 с.

17. Волков В.Н. Основы геологии горючих ископаемых: Учебное пособие. – СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1993. – 235 с.

18. Вольфрамовые месторождения, критерии их поисков и оценки / Под ред. Ф.Р. Апельна. – М.: Недра, 1980. – 225 с.

19. Геология месторождений апатита, методика их прогнозирования и поисков / Под ред. А.С.Зверева и Р.М.Файзуллина. – М.: Недра, 1980. – 267 с.

20. Геология месторождений фосфоритов, методика их прогнозирования и поисков / Под ред. А.С.Зверева и А.С.Михайлова. – М.: Недра, 1980. – 280 с.

21. Геофизические методы разведки рудных месторождений / В.В.Бродовой, В.Д.Борцов, Л.Е.Подгорная и др. Под ред. В.В.Бродового. – М.: Недра, 1990. – 296 с.

22. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке месторождений. – М.: Недра, 1987. – 408 с.

23. Григорян С.В., Морозов В.И. Вторичные литохимические ореолы при поисках скрытого оруденения. – М.: Наука, 1984.
24. Дроздов В.П., Комов И.Л., Воробьев Е.И. Поиски и разведка месторождений пьезооптического и камнецветного сырья. – М.: Недра, 1986. – 224 с.
25. Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология. – М.: Недра, 1984. – 143 с.
26. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование: Справочник. – М.: Недра, 1994. – 254 с.
27. Знаменский В.В. Общий курс полевой геофизики. – М.: Недра, 1989. – 520 с.
28. Иванов В.Н., Кувшинов В.П., Батрак В.И. и др. Методика разведки золоторудных месторождений / Под ред. Г.П.Воларовича и В.Н.Иванова. – М.: ЦНИГРИ, 1991. – 344 с.
29. Каждан А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1977. – 328 с.
30. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Теоретические основы. – М.: Недра, 1984.
31. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Производство геологоразведочных работ. – М.: Недра, 1985. – 288 с.
32. Каждан А.Б., Кобахидзе Л.П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1983. – 205 с.
33. Каждан А.Б., Соловьев Н.Н. Поиски и разведка месторождений редких и радиоактивных металлов: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1982. – 280 с.
34. Карасик М.А., Кирикилица С.И., Герасимова Л.И. Атмогеохимические методы поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1986. – 247 с.
35. Киевленко Е.А. Поиски и оценка месторождений

драгоценных и поделочных камней. – М.: Недра, 1980. – 167 с.

36. Клер В.Р. Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1975. – 320 с.

37. Клер В.Р. Изучение сопутствующих полезных ископаемых при разведке угольных месторождений. – М.: Недра, 1979. – 272 с.

38. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований. – М.: Высшая школа, 1989.

39. Ковалевский А.Л. Биогеохимические поиски рудных месторождений: Изд. 2-е. – М.: Недра, 1984. – 172 с.

40. Коган И.Д. Подсчет запасов и геологопромышленная оценка рудных месторождений. – М.: Недра, 1974. – 304 с.

41. Колотов Б.А., Крайнов С.Р., Рубейкин В.З. и др. Основы гидрогеохимических поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1983.

42. Коробейников А.Ф. Прогнозирование месторождений полезных ископаемых. – Томск: Изд-во ТПИ, 1988. – 98 с.

43. Коробейников А.Ф. Моделирование рудоносных площадей и месторождений полезных ископаемых. – Томск: Изд-во ТПИ, 1991. – 104 с.

44. Коробейников А.Ф., Кузубный В.С. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. – Томск: ИПФ ТПУ, 1998. – 309 с.

45. Красильщиков Я.С. Основы геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 236 с.

46. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат. – Т.1. – 1960. – 310 с. – Т.2. – 1961. – 305 с.

47. Крейтер В.М. и др. Теоретические основы поисков и

разведки твердых полезных ископаемых: Т.1. Поиски. – М.: Недра, 1968. – 432 с.

48. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1969. – 384 с.

49. Кривцов А.И., Самонов И.З., Филатов Е.И. и др. Справочник по поискам и разведке месторождений цветных металлов. – М.: Недра, 1985. – 324 с.

50. Кувшинов В.П. и др. Опробование руд коренных месторождений золота. – М.: ЦНИГРИ, 1992.

51. Литвиненко О.К. Геологическая интерпретация геофизических данных: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1983. – 208 с.

52. Матвеев А.К. Геология угольных месторождений СССР. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 496 с.

53. Методика разведки золоторудных месторождений / Под ред. Г.П.Воларовича и В.Н.Иванова. – М.: Недра, 1986. – 384 с.

54. Методика прогноза и поисков месторождений цветных металлов / Под ред. А.И. Кривцова. – М.: ЦНИГРИ, 1987. – 257 с.

55. Методические указания по разведке и геологопромышленной оценке месторождений золота / Под ред. Г.П.Воларовича. – М.: ЦНИГРИ, 1974.

56. Методы поисков и разведки полезных ископаемых / Под ред. Г.Д.Ажгирея и др. – М.: Госгеолтехиздат, 1954. – 464 с.

57. Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых // Труды ЦНИГРИ. – Вып. 65. – М.: Недра, 1965.

58. Миронов К.В. Разведка и геологопромышленная оценка угольных месторождений. – М.: Недра, 1977.

59. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. – М.: Недра, 1991. – 363 с.

60. Озол А.А., Михайлов А.С., Тихвинский И.Н. и др. Прогнозирование и поиски месторождений горно-

химического сырья. М.: Недра, 1990. 223 с.

61. Погребницкий Е.О., Парадеев С.В. и др. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1977. – 405 с.

62. Поиски, разведка и оценка месторождений молибдена /Под ред. В.Т. Покалова, Н.А. Хрущева, А.И. Макарова и др. – М.: Недра, 1984. – 199 с.

63. Романович И.Ф. Месторождения неметаллических полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 366 с.

64. Рудные месторождения СССР. В 3-х т. Под ред. акад. В.И.Смирнова. Изд. 2-е. – М.: Недра, 1978.

65. Сафонов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1971. – 216 с.

66. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – М.:ГКЗ СССР. – Т.1. 1985. – 576 с. – Т.2. 1986. – 530 с. – Т.3. 1986. – 187 с.

67. Сечевица А.М. Геологопромышленная оценка попутных полезных ископаемых в комплексных рудных месторождениях. М.:– Недра, 1987. – 128 с.

68. Сидорков Е.А., Кушнарев П.И. Поиски и разведка драгоценных и поделочных камней: Учебное пособие. – М.:МГРИ, 1987.

69. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых: Изд. 4-е. – М.: Недра, 1982.

70. Смирнов В.И., Прокофьев А.П. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.– 672 с.

71. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 294 с.

72. Суражский Д.Я. Методы поисков и разведки месторождений урана. – М.: Атомиздат, 1960. – 240 с.

73. Тархов А.Г., Бондаренко В.М., Никитин А.А. Принципы комплексирования в разведочной геофизике. –

М.: Недра, 1977. – 211 с.

74. Ткачев Ю.А., Шеин А.А. Обработка проб полезных ископаемых. – М.:Недра, 1987. – 190 с.

75. Учитель М.С. Разведка россыпей. – Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1987. – 246 с.

76. Харченков А.Г. Принципы и методы прогнозирования минеральных ресурсов. – М.: Недра, 1987. – 230 с.

77. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник. – М.: Недра, 1996. – 238 с.

78. Четвериков Л.И. Методологические основы опробования пород и руд. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980.

79. Четвериков Л.И. Теоретические основы разведки недр. – М.: Недра, 1984. – 156 с.

Учебное издание

Сергей Михайлович Пилюгин

Методические рекомендации

Компьютерная верстка Пилюгин С.М.

Подписано в печать _____.____.2022

Формат 60×90 1/16

Уч.-изд.л.2,0

Бумага офсетная

Печать офсетная

Рег. №

Тираж 100 экз.

Заказ

Отпечатано с авторского оригинала в редакционно-
издательском отделе СОФ МГРИ
Старый Оскол, ул. Ленина 14/13