

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

В.П.Лощинин, Г.А.Пономарева

ПОИСКИ, РАЗВЕДКА И ГЕОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рекомендовано к изданию Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 130101.65 Прикладная геология

Оренбург
2013

УДК 550.812.14 (076.5)

ББК 26.34 я 73

Л-81

Рецензенты

доктор геолого-минералогических наук, В.Г. Гацков

кандидат геолого-минералогических наук В.Б.Черняхов

Лощинин В.П.

Л 81 Поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / В. П. Лощинин, Г.А. Пономарева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 102 с.

ISBN

В учебном пособии представлены задачи и упражнения по поискам, разведке и геолого-экономической оценке месторождений, методика составления курсового проекта и образец выполнения курсового задания.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 130101.65 – Прикладная геология

УДК 550.812.14 (076.5)

ББК 26.34 я 73

ISBN

© Лощинин В.П.,
Пономарева Г.А., 2013

© ОГУ, 2013

Содержание

Введение	6
1 Краткие сведения о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых.....	8
2 Практическое занятие № 1. Поиски и разведка медно-никелевых руд в ультраосновных породах.....	17
2.1 Медно-никелевые месторождения в ультраосновных породах, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ.....	17
2.2 Методика проведения практического занятия.....	18
2.2.1 Исходные данные для проведения работы.....	18
2.2.2 Методика и последовательность проведения работы	19
2.3 Контрольные вопросы.....	22
3 Практическое занятие № 2. Разведка месторождений железа в докембрийских метаморфических породах	23
3.1 Месторождения железистых кварцитов, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ.....	23
3.2 Методика проведения практического занятия.....	33
3.2.1 Исходные данные для проведения работы.....	33
3.2.2 Методика и последовательность проведения работы.....	35
3.3 Контрольные вопросы	40
4 Практическое занятие № 3. Разведка месторождения мармитовых руд в железистых кварцитах рифейского возраста.....	41
4.1 Месторождения мармитовых руд, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ.....	41
4.2 Методика проведения практического занятия.....	42
4.2.1 Исходные данные для проведения работы.....	42
4.2.2 Методика и последовательность проведения работы.....	42
4.3 Контрольные вопросы.....	45

5 Практическое занятие № 4. Разведка месторождений марганца в осадочно-метаморфических породах.....	46
5.1 Типы месторождений марганцевых руд, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ	46
5.2 Методика проведения практического занятия.....	51
5.2.1 Исходные данные для проведения работы.....	51
5.2.2 Методика и последовательность проведения работы.....	52
5.3 Контрольные вопросы.....	57
6 Методика составления курсового проекта по дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых».....	58
6.1 Характеристика основных разделов курсового проекта.....	58
6.1.1 Аннотация.....	58
6.1.2 Введение.....	59
6.1.3 Геологическое задание.....	60
6.1.4 Условия производства работ.....	62
6.1.5 Геологическое строение района.....	62
6.1.5.1 Стратиграфия.....	62
6.1.5.2 Тектоника.....	62
6.1.5.3 Магматизм.....	63
6.1.5.4 Палеогеография.....	63
6.1.6 Полезные ископаемые.....	64
6.1.7 Методика и объем работ.....	65
6.1.8 Подсчет объема горных работ и запасов полезных ископаемых.....	70
6.2 Список использованных источников.....	71
7 Курсовой проект (пример выполнения курсового задания) на тему: «Поиски и разведка месторождений оловянных руд на участке Олений Лог Якутского округа (Республика Саха)».....	72
7.1 Аннотация.....	72
7.2 Введение	73
7.3 Геологическое задание.....	75

7.4 Условия производства работ.....	76
7.5 Геологическое строение района.....	78
7.5.1 Стратиграфия.....	78
7.5.2 Структурные элементы.....	82
7.5.3 Магматизм.....	83
7.5.4 История геологического развития.....	83
7.6 Полезные ископаемые.....	85
7.7 Методика и объем работ.....	89
7.8 Подсчет запасов месторождения и определение его рентабельности.....	94
7.9 Список использованных источников.....	96
Список использованных источников.....	97
Приложение А Титульный лист.....	98
Приложение Б Содержание.....	99
Приложение В Титульный лист.....	100
Приложение Г Содержание.....	101

Введение

Настоящее пособие представляет собой сборник наиболее представительных практических задач и упражнений по дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» и предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 130101.65 – Прикладная геология.

Представленное пособие составлено с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 130101.65 «Прикладная геология», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "17" января 2011 г. № 62 и в соответствии с рабочей программой дисциплины «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых».

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний по поискам, разведке и геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых для решения с их помощью практических вопросов. В процессе практических занятий студенты приобретают необходимые навыки в постановке разведочных работ на выявленных промышленных объектах: устанавливают геометрические формы рудных тел, составляют погоризонтные планы на различных гипсометрических уровнях опробования месторождений, осваивают систему документации горных выработок, производят подсчет запасов и геолого-экономическую оценку участков, подготовленных к эксплуатации, выполняют написание проектов и отчетов, приближенных к производственным заданиям.

В предлагаемом пособии реализованы новые подходы к преподаванию дисциплины «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Предложено выполнение конкретных заданий на постановку геологоразведочных работ (ГРП), в дальнейшем рассмотрены

примеры их реализации в учебном процессе, поэтапная последовательность проведения работ на прогнозируемой площади, что отличает данное пособие от существующих на настоящее время учебников.

Авторы полагают, что такие подходы будут способствовать расширению и углублению знаний по данной дисциплине, а также нацеливать студентов на решение вопросов практики.

Все разделы пособия написаны по единому плану, включающему описание определенных месторождений в объеме достаточном для понимания, их минералогическую характеристику, особенности проведения геологоразведочных работ, методику проведения практического занятия, исходные данные для проведения работы, методику и последовательность проведения работы, контрольные вопросы.

Список литературы охватывает только основные фундаментальные и обобщающие работы, опубликованные в последние годы, материалы производственных практик, геологического фонда, учебники и учебно-методические работы. Рисунки, фотографии и другие графические материалы взяты из источников, приведенных в списке литературы или являются авторскими.

Введение, разделы 3, 5, 6 написаны доцентом В.П. Лощининым, разделы 1, 2, 4, 7 написаны заведующим лабораторией физических методов исследования геологических объектов, доцентом кафедры Г.А. Пономаревой.

Авторы выражают благодарность исполнительному директору ООО КНИиВЦ «Геоэкология», доктору геолого-минералогических наук В.Г. Гацкову и кандидату геолого-минералогических наук, доценту В.Б. Черняхову за обстоятельное рецензирование рукописи.

Для студентов геологических специальностей, геологов, минералогов, технологов и работников геологоразведочных организаций.

Авторы

1 Краткие сведения о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых

Геологическое прогнозирование – это обоснование ожидаемого проявления геологических тел в пределах изученной или неизученной территории на основе анализа геохимических, минералого-геохимических и геофизических данных. Информационную базу геологического прогнозирования образуют известные природные объекты, а научную – познанные закономерности формирования и размещения месторождений полезных ископаемых. Конечной продукцией геологического прогнозирования являются прогнозные ресурсы – составная часть минерально-сырьевой базы страны [3].

Поиски – это процесс выявления и перспективной оценки территорий на определенные промышленные типы месторождений полезных ископаемых, заслуживающих при положительных результатах постановки геологоразведочных работ. Задачей поисков является:

1) локализация геологического прогноза и подтверждение его открытием проявлений полезных ископаемых;

2) разработка комплекса методов наиболее эффективного выявления промышленно-значимых рудных скоплений и их предварительной геолого-экономической оценки.

Методика геологического прогнозирования и поисков зиждется на совокупности геологических критериев и признаков прямо или косвенно указывающих на присутствие промышленных рудных проявлений.

Под поисковыми критериями понимаются геологические факторы (т.е. движущие силы рудообразующих процессов), определяющие условия нахождения месторождений полезных ископаемых в земной коре [1,3]. Выделяются такие поисковые критерии как: стратиграфические, литолого-фациальные, магматические, структурно-тектонические, формационные, геохимические, геоморфологические и т.д.

К поисковым признакам относятся (по В.М. Крейтеру) геологические и иные факты, прямо или косвенно указывающие на возможность обнаружения в конкретном месте проявлений полезных ископаемых. Признаки бывают прямые и косвенные.

К числу прямых признаков принято относить:

- 1) рудные выходы;
- 2) ореолы рассеяния рудного вещества;
- 3) следы старых выработок;
- 4) иногда геофизические аномалии.

Перечень косвенных поисковых признаков более широкий и включает в себя:

- 1) пункты (поля) развития рудоносных метасоматитов;
- 2) геохимические аномалии (часть их может быть прямыми признаками);
- 3) сопутствующие оруденению минералы и элементы индикаторы;
- 4) геофизические аномалии и др. [3].

Проведение поисковых работ предусматривает сбор и обобщение геологической информации, отражающей потенциальную рудоносность оцениваемой территории. Главным принципом, положенным в основу поисковых работ, является выявление и оценка характера аномалий, которые создаются полезными ископаемыми или структурами их вмещающими (В.В. Аристов. 1984).

Применение различных методов поисков может осуществляться на поверхности Земли, в пределах акваторий морей и океанов, в воздушном пространстве и космосе (дистанционные методы).

Среди рассматриваемых методов остановимся на наземных геологических исследованиях. Они включают:

- 1) геологические методы (геологическая съемка и поисковые работы);
- 2) минералогические методы (выявление и оценка выходов полезных ископаемых). Они базируются на изучении и оценке ореолов рассеяния

минералов в рыхлых отложениях, включающие такие методы как валунно-ледниковый, обломочно-речной и шлиховой;

3) минералогические методы выявления и оценки ореолов в коренных породах на основе минералогического картирования с отбором протолочных и шлиховых проб;

4) геохимические методы, охватывающие литохимические, гидрогеохимические, биохимические и атмохимические исследования;

4) геофизические;

5) горно-буровые методы [3].

Заключительным этапом, определяющим значимость месторождения является его разведка.

Разведка – комплекс геологических работ, проводимых с целью определения геолого-промышленных параметров, всесторонне характеризующих объект и необходимых для его промышленной оценки, проектирования и строительства горнорудного предприятия [1].

Методами разведки месторождений являются разведочные разрезы, опробование и оценочные сопоставления.

С помощью геологических разрезов выясняются формы тел полезного ископаемого, их размеры, на основе которых решается главная задача – определение количества полезного ископаемого. В зависимости от условий залегания и морфологии тел полезных ископаемых разрезы могут быть вертикальными, горизонтальными и комбинированными.

Другая задача разведочных работ – определение качества полезного ископаемого – решается методом опробования. Под *опробованием* понимается весь комплекс работ, связанных с определением качества полезного ископаемого, независимо от того, каким способом отбираются и обрабатываются пробы или как определяется качество руды. Различного рода физические, химические, технологические, минералогические, петрографические и другие анализы и испытания дают возможность

исследовать материал пробы для определения качественных показателей полезного ископаемого [1,4, 13].

Особое место занимает геолого-экономическая оценка месторождений. Она решается методом оценочных сопоставлений, которые сопутствует процессу разведочных работ. Каждый новый материал, получаемый от проходки горных выработок, подвергается оценке – сравнению с данными ранее пройденных выработок и с требованиями к качеству минерального сырья. А данные по всему месторождению сравниваются с данными по другим месторождениям, разведанным или эксплуатируемым. На основе таких сопоставлений решается вопрос о промышленной значимости месторождения.

По своим особенностям выделяются четыре стадии разведки: предварительная, детальная, эксплуатационная и доразведка месторождений [6, 8, 14].

Разведка предварительная – первая стадия разведочных работ, имеющая целью определение промышленной значимости всего месторождения или его части. Кроме установления общих параметров месторождения (его масштаба), в эту стадию устанавливаются его форма и размер основных тел полезных ископаемых, вещественный состав, технологические свойства, природные типы, условия разработки и т.д. По результатам предварительной разведки производится подсчет запасов и составляется технико-экономический доклад (ТЭД), содержащий промышленную оценку месторождения. Содержание ТЭДа определяет частные задачи предварительной разведки и позволяет судить о целесообразности проведения детальной разведки.

Разведка детальная – вторая стадия разведочных работ, проводимая только на явно промышленных месторождениях или на отдельных их участках, намеченных к освоению в ближайшие годы. По масштабам детальной разведки производится промышленная оценка месторождения, составляется технический проект и ведется строительство горнорудного предприятия (горный, обогатительный, а иногда и передельный цеха) [4, 8]. Детальная разведка с необходимой полнотой и с необходимой полнотой и точностью должна

установить контуры тел полезного ископаемого, их внутреннее строение и условия залегания, вещественный состав и пространственное размещение природных типов и промышленных сортов полезного ископаемого, их запасы по высшим категориям, технологические свойства и горнотехнические условия эксплуатации.

Разведка эксплуатационная – третья стадия разведочных работ, лишь немного опережающая начало добычи полезного ископаемого и продолжающаяся в течение всего периода эксплуатации месторождения. Основная задача эксплуатационной разведки – получение надежных материалов для обеспечения планирования и регулирования эксплуатационных работ. Здесь уточняются формы и внутреннее строение тел полезных ископаемых, их состав и технологические свойства. С высокой точностью устанавливаются пространственное размещение промышленных сортов полезного ископаемого в пределах эксплуатационных участков и уточняются горнотехнические и гидрогеологические условия эксплуатации, ведется оперативный учет движения запасов.

Еще одним из этапов исследования является *доразведка* объекта. Она направлена на более углубленное изучение таких участков, как глубокие горизонты и фланги месторождения, выявление и оконтуривание безрудных «окон». Работы при этом направлены на выявление новых рудных тел, которые сначала разведываются по категориям *C1* и *C2*, а затем более детально по категориям *B* и *A* [4, 8].

Экономические условия, которые характеризуют месторождение как объект промышленного использования, определяются возможностями транспорта и водоснабжения, энергетическими ресурсами, наличием строительных и других материалов, необходимых для горного предприятия, населением и профилем его хозяйственной деятельности [4].

Современные технические средства разведки реализуются тремя способами: путем проходки горных разведочных выработок, при помощи бурения скважин и посредством геофизических измерений. В комплекс каждой

из этих групп технических средств входят как машины и инструменты для проходки горных выработок, так аппаратура и инструменты для документации, опробования и других исследований в процессе разведки. В практике эти способы разведочных работ чаще всего комбинируются, взаимно дополняя и корректируя друг друга [1, 4, 8].

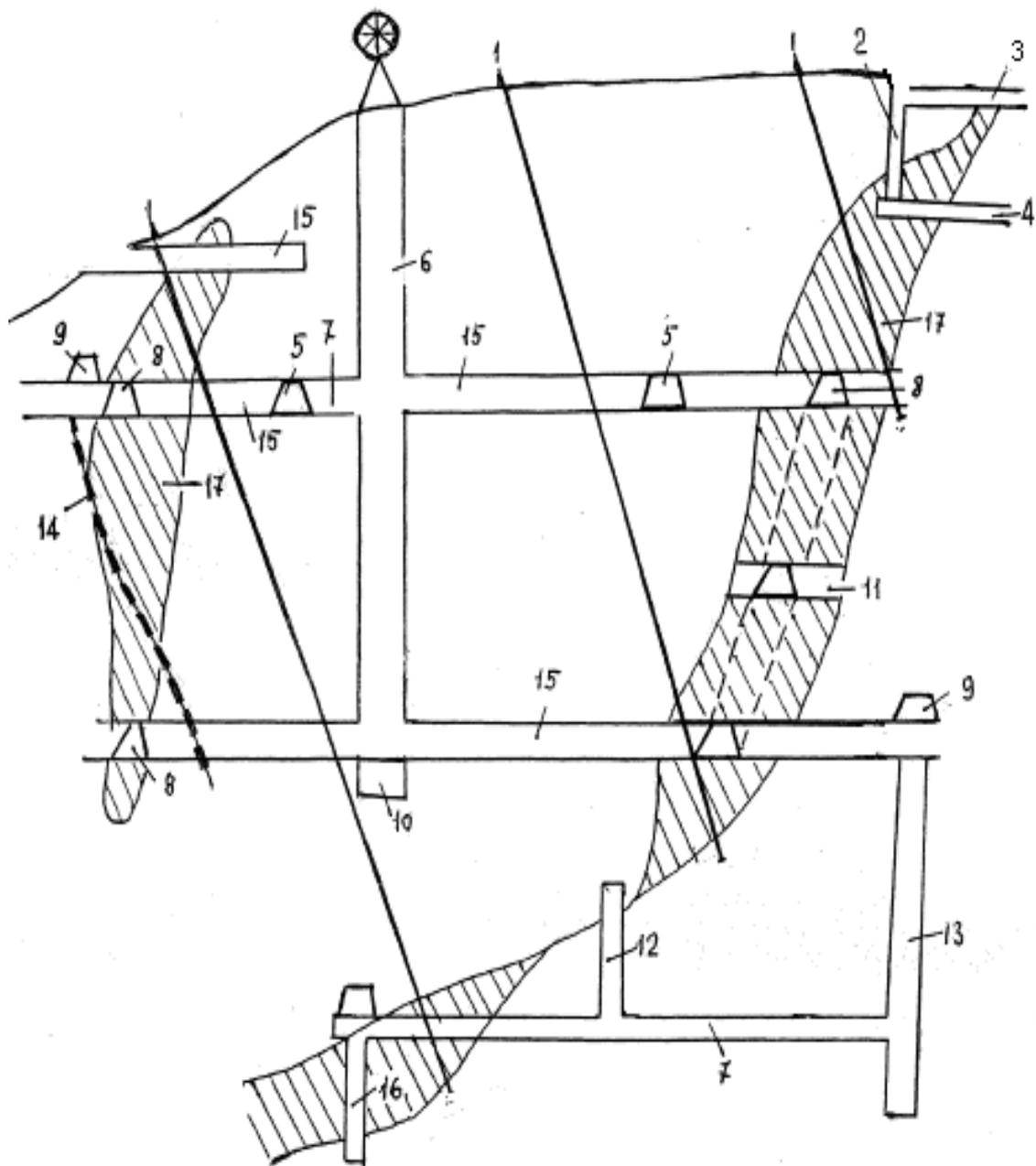
Как уже выше говорилось, при поисках и разведке полезных ископаемых в комплексе с геологическими исследованиями и бурением ведутся горные работы. Они осуществляются с целью вскрытия какого-либо определенного горизонта или обнажения тела полезного ископаемого путем удаления покрывающих их пород, а также с целью выемки полезного ископаемого для изучения его состава и строения.

Полости, образовавшиеся в земной коре в результате горных работ, называются горными выработками. Выработки, служащие для поисков, разведки и опробования полезных ископаемых называются разведочными, в отличие от эксплуатационных выработок, служащих для добычи полезного ископаемого.

Разведочные горные выработки делятся на легкие (поверхностные, неглубокие) и тяжелые (подземные). К первым относятся расчистки, канавы, неглубокие шурфы и скважины; ко вторым – штольни, глубокие шурфы, разведочные шахты, квершлагги, гезенки, восстающие, орты, рассечки и глубокие скважины.

Расчистка – горная выработка, обычно неправильной формы, которая проводится по склону возвышенности или в борту долины с целью удаления почвенно-растительного покрова и рыхлых отложений, закрывающих выходы коренных пород.

Копуши – простейшие обычно ямообразные горные выработки небольшого поперечного сечения, которые проходятся главным образом для вскрытия почвенных горизонтов, подлежащих геохимическому опробованию, для отбора шлиховых проб из аллювиальных отложений, или для вскрытия коренных пород, залегающих под наносами на глубине не более 0.5-0.6 м.



1 – скважины, 2 – шурф, 3 – канава, 4 – рассечка, 5 – штрек, 6 – шахтный ствол,
 7 – квершлаг, 8 – рудный штрек, 9 – камера, 10 - зумпф, 11- орт, 12 –
 восстающий, 13 – ствол слепой шахты, 14 – подземная скважина, 15 – штольня,
 16 – гезенк, 17 – рудное тело.

Рисунок 1 – Основные типы горных выработок [3]

Разведочной канавой – называется горизонтальная или наклонная горная выработка незначительной глубины и ширины по сравнению с длиной.

Глубина их редко превышает 2.5-3.0 м, а длина 10-50 м. Но иногда в пределах рудных полей и крупных месторождений проходятся канавы длиной до нескольких километров. Они носят название магистральных. Канавы применяют для пересечения пластов, жил, рудных тел, а также вскрытия контактов между породами и рудами.

Шурфы – вертикальные горные выработки прямоугольного реже квадратного сечения, которые проходятся непосредственно с дневной поверхности до коренных пород или полезного ископаемого. Глубина их от 3-5 м до 10-15 м, реже от 20 до 40 м. Шурфы до глубины 10 м называются мелкими, а свыше 10 м глубокими. В отдельных случаях из шурфов проходятся *рассечки* – горизонтальные горные выработки протяженностью от нескольких до десятков метров. При проходке шурфов в зависимости от устойчивости пород, глубины шурфа и срока его службы ставятся различные виды крепления.

Разведочная шахта – это вертикальная горная выработка прямоугольного реже квадратного сечения, имеющая выход на дневную поверхность. От шурфов отличается большей глубиной (от нескольких десятков метров до сотен метров), большими размерами поперечно сечения (от 6 до 12-14 м²). К разведочной шахте, как правило, причленяются горизонтальные или наклонные подземные выработки (штреки, квершлагги, бремсберги и др.).

Штольня – горизонтальная подземная выработка, имеющая один выход на дневную поверхность. Штольни могут проходиться только в условиях благоприятного рельефа (наличия крутых горных склонов или склонов долин). Их длина от десятков и сотен метров до нескольких километров. Проходятся штольни с целью исследования и вскрытия рудных тел и горных пород, как по простиранию, так и вкрест простирания горных пород (рисунок 1).

Квершлаг, штрек и орт – подземные горные выработки, не имеющие выхода на дневную поверхность и сообщающиеся с ней через ствол шахты или штольню. Квершлагом называется выработка, проведенная по пустым породам

вкрест их простирания. Штреком – выработка, проведенная по простиранию пустых пород (полевой штрек) или рудного тела (рудный штрек), ортом – выработка, проведенная вкрест простирания пород по рудному телу и не выходящая за его пределы.

При подземных горных выработках различают кроме того, *вертикальные горные выработки*, не имеющие выходов на поверхность, проходимые из горизонтальных подземных выработок – *восстающие*, направленные вверх, *слепые шахты и гезенки*, направленные вниз.

Наклонные горные выработки являются промежуточными между горизонтальными и вертикальными и имеют соответствующие наименования близкой по типу выработки (наклонный штрек, шурф, наклонные шахта, штольня и т.д).

К разведочным горным выработкам относятся также *буровые скважины* – выработки цилиндрической формы, имеющие незначительный, по сравнению с длиной, диаметр, пройденный буровым инструментом.

На разных стадиях геологоразведочных работ проходятся горные выработки различных типов. Для геологической съемки и поисков используются копуши, расчистки, канавы, шурфы, буровые скважины. Предварительная разведка ведется главным образом бурением с частичным контролем буровых скважин глубокими шурфами и только на месторождениях очень сложного строения применяются подземные горные выработки. Существенные объемы подземных выработок характерны для детальной разведки месторождений [1].

2 Практическое занятие № 1. Поиски и разведка медно-никелевых руд в ультраосновных породах

2.1 Медно-никелевые месторождения в ультраосновных породах, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ

Из медно-никелевых месторождений в ультраосновных породах добывается более 50 % меди и никеля. Они повсеместно генетически и пространственно связаны с интрузиями основного и ультраосновного состава. Руды формируются и размещаются главным образом в пределах самих интрузивов и в примыкающих породах со стороны лежащего бока интрузивов. Для магматических сульфидных медно-никелевых месторождений рудообразование заключается в первоначальном накоплении их в магматическом очаге, а обособление сульфидов и происходит в процессе внедрения, дифференциации и ликвации первоначально однородного никеленосного расплава на две жидкости: силикатную и сульфидную составляющие. Сульфидный расплав, благодаря большому весу опускается и концентрируется в придонных частях интрузивов и кристаллизуется после кристаллизации силикатного расплава. Подъем никеленосной магмы совершается по глубинным разломам, глубоко проникающим в мантию, которые и определяют геологическую позицию рудных районов и полей медно-никелевых месторождений. Месторождения сульфидных медно-никелевых руд приурочены к массивам оливинитов, пироксенитов (перидотитов), их серпентинизированным разностям, серпентинитам и габброидам [1].

Предпосылками при поисках подобных руд служат наличие ультраосновных пород, лакколитовая и лополитовая формы интрузий, наличие вкрапленных сульфидов меди, никеля, железа и зоны окисленных руд, присутствие рудных обломков в делювии и элювии коры выветривания.

При поисках и разведке медно-никелевых руд применяются геофизические методы исследований, такие как гравиметрия, магнито- и электроразведка и горно-буровые работы – проходка канав, шурфов и штолен [3, 6].

Наиболее крупные месторождения Российской Федерации – Норильск-1, Талнахское, Октябрьское и Мончегорское. Из зарубежных наиболее представительны Линн-Лейк в Канаде, Пилансберг в ЮАР, Камбалда в Австралии и другие. Форма рудных тел наиболее крупных месторождений пластообразная, реже жильная, столбообразная или изометричная.

Характерной особенностью медно-никелевых месторождений всего мира является выдержанный минеральный состав руд: пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит. Кроме них в рудах встречаются пирит, кубанит, полидимит, никелин, миллерит, виоларит, минералы группы платины, изредка хромит, арсениды никеля и кобальта, галенит, сфалерит, борнит, графит, самородное золото.

Руды комплексные. В них содержится (в %): Ni 0.6-5, Cu 0.2-6, Co 0.01-0.1. Отношение Ni/Cu=1.5-2.5:1. Отношение Co/Ni=1.2-1.4. Бедные руды (никеля до 1.5 % - в основном вкрапленные) обогащаются. Богатые руды (никеля более 1.5 %) могут идти в плавильную переработку без предварительного обогащения. Из медно-никелевых руд извлекают Cu, Ni, Co, металлы группы Pt, Au, Ag, Se, Te.

2.2 Методика проведения практического занятия

2.2.1 Исходные данные для проведения работы

Во время строительства дороги в районе пункта 5 (рисунок 2) в мореных отложениях на глубине 2 м найден валун бурого железняка. В нем обнаружены реликты сульфидов, среди которых установлены пирротин, халькопирит, пентландит.

В дорожной выемке (пункт 1) найден валун оливинитов, содержащий вкрапленность пирротина, марказита, халькопирита и пентландита. Вкрапленное содержание сульфидов 10-20 %. В пунктах 2-5 на коренных породах наблюдаются отчетливо выраженные ледниковые борозды и глубокие царапины, имеющие следующие азимуты направления в градусах: п.2=130, п.3=160, п.4=210, п.5=190 (рисунок 2)

Требуется: исходя из условий задачи, определить вероятный геолого-промышленный тип месторождения и предложить рациональные методы его поисков и разведки.

2.2.2 Методика и последовательность проведения работы

План решения задачи

1 По составу рудных минералов в валунах оруденелой породы определить тип месторождения.

2 По геологической карте определить вероятное местоположение коренного месторождения.

3 Разработать методику детальных поисков, учитывая, что содержание и состав рудных минералов, а также указанная в условии текстура руд позволяет применить и определенные геофизические методы поисков.

Ход решения задачи

1 По составу рудных минералов в валунах оруденелой горной породы, таковых как пентландит, халькопирит, марказит, пирит, определяем, что оруденение относится к медно-никелевому типу.

2 Для определения местонахождения месторождения применяем валунно-обломочный метод [3].

3 Учитывая рельеф местности, азимуты скольжения борозд движения ледника, делаем заключение, что коренное медно-никелевое месторождение находится на северо-западе участка.

4 Валун с бурым железняком, окислившаяся в процессе движения ледника промышленная руда, характерная для верхних частей месторождений подобного типа. В связи с этим можно предположить, что наиболее качественные руды находятся на более глубоких гипсометрических уровнях рассматриваемого объекта.

5 Составляем геологический разрез по линии А-Б. Из которого, судя по элементам залегания, видно, что площадь месторождения слагается интрузивным телом, представляющим собой лополит. Последнее также свидетельствует в пользу наличия медно-никелевых руд, которые главным образом приурочиваются к расслоенным разностям ультраосновных и основных магматических тел подобного типа (рисунок 2).

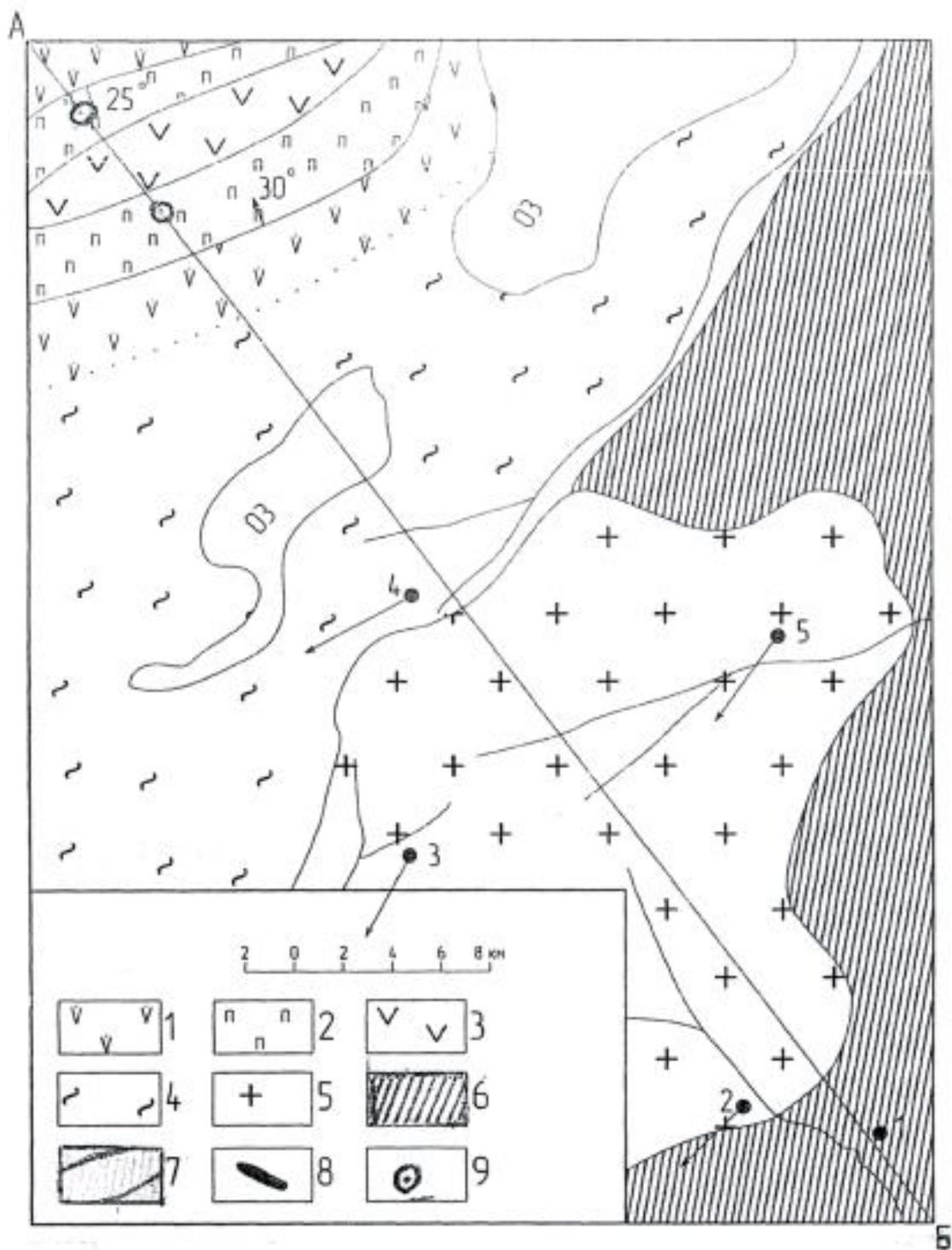
6 Породы, слагающие объект, тяжелые и магнитные. В связи с этим необходимо провести геофизические работы с применением гравиметрии и магнитометрии с целью оконтуривания месторождения по площади и предположительного определения развития рудных тел на глубину.

7 Для получения более достоверных данных необходимо пробурить несколько одиночных колонковых скважин.

8 Если полученные аналитические данные будут соответствовать промышленным рудам, следует начать проведение предварительной разведки.

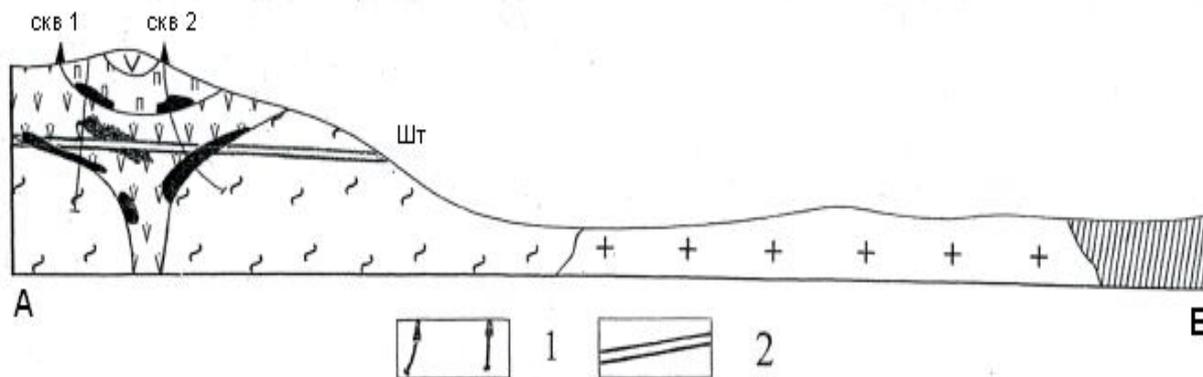
9 С этой целью ставится профильное разведочное бурение. Расстояние между профилями 1.0 км, между скважинами на профилях 0.5 км.

10 Для полной характеристики руд и возможной дальнейшей постановки детальной разведки следует пробить штольню и произвести отбор технологических проб (рисунок 3).



1 - оливиниты, 2 – пироксениты, 3 – габбро-нориты, 4 – архейские гнейсы, 5 – микроклиновые граниты, 6 – нерасчлененные нижнепалеозойские отложения, 7 – контакты между породами, 8 – рудные тела, 9 – буровые скважины.

Рисунок 2 – Схематическая геологическая карта [10,11]



1 – разведочные скважины, 2 – штольня; прочие знаки на рисунке 2.1

Рисунок 3 – Разрез по линии А-Б [10]

2.3 Контрольные вопросы

- 1 В каких образованиях наиболее часто встречаются медно-никелевые руды?
- 2 Какие крупные месторождения медно-никелевых руд вам известны?
- 3 Как образуются медно-никелевые месторождения?
- 4 Перечислите основные минералы медно-никелевых проявлений?
- 5 Как происходят поэтапно поиски и разведка медно-никелевых месторождений в основных и ультраосновных породах?

3 Практическое занятие № 2. Разведка месторождений железа в докембрийских метаморфических породах

Основными задачами студентов, изучающих данную тему, является овладение навыками и методами проведения предварительной и детальной разведок с определением на глубине параметров полезного ископаемого, его мощности, положения в пространстве и последующей постановки горных и буровых работ.

Практическое задание представлено двумя разделами. В первом разделе приводятся особенности распространения месторождений железистых кварцитов в земной коре, их генетические типы и методика разведки. Во втором на основе предлагаемого геологического задания показана поэтапная последовательность проведения разведки на прогнозируемой площади.

3.1 Месторождения железистых кварцитов, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ

Железо является одним из распространенных элементов земной коры. Его весовой кларк составляет 5.1 % (или 0.43 % по объему). Оно образует промышленные концентрации в следующих генетических группах месторождений:

- 1) собственно магматических;
- 2) контактово-метасоматических;
- 3) гидротермальных;
- 4) остаточных, связанных с корой выветривания;
- 5) инфильтрационных;
- 6) осадочных;
- 7) метаморфогенных.

Среди упомянутых генетических групп наиболее важное значение имеют метаморфогенные, на долю которых приходится более половины запасов мировых руд. Они обладают многомиллиардными запасами руд и известны на Канадском (Верхнее Озеро), Бразильском (Минас-Жерайс), Индийском (Сингбхумское), Южно-Африканском, Балтийском (Северная Швеция) и Украинском (Кривой Рог) щитах, а также на Китайской платформе (Аньшанское), Курско-Воронежском (КМА) массиве и других провинциях, сложенных докембрийскими образованиями.

Размещение железорудных провинций, в которых получили развитие метаморфогенные месторождения, подчиняются некоторым определенным закономерностям. Геолого-структурное положение их определяется приуроченностью:

1) к окраинным частям щитов (на южной окраине Канадского щита располагаются месторождения Верхнего Озера);

2) к внутренним прогибам, например, месторождения железистых кварцитов района Лабрадор-Квебек приурочены к Лабрадорскому прогибу, выполненному осадочно-вулканогенными образованиями протерозоя, развитых на архейских гнейсах. Такое же положение занимают месторождения железистых кварцитов КНР и Западной Австралии (железорудные районы Пилсбери и Хамерсли);

3) к узким прогибам на щитах. Примером служит Украинская железорудная провинция, где железорудные месторождения тяготеют к локальному прогибу, развившемуся вдоль глубинного разлома.

Основные минералы железных руд

Из многих десятков минералов железа промышленное значение имеют лишь немногие: магнетит – Fe_3O_4 (72.4 % Fe), гематит – Fe_2O_3 (70 % Fe), мартит – Fe_2O_3 , бурый железняк – $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (48-63 % Fe), сидерит – $FeCO_3$ (48 % Fe), шамозит – $4FeO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 4H_2O$ (55-65 % Fe).

Требования к железным рудам зависят от их минерального состава. Для магнетит-гематитовых руд промышленное содержание железа составляет 55-77 %. Магнетитовые руды могут разрабатываться и с более низким содержанием металла, но тогда они требуют предварительного обогащения электромагнитной сепарацией с получением концентратов. Лимонитовые руды разрабатываются при содержании 38-40 % железа, а сидеритовые при 30-38 % железа. В случае повышенного содержания в рудах сульфидов они подвергаются предварительному обжигу.

Метаморфогенные месторождения железа

Накопление максимального количества железа и образование месторождений, уникальных по запасам руд, характерно для докембрия. Существует мнение, что они имеют первично-осадочное происхождение и занимают определенное положение в стратиграфическом разрезе. Для этих месторождений характерна сложная структура рудных провинций и рудных полей, а также очень сложные, часто неясные перемещения и концентрации железа. К рассматриваемому промышленному типу относятся уникальные месторождения Курской магнитной аномалии (КМА), Кольского полуострова, Малого Хингана и другие (РФ), Кривого Рога (Украина), Аньшань, Тункул (КНР), район Верхнего Озера (США), месторождения Индии, Бразилии, Канады, Австралии, Южной Африки и др. Запасы руд отдельных месторождений этого типа составляют 10-15 млрд. т [1,8].

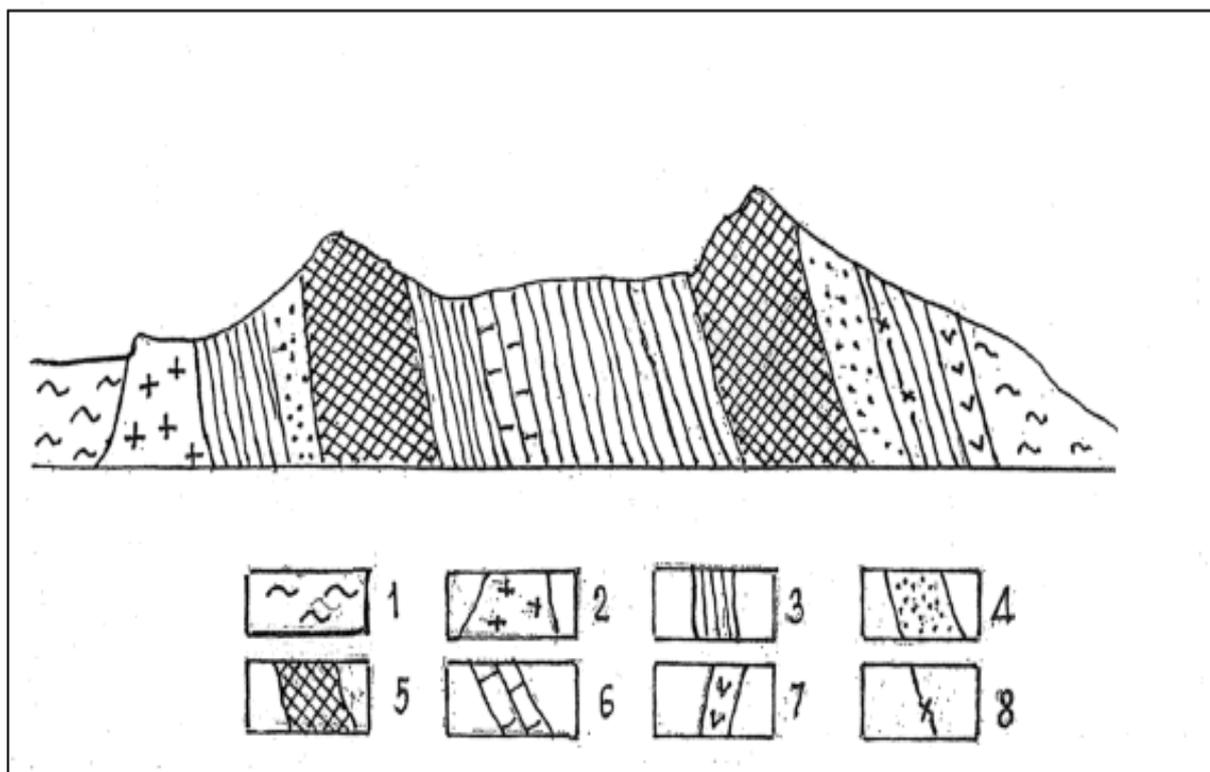
Месторождения данного промышленного типа делится на три подтипа.

К первому подтипу отнесены месторождения железистых кварцитов. Это уникальные и крупные по запасам руд осадочно-метаморфогенные месторождения. Они представлены рудами со средними содержаниями железа 33-35 %. Железистые кварциты имеют пластовую форму и залегают согласно с вмещающими их сланцами. Чередование железистых кварцитов и вмещающих их сланцев образует железорудные свиты большой мощности – от 200 до

1500 м. Протяженность этих свит изменяется от нескольких десятков до сотен метров. Мощность пластов железистых кварцитов колеблется от нескольких метров до 75-400 м.

Породы железорудной формации являются фацией древних осадочных толщ, которые претерпели складчатые и дизъюнктивные деформации и подверглись интенсивно проявленному региональному метаморфизму. Для пород этой формации различных районов мира характерно сходство их состава и текстур [4, 5, 6].

Запасы железистых кварцитов со средним содержанием 35 % железа оцениваются в 50 млрд. т, из которых богатых руд более 1 млрд. т [4].



1 – гнейсы; 2 – граниты; 3 – филлиты; 4 – кварциты; 5 – итабариты; 6 – известняки; 7 – диабазы; 8 – сбросы

Рисунок 4 – Разрез через месторождение Минас-Жерайс (Бразилия) [4]

Огромными запасами железистых кварцитов, именуемых *итабаритами*, располагает Бразилия. Только в штате Минас-Жерайс (рисунок 4) они составляют более 30 млрд. т со средним содержанием Fe 30 %. Общая мощность продуктивной толщи 1200 м, а отдельных пластов до 150 м при площади железорудного бассейна 7000 кв. км [5].

Ко второму подтипу относятся месторождения, представленные богатыми по содержанию железа рудами (45-70 %). Эти руды обычно без обогащения поступают в металлургический передел (Кривой Рог).

Рассматриваемые месторождения по запасам руд крупные, нередко уникальные, огромной протяженности. Месторождения часто имеют большое число рудных тел различной формы – пластообразной, столбообразной, штоко- и линзообразной.

Разведка месторождений железистых кварцитов

Предварительная разведка

На основе результатов поисково-разведочных работ выбирают наиболее перспективные участки месторождения для постановки разведочных работ. Методы разведки определяют последовательность ее проведения с таким расчетом, чтобы до завершения разведочных работ получить важнейшие данные, определяющие промышленную ценность месторождения.

В процессе предварительной разведки решаются следующие задачи:

1 Геометризация рудных пластов, определение их мощности, площади и на основе этих данных объема и формы, а также условий залегания, одновременно выделяются участки среди рудных пластов с некондиционной мощностью или содержаниями железа. Геометризация проводится с учетом установленных кондиций по мощности рудного тела и содержанию железа в руде.

2 Выделение природных типов и промышленных сортов руд. Определение строения рудных тел, выявление типов разрезов и установление устойчивости строения рудных пластов.

3 Установление минерального и химического состава руд, а также предварительное выяснение распределения полезных компонентов в рудном пласте.

4 Определение физических (крепость, объемный вес, влажность руд и т.п.) и технологических свойств руд.

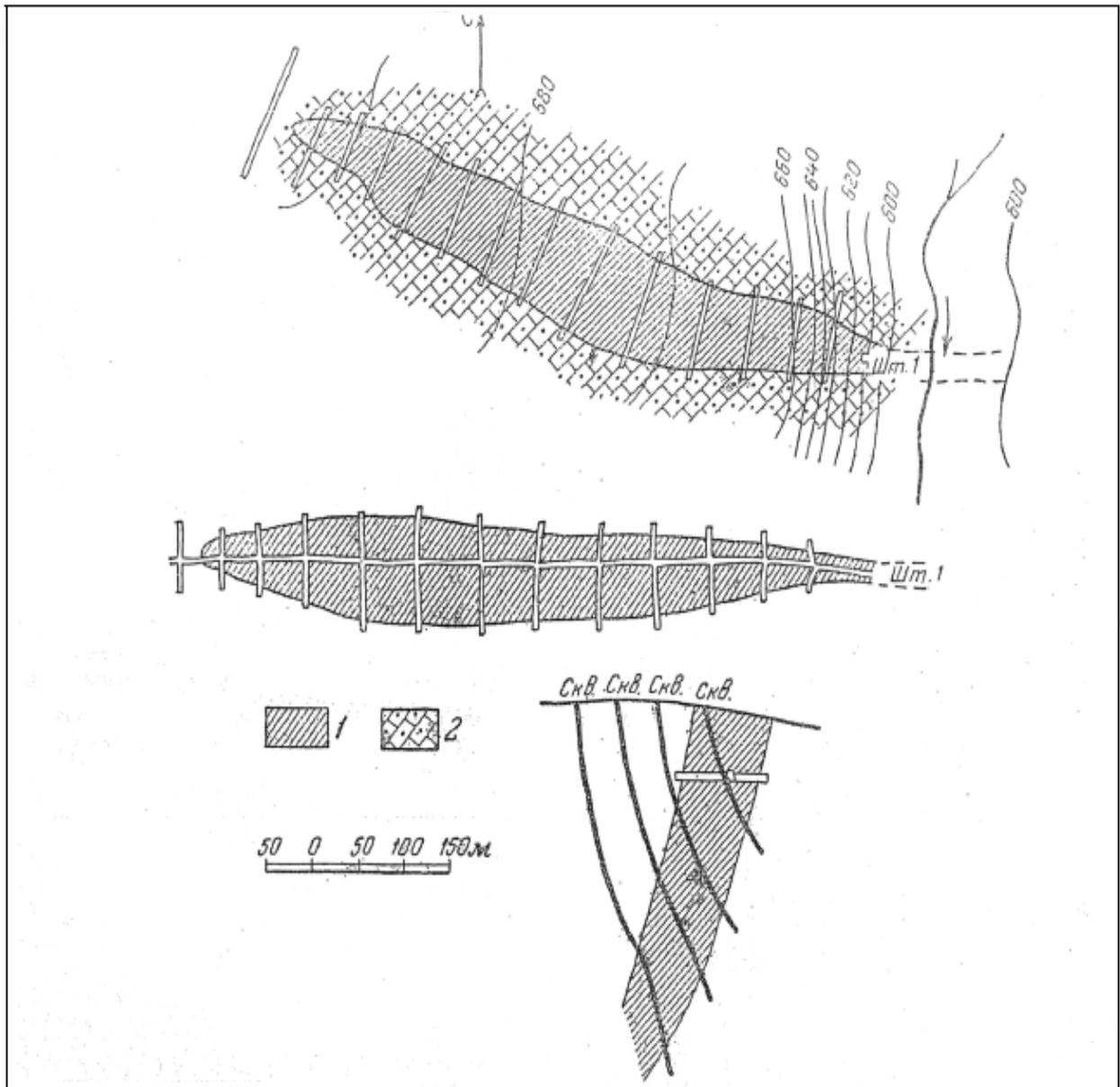
5 Выяснение горнотехнических и особенно гидрогеологических условий вскрытия и разработки месторождений, а также размещение отвалов, промышленного и жилого строительства с учетом природоохранных мероприятий [1,4, 6, 8].

Если протяженные крупные тела железистых кварцитов обнажаются на поверхности, они опробуются при помощи серии параллельных канав, проходимых вкрест простирания рудных тел на расстоянии 50-100 м друг от друга. Разведка глубоких горизонтов осуществляется (в связи с очень крутым падением рудных тел) бурением наклонных колонковых скважин (рисунок 5) с применением самоходных буровых установок. При этом используется квадратная или прямоугольная разведочная сеть с расстояниями в 150 м между скважинами 150-250 м профилями.

На всех скважинах проводится геологическая документация и комплексный картаж, в результате чего надежно устанавливается строение рудных пластов и природные типы руд. Керн скважин используется для отбора штучных и секционных проб. Результаты разведки буровыми скважинами подвергаются контролю путем проходки сопряженных шурфов, число которых составляет 2-3 % от числа контролируемых скважин. Отбор технологических проб производится из контрольных шурфов.

Проведение этих работ обеспечивает надежное выяснение геологического строения месторождения на основе построения геологических разрезов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Одновременно определяются

исходные данные, отражающие горнотехнические условия дальнейшей разведки и разработки месторождения. Все результаты разведки используются для подсчета запасов по категориям *C1* и *C2*, выделения карьерных полей, промышленной оценки и определения очередности разработки месторождения.



1 – магнетитовая руда; 2 – вмещающая порода

Рисунок 5 – Схема разведки железорудного месторождения. Вверху план рудного тела на поверхности. Внизу – план рудного тела на горизонте штольни и поперечный разрез рудного тела со скважинами наклонного бурения [17]

Все результаты разведки используются для подсчета запасов по категориям $C1$ и $C2$, выделения карьерных полей, промышленной оценки и определения очередности разработки месторождения. К окончанию предварительной разведки составляется технико-экономический доклад (ТЭД) с целью обоснования целесообразности промышленного освоения месторождения и проведения детальной разведки [4, 5, 9].

Детальная разведка

На месторождениях получивших положительную промышленную оценку и намеченных к эксплуатации в ближайшие годы, проводится детальная разведка.

В период детальной разведки решаются следующие задачи:

1 Уточняются контуры рудных пластов, их формы и объем, а также геометрия почвы и кровли пластов. Оконтуриваются участки пластов с некондиционными показателями.

2 Завершаются исследования природных типов и промышленных сортов руд. Уточняется строение рудных пластов.

3 Надежно устанавливается качество руд с учетом комплексного использования, то есть уточняется минеральный и химический состав руд, распределение полезных и вредных компонентов в рудных пластах. В полужавоудских условиях завершаются технологические испытания руд с выбором и обоснованием технической и экономически оптимальной схемы обогащения руд и металлургического передела железных концентратов и других продуктов горно-металлургического производства.

4 Изыскиваются источники водоснабжения (технической и питьевой воды) и уточняются горнотехнические условия.

Детальная разведка проводится путем сгущения разведочных профилей и скважин на них до степени обеспечивающей перевод запасов руд из категории $C1$ в категории A и B и части запасов из категории $C2$ в категорию $C1$.

Инструкция Государственной Комиссии по Запасам (ГКЗ) для данного типа месторождений (железистых кварцитов) предусматривает, что запасы категорий $A+B$ должны составлять 35 % от суммарных балансовых запасов ($A+B+C1$), в том числе запасы категории A должны составлять 10 % [6, 8, 10].

Разведка проводится по квадратной сети бурением наклонных и вертикальных скважин. Расстояние между скважинами при переводе запасов в категорию B следует принимать 150 м, а в категорию A – 75 м [5, 6, 17].

При проведении детальной разведки расстояние между скважинами по сравнению с предварительной разведкой уменьшается в 2 и 4 раза (по отношению к запасам B и A соответственно), а плотность разведочной сети увеличивается в 4 и 16 раз. Надежность результатов разведки скважинами проверяется шурфами, пройденными сопряжено со скважинами, количество которых составляет 3-5 % от числа скважин.

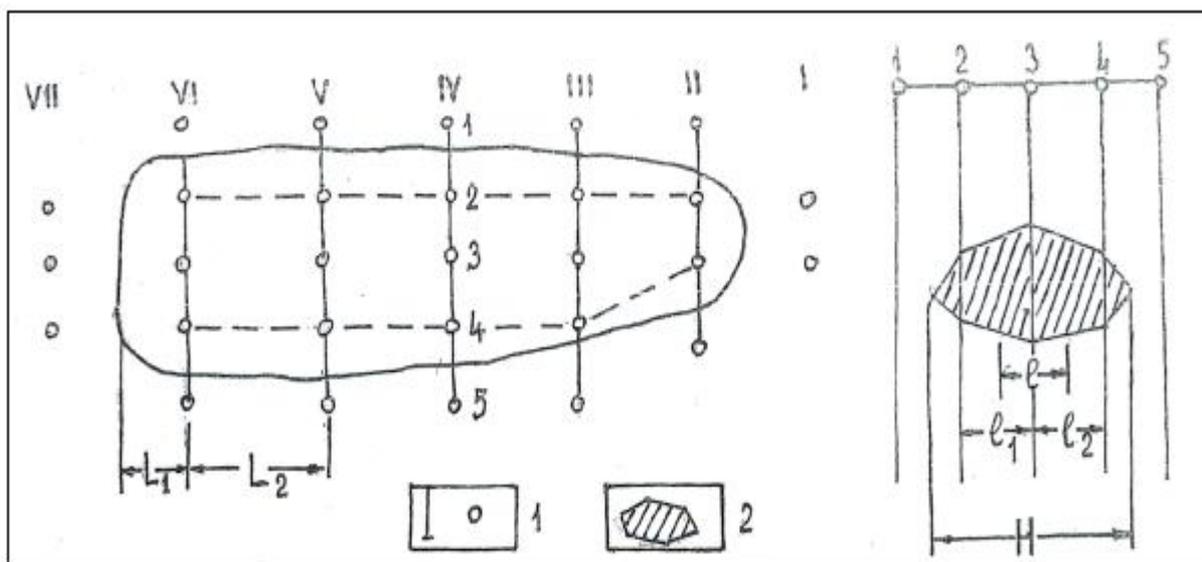
При эксплуатационной разведке проходятся штольни и рудные штреки вдоль разрезов с пробуренными разведочными скважинами. Из штреков, в свою очередь, ведутся орты и восстающие, а для исследования руд ниже шахтного горизонта бурятся непосредственно из штреков новые разведочные скважины (рисунок 5).

Таким образом, надежно устанавливается геологический разрез, строение рудных залежей, природные и промышленные сорта руд, гипсометрия рудных пластов и ведется оперативный подсчет движения запасов. На основе имеющихся данных о мощностях рудных тел, их параметров по падению и простиранию, содержанию в рудах полезного компонента – методом геологических разрезов (вертикальных или горизонтальных) подсчитываются (в зависимости от объема горных и буровых работ) запасы полезного ископаемого по соответствующим категориям.

Наиболее приемлемым в данном случае является метод подсчета запасов способом *вертикальных геологических разрезов*. Сущность его состоит в том, что тело полезного ископаемого разбивается на блоки, ограниченные геологическими разрезами, построенным по соответствующим разведочным

пересечениям. Этот способ применим для подсчета запасов мощных залежей вытянутых или изометричных форм, разведанных вертикальными или наклонными буровыми скважинами при небольшом участии горных разведочных выработок.

При расчленении рудного тела подсчетными разрезами на блоки каждый из них ограничивается двумя почти параллельными разрезами, за исключением двух крайних блоков – правого и левого. Эти последние опираются лишь одной стороной на разведочный разрез, а с остальных сторон ограничиваются экстраполяционными поверхностями по геологическим или иным соображениям (рисунок 6).



1 – разведочные выработки, 2 – площадь сечения рудного тела

Рисунок 6 – Схема расположения блоков при подсчете запасов руд методом разрезов. Слева – план, справа разрез по линии IV [4]

Подсчет способом разрезов распадается на два этапа. Сначала подсчитываются так называемые линейные запасы (q) в пределах условных пластин, соответствующих по площадям каждому разведочному разрезу

толщиной в 1 м; затем путем усреднения данных по разрезам, ограничивающим блоки, находятся значения подсчетных параметров для каждого блока.

Затем определяется среднее содержание полезного компонента (с) и средняя объемная масса полезного компонента (d) по разведочным пересечениям рудного тела путем вычисления их средневзвешенного значения. Запасы полезного ископаемого (Q) вычисляются как произведение этих величин:

$$Q = c * d .$$

3.2 Методика проведения практического занятия

3.2.1 Исходные данные для проведения работы

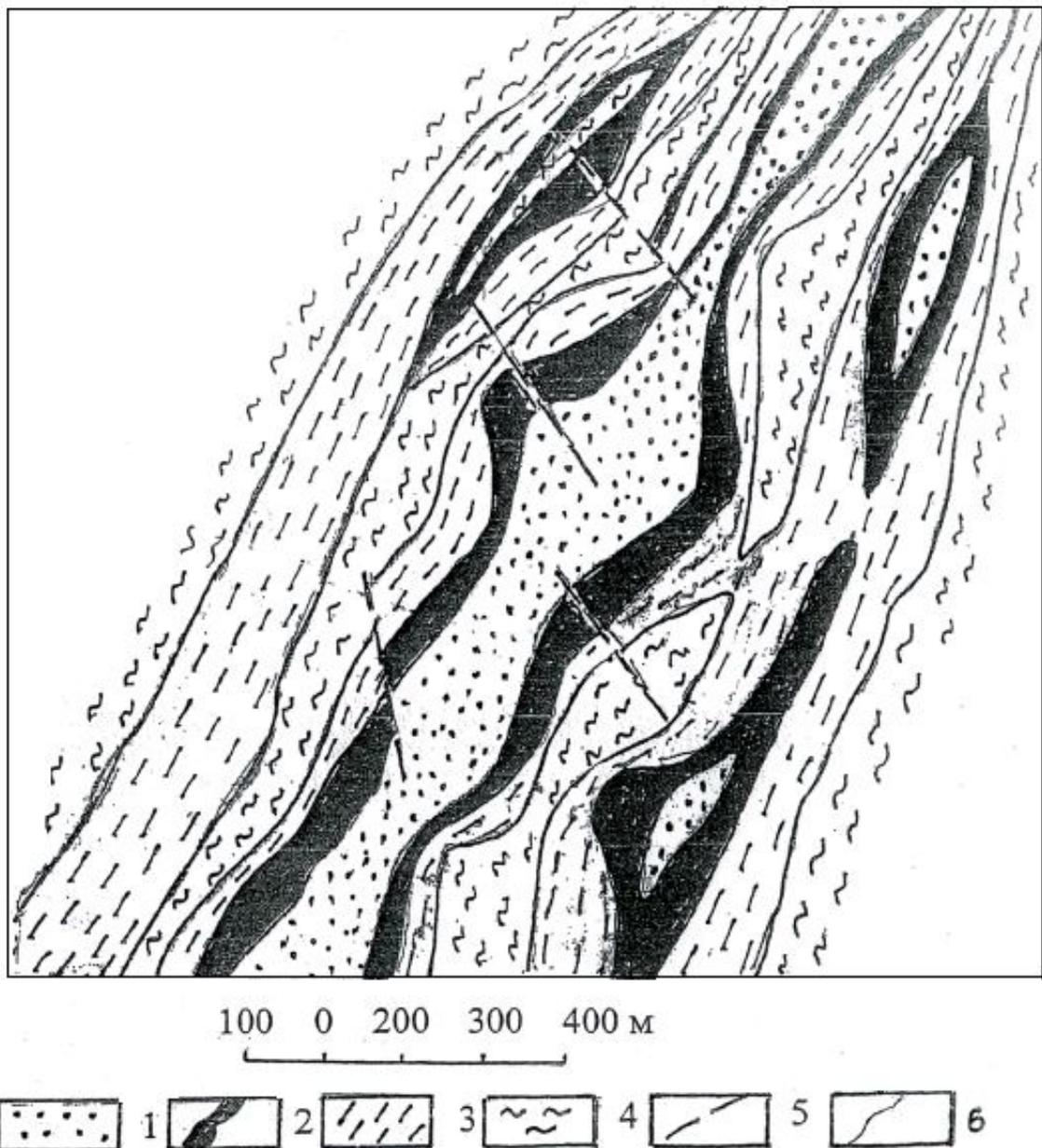
Студентам выдается несколько вариантов заданий, характеризующихся сходными решениями, но значительно отличающихся исходными параметрами. Ниже приводится один из таких вариантов (рисунок 7).

Район сложен докембрийскими породами, относящимся к двум свитам: первая более древняя состоит из гнейсов, гранитов и сильно метаморфизованных зеленокаменных пород (около 1000 м); вторая представлена различными метаморфизованными осадочными породами. Она лежит несогласно на нижней свите и сложена (снизу вверх) следующими породами:

- 1 Аркозовые песчаники50-200 м
- 2 Железистые кварциты50-100 м
- 3 Глинистые сланцы50-150 м
- 4 Тальковые, хлоритовые и актинолитовые сланцы 50-100 м

Все эти породы слагают синклиналию складку (северо-восточного простирания), крылья которой осложнены рядом мелких структур второго и третьего порядков. Отмечаются разрывные нарушения типа мелких сбросов.

Рудоносным горизонтом является толща железистых кварцитов. Содержание железа в них колеблется от 25 % до 45 %. В железистых кварцитах



1 – аркозовые песчаники; 2 – железистые кварциты; 3 – глинистые сланцы;
4 – тальковые, хлоритовые, актинолитовые и амфиболовые сланцы; 5 –
тектонические нарушения; 6 – границы слоев.

Рисунок 7 – Геологическая карта участка [11]

встречаются залежи сплошных магнетитовых, гематитовых и мармитовых руд, где содержание железа достигает 65 %. Сплошные руды образуют столбообразные залежи пластовой и линзообразной формы. В горизонтальном сечении длины залежей 200-600 м, мощности 10-50 м. На глубине они прослеживаются до 300-400 м.

При детальной геологической съемке в масштабе 1:10000 на участке длиной 1.6 км и шириной более 1 км (участок вытянут в северо-восточном направлении) оконтурены обнажения железистых кварцитов, выявленные ранее при крупномасштабной съемке 1:50000, простирающиеся по азимуту СВ 30 градусов. Преобладающее направление падения на юго-восток и северо-запад под весьма крутыми углами. Местность степная, рельеф ровный (рисунок 7).

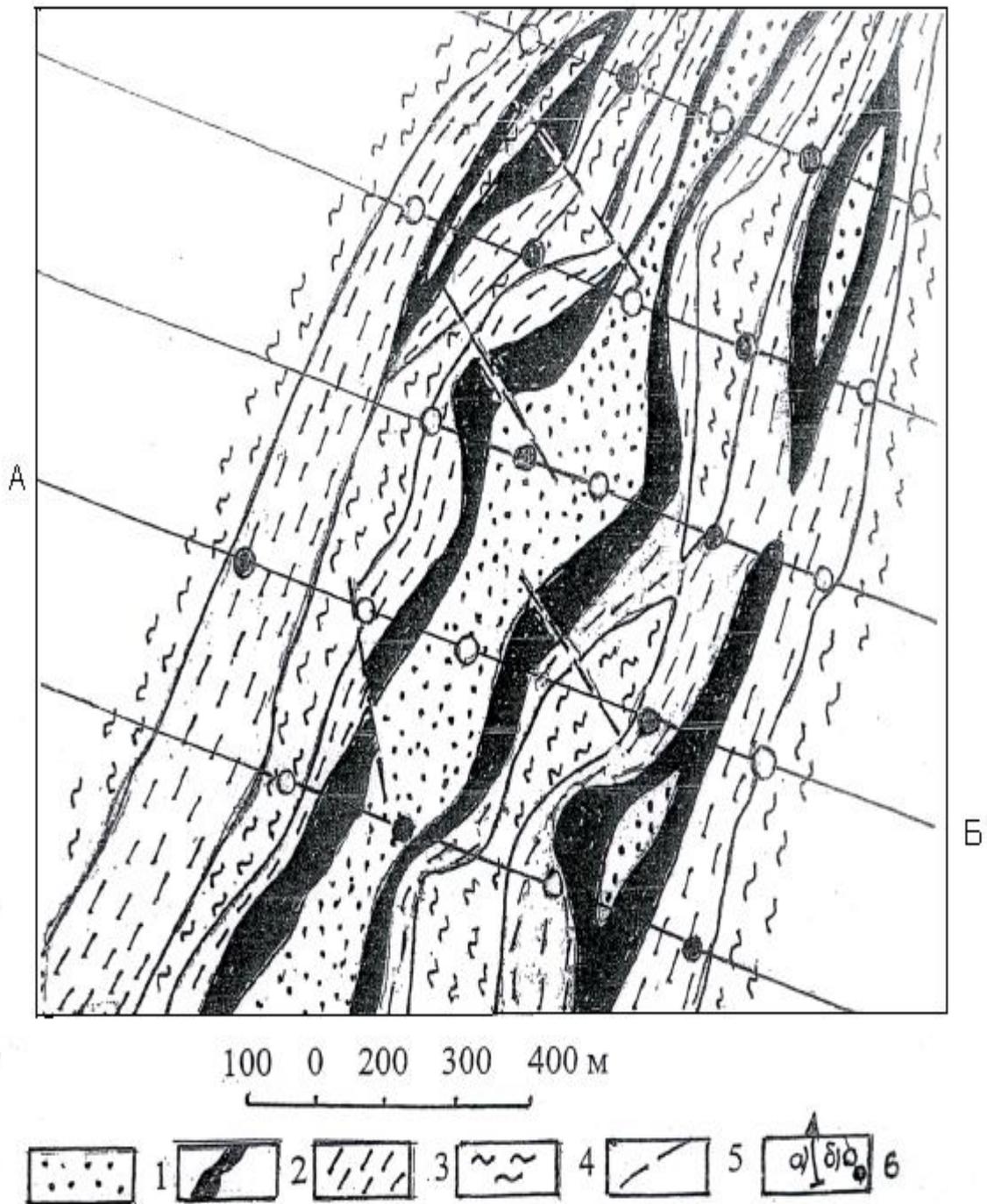
Требуется:

- 1 Определить геолого-промышленный тип месторождения.
- 2 Запроектировать разведку железных руд, предусмотрев необходимые работы для промышленной оценки выявленных объектов.
- 3 На карточке и разрезах показать проектируемые разведочные работы.
- 4 Дать сводную таблицу объемов запроектированных работ.

3.2.2 Методика и последовательность проведения работы

Исходя из приведенных данных видно, что в пределах участка фиксируются на поверхности выходы пяти рудных тел железистых кварцитов. Три из них отличаются линзовидной формой и включают внутри себя «окна» пустых пород. Первое рудное тело находится на северо-западе участка, а два других расположены на его восточном фланге. Между ними залегают два параллельных пластовых тела, постепенно выклинивающихся в северо-западном направлении (рисунок 7).

В данном случае ведение разведочных работ с последующим подсчетом запасов наиболее целесообразно проводить методом вертикальных



1 – аркозовые песчаники; 2 – железистые кварциты; 3 – глинистые сланцы; 4 – тальковые, хлоритовые, актинолитовые, амфиболовые сланцы; 5 – тектонические нарушения; 6 – буровые скважины: а - на разрезе, б - на карте

Рисунок 8 – Геологическая карта участка [10]

геологических разрезов [4], описанных в разделе 3.1.3. Разведка месторождения проводится в две стадии.

В стадию *предварительной разведки* площадь визуально была разбита на отдельные блоки. Ранее установленные в процессе съемки и поисков рудные тела прослеживались на глубину по ряду профилей методом магниторазведки и подсекались на глубине отдельными скважинами (на плане незачеркнутые кружки) со средними расстояниями между ними на профилях в 300 м [4, 5] (рисунок 8).

Затем на основе полученных результатов по всей площади месторождения отстраивались геологические разрезы (примером является разрез А-Б представленный на рисунке 9). Далее по линиям разрезов (исключая мощности пустых пород) определялись мощности рудных тел (m_1 , m_2 и т.д. по каждому пласту).

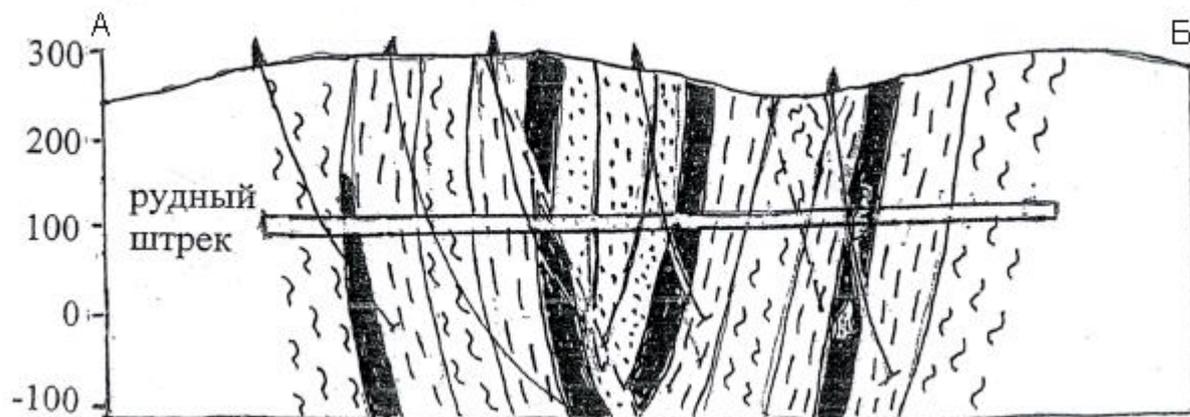


Рисунок 9 – Геологический разрез по линии А-Б. Условные обозначения на рисунке 8 [10]

В итоге была рассчитана средняя мощность для каждого рудного тела. Измерив планиметром их контуры, и, взяв за основу среднюю глубину развития руд до отметки минус 100 м, составившую в среднем около 350 м, определяем объем рудных пластов в кубических метрах (V_1 , V_2 , V_3 и т.д.). Суммируя их, вычисляем объем рудных тел на объекте $V_{общ}$. В нашем случае он равен

91 миллиону кубических метров. Его объемная масса в тоннах вычисляется по формуле:

$$Q = V_{\text{общ}} \times d$$

где d - для месторождений такого типа составляет 5,5 [4].

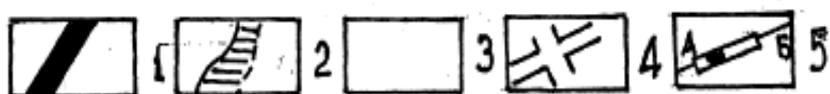
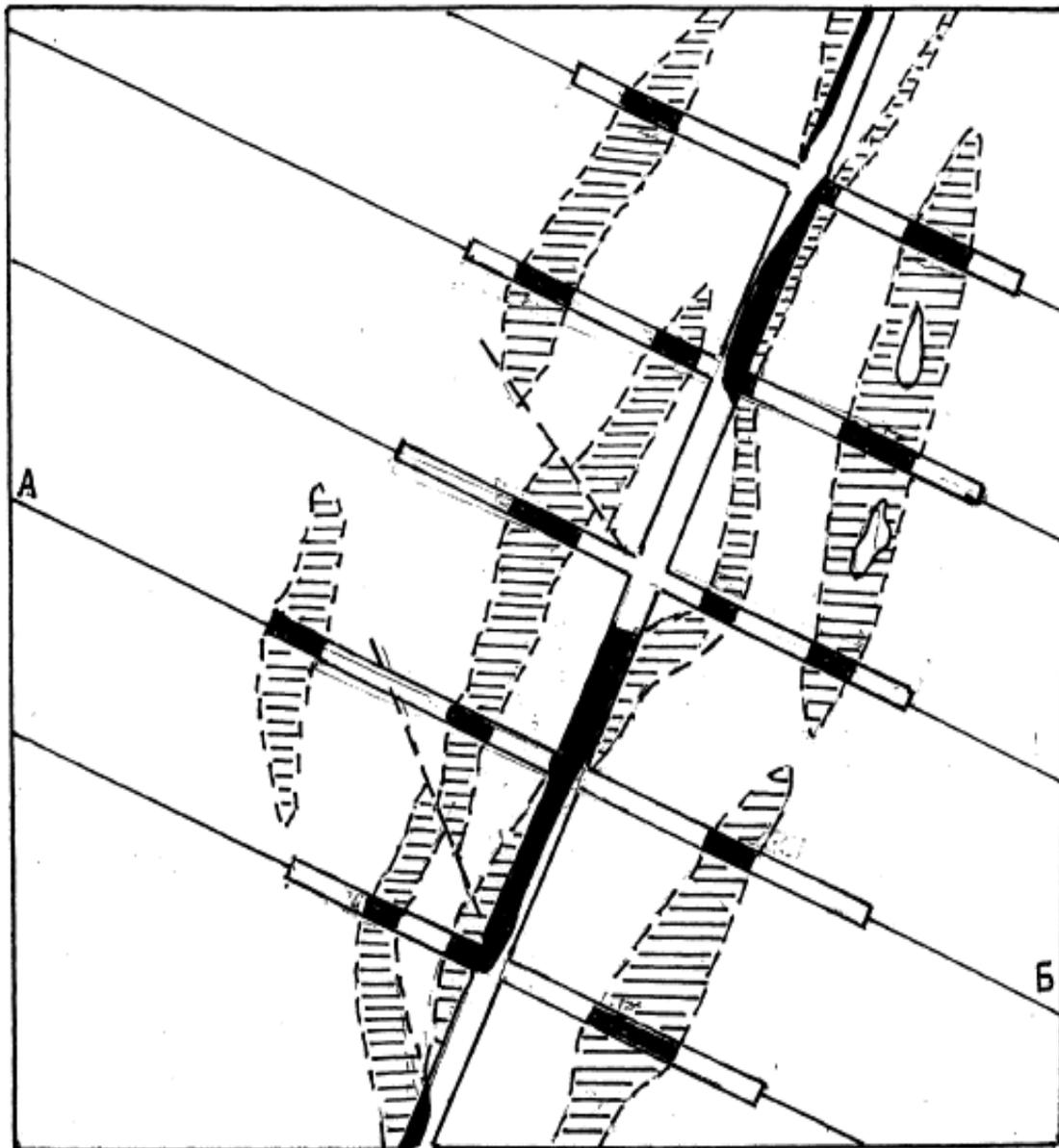
В итоге получаем цифру 500,5 миллионов тонн. Зная из условия задания, что среднее содержание в руде полезного компонента (ПК) 25-45 % с отдельными всплесками до 65 %, можно (из опыта среднего содержания железа на таких объектах) принять за среднюю концентрацию металла на месторождении в размере 35 % [6, 8, 10]. Тогда запасы объекта по категории $C1$ (так как количество пробуренных скважин не позволяют их классифицировать по более высоким категориям) исходя из формулы:

$$Z = Q \times C,$$

где C – равняется 0,35, составят примерно 175 млн.т.

Детальная разведка

Детальная разведка месторождения осуществлялась при помощи скважин колонкового бурения глубиной до 400 м (зачеркнутые кружки на рисунке 8), пройденные на расстоянии 150 м по профилю друг от друга [6]. Помимо этого, на отметке плюс 100 м была заложена по простиранию рудных тел штольня, с отходящими от нее по нормали к ней (по линиям профилей) рудными штреками. Эта рудная система играет как вспомогательную роль при детальной разведке, так и будет в дальнейшем использоваться при эксплуатационных работах (рисунки 8, 9, 10). Проведение горно-буровых работ в таком объеме позволяет перевести подсчитанные запасы из категории $C1$ в категорию $A2 + B$, а участки непосредственно вскрытые штольней и штреками (порядка 20 %) в



1 – рудные тела, установленные по данным горных выработок; 2 – рудные тела, ооконтуренные по результатам бурения и геофизического опробования; 3 – вмещающие породы; 4 – горные выработки; 5 – линии разрезов

Рисунок 10 – План расположения рудных залежей на горизонте плюс 100 м [10]

категорию A_2 [5, 6, 8, 10]. Они в целом составляют запасы соответствующие приблизительно 35 млн. т.

Общий объем выполненных геофизических, горных и буровых работ на месторождении приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Общий объем выполненных работ

Наименование работы	Тип работы	Длина профильных разрезов, горных выработок и буровых скважин, м	Сечение горных выработок, м ²	Общий объем работ в погонных метрах, м или м ³
Геофизические исследования	Магнито-разведка	1100+ 1400 x 3 + 900	—	7200 м
Бурение скважин	Колонковое бурение	400 x 25	—	10000 м
Горные выработки	Штольни и штреки	4850	2 x 3	29100 м ³

3.3 Контрольные вопросы

- 1 Что представляет разведка полезных ископаемых?
- 2 Какие существуют типы разведок?
- 3 Охарактеризуйте понятия – предварительная и детальная разведка.
- 4 В чем сущность доразведки?
- 5 Какие существуют типы железных руд?
- 6 Какие Вам известны месторождения железистых кварцитов?
- 7 Перечислите главнейшие минералы железных руд.
- 8 Как ведется разведка железистых кварцитов?
- 9 Сущность подсчета запасов руд методом геологических разрезов.

4 Практическое занятие № 3. Разведка месторождений мартитовых руд в железистых кварцитах рифейского возраста

4.1 Месторождения мартитовых руд, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ

Мартиты – псевдоморфозы гематита по магнетиту, образованные путем метасоматического замещения последнего. Это плотные или рыхлые агрегаты гематита, возникшие при окислении магнетита. Мартиты широко развиты в железистых кварцитах (джеспелитах), где нередко являются одним из основных рудных минералов, образующих промышленные скопления железа.

Это глубоко метаморфизованные осадочные или вулканогенно-осадочные кварцево-железистые породы, широко распространенные в докембрийских образованиях. Представлены яснослоистыми, обычно тонкополосчатыми кварц- или силикат-магнетитовыми или гематитовыми породами, с преобладанием в отдельных тонких слоях (от 0.1 до 20 мм) какого-либо одного минерала – кварца, магнетита или мартита, гематита, хлорита, серицита, биотита, амфибола и др. При содержании железа в количестве 25-30 %, являются промышленной железной рудой, требующей обогащения. С ними связаны крупнейшие пластовые месторождения богатых малофосфористых железных (магнетитовых, мартитовых, гематитовых) руд с содержанием железа свыше 50 %. Месторождения железистых кварцитов в Российской Федерации широко развиты в районе Курской магнитной аномалии (КМА), Урале, Кольском полуострове и др.

4.2 Методика проведения практического занятия

4.2.1 Исходные данные для проведения работы

Толща джеспелитов падает на юго-запад под углом 60 градусов.

Мартитовые руды по железистым кварцитам представляют промышленный интерес. В стратиграфическом плане толща железистых кварцитов, относимая к среднему рифею (R2) залегает на нижнерифейских (R1) магматических интенсивно дислоцированных породах. Они представлены (рисунок 11) базальтоидами, амфиболитами и гранито-гнейсами, на которых и залегает мартитовый горизонт джеспелитов. Последние перекрыты верхнерифейской толщей (R3), сложенной аркозовыми песчаниками, глинистыми сланцами, алевролитами и аргиллитами. Азимут падения приводимых образований составляет 340, а угол падения 60 градусов.

Требуется: запроектировать разведочную линию для подсечения мартитов на глубине 100 и 200 м двумя буровыми скважинами и штреками на тех же гипсометрических уровнях, пройденных из заданной шахты; составить стратиграфическую колонку, разрез и геологическую карту.

4.2.2 Методика и последовательность проведения занятия

1 Строим стратиграфическую колонку исследуемых отложений, которая приведена на рисунке 11.

2 Отложив на топографическую основу все вышеуказанные отложения, строим геологическую карту (рисунок 12).

3 Затем вкрест простирания пород проводим линию разреза А-Б. Вначале строим топографический разрез, на который согласно элементам залегания наносим породы и руды и получаем геологический разрез (рисунок 13).

4 На основе полученного задания на искомым гипсометрических уровнях (100 и 200 м) подсекаем руду колонковыми скважинами.

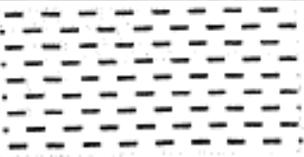
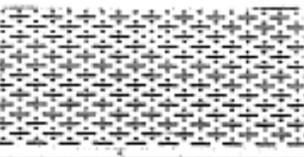
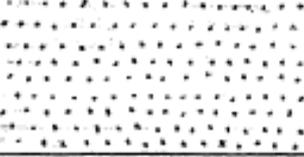
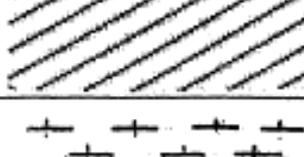
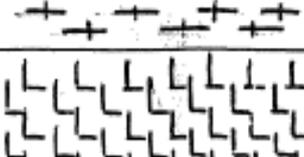
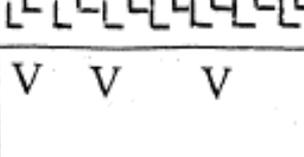
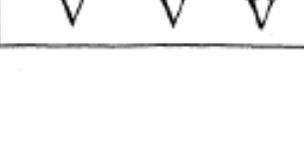
Эра- тема	Систе- ма	Отдел	Колонка	Мощн. в м
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ PR	РИФЕЙ R	ВЕРХНИЙ R ₃		80
				60
				85
				80
		средний R ₂		40
		НИЖНИЙ R ₁		50
				70
				70

Рисунок 11 – Стратиграфическая колонка. Условные обозначения на рисунке 13

[10, 11]

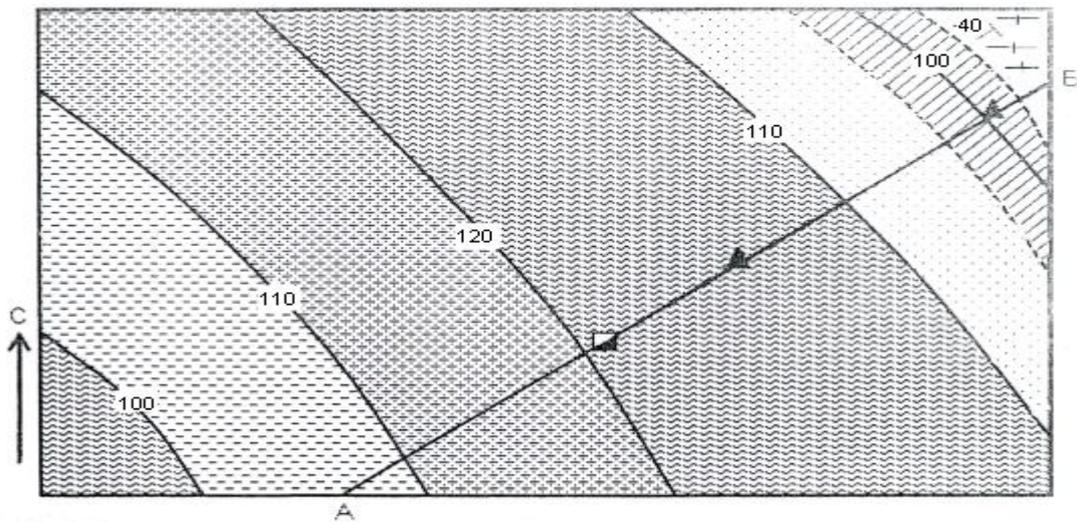
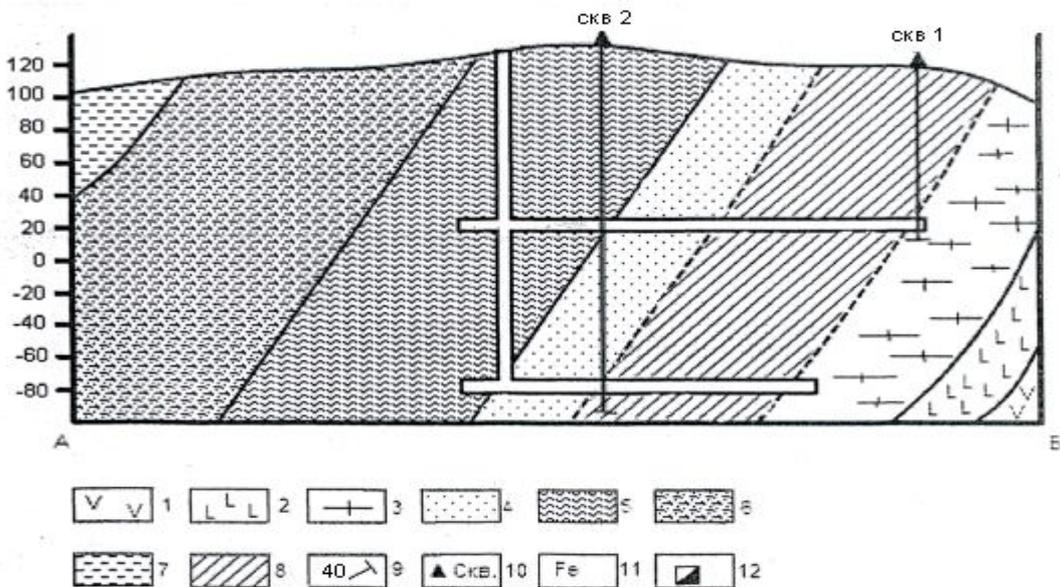


Рисунок 12 – Геологическая карта участка [10, 11].

Условные обозначения на рисунке 13



- 1- базальтоиды, 2 – амфиболиты, 3 – гранито-гнейсы, 4 – аркозовые песчаники, 5 – глинистые сланцы, 6 – алевролиты, 7 – аргиллиты, 8 - продуктивный горизонт, 9 – элементы залегания пласта мартитов, 10 – разведочные скважины, 11 – перспективный участок, 12 – место заложения шахты

Рисунок 13 – Геологический разрез по линии А-Б с проектируемыми горными выработками [10, 11]

5 Потом закладываем шахту и от нее прокладываем штреки на тех же глубинных уровнях, что позволяет произвести отбор технологических проб (рисунок 13).

6 Зная параметры рудного тела и содержание полезного компонента в руде легко подсчитать запасы данного объекта.

4.3 Контрольные вопросы

1 Что собой представляют железистые кварциты и где они пользуются преимущественным развитием?

2 Как образуются мартиты?

3 Какой процент железа должен быть в руде, чтобы она являлась промышленной?

4 Чем отличается колонковое бурение от шнекового?

5 Что такое штреки и штольни, их назначение и отличия?

5 Практическое занятие № 4. Разведка месторождений марганца в осадочно-метаморфических породах

5.1 Типы месторождений марганцевых руд, их минералогическая характеристика. Особенности проведения геологоразведочных работ на марганец

Марганец серебристо-белый хрупкий металл, имеющий плотность 7.20-7.46 г/см³, температура плавления 1244 °С. Он нашел широкое применение в современном промышленном производстве, куда поступает в виде марганцевых концентратов. Основным потребителем марганца в настоящее время является металлургия, где он используется в производстве ферросплавов для раскисления сталей при плавке, а также марганецсодержащих бронз, латуней, других сплавов с цветными металлами, обладающими антикоррозионными свойствами. Только 5 % марганца потребляется в электротехнической, химической и керамической промышленности.

Промышленные типы месторождений марганцевых руд представлены осадочными морскими (в том числе перспективными месторождениями железомарганцевых конкреций дна океана), вулканогенно-осадочными, выветривания и метаморфогенными разновидностями.

Среднее содержание марганца в земной коре около 0.1 %. В различных горных породах оно колеблется в пределах от 0.06 % до 0.20 %. Марганец встречается в природе главным образом в виде оксидов, гидроксидов, карбонатов и силикатов. Известно более 150 минералов, содержащих марганец, но промышленное значение имеют лишь некоторые из них (таблица 2).

Таблица 2 – Главнейшие минералы марганца

Минералы	Химическая формула	Содержания марганца в %
Пирролюзит	MnO	63.2
Гаусманит	Mn ₃ O ₄	72.0
Браунит	M ₂ O ₃	69.5
Псиломелан	mMnO·MnO ₂ ·nH ₂ O	45-60
Манганит	MnO ₂ ·Mn(OH) ₂	62.5

Осадочные месторождения марганца

Осадочные морские месторождения марганца имеют наибольшее практическое значение. В них сосредоточено более 80 % мировых запасов этого металла. Месторождения приурочены главным образом к прибрежно-морским и лагунным отложениям различного возраста. Рудоносный горизонт представлен одним или несколькими рудными пластами, разбросанными безрудными слоями.

Осадочные морские месторождения марганца образуются в связи с растворением и переносом марганца с последующим отложением его в водных бассейнах. Источником их являются изверженные породы и кристаллические сланцы. Выпадение марганца происходит в прибрежной зоне. Некоторые исследователи отводят значительную роль в накоплении этого элемента водными бактериями.

Месторождения располагаются обычно в основании мелководной трансгрессивно залегающей толщи, представленной осадочными породами – опоками, опоквидными глинами, спонголитовыми песками, яшмами, яшмовидными кремнистыми сланцами и карбонатами. Месторождения марганца имеются и в Оренбургской части Урала. Главнейшие из них – Аккермановское, Кульминское, Новоорское, Белоглинское, Полуночное, Усинское и др.

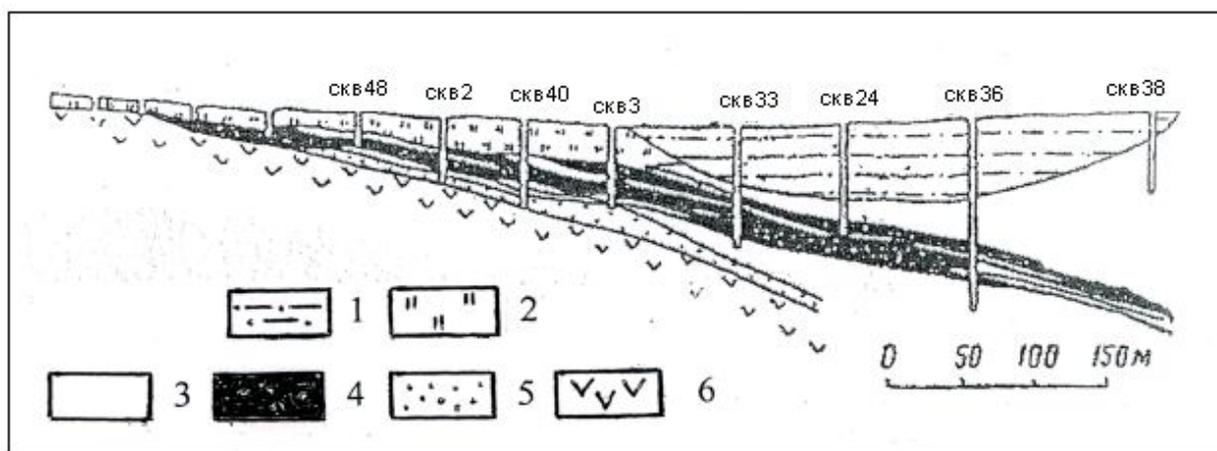
Разведка месторождений марганца

В стадию предварительной разведки месторождение вскрывается редкой сетью разведочных выработок. Выход месторождения на поверхность прослеживается канавами, а в случае больших наносов шурфами или квершлагами, пройденными из этих шурфов. Расстояние между этими разведочными выработками обычно составляет 50-100 м; оно может быть увеличено до 200 м при разведке весьма выдержанных месторождений большого площадного развития и уменьшено до 20-25 м при разведке невыдержанных месторождений, тектонически интенсивно нарушенных или небольших по размеру.

На остальной площади, где руды расположены глубоко от поверхности или перекрыты мощными позднейшими образованиями – разведка производится сетью буровых скважин [5, 10].

Для месторождений осадочного генезиса расстояние между разведочными выработками принимается равным 400х400 м или даже 800х800 м для месторождений значительного площадного развития. На менее выдержанных месторождениях сеть сгущается до 200х200 м или же 100х100 м. При крутом падении рудных тел предварительная разведка проводится по профилям колонковыми наклонными скважинами (рисунок 15).

В случае обнаружения геофизическими методами аномальных площадей, они разбуриваются по двум взаимно перпендикулярным разведочным профилям, по которым скважины закладываются через 100-200 м.



1 – аллювиальные отложения, 2 – наносы, 3 – опоковые глины, 4 – марганцевые руды, 5 – кварц- глауконитовые песчаники, 6 – туфы пироксеновых порфириров

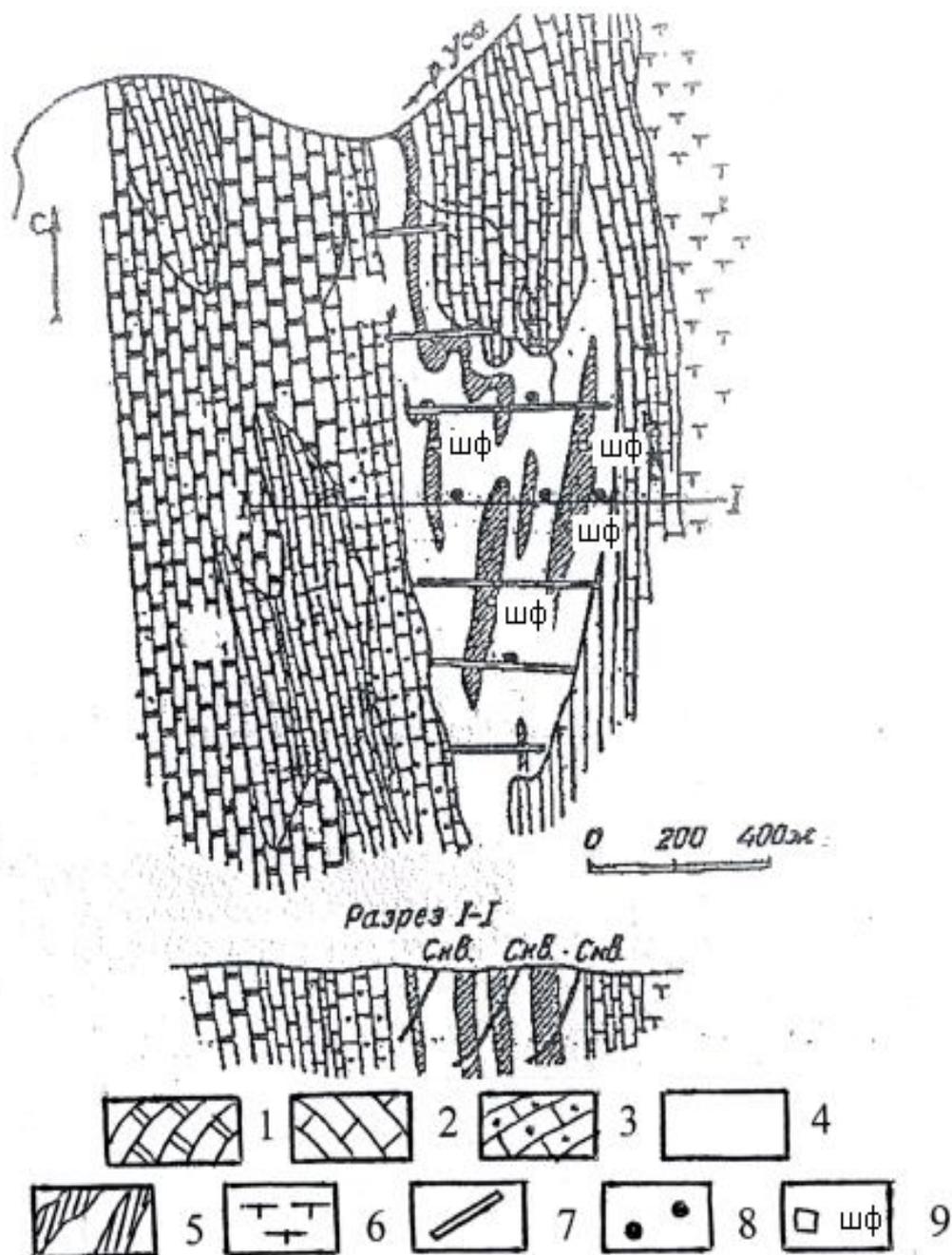
Рисунок 14 – Разведка буровыми скважинами Полуночного месторождения (по Ю.А. Асанову)

В стадию детальных разведок месторождения сеть разведочных выработок сгущается, при этом плотность разведочной сети определяется в зависимости и от размера месторождений, морфологических особенностей рудных тел и условий залегания последних.

В отношении выбора метода разведки все известные марганцевые месторождения разделены на три группы [5, 8,].

Группа 1

Месторождения большого площадного распространения простой пластовой или пластообразной формы с равномерным распределением составляющих компонентов (месторождения Урала; рисунок 11).



1 – доломиты, 2 – известняки серые, 3 – известняки черные, 4 – марганцевые известняки и сланцы, 5 – марганцевые руды, 6 - туфы и алевролиты, 7 –канавы, 8 – буровые скважины, 9 – глубокие шурфы

Рисунок 15 – Схема разведки Усинского месторождения (Кузнецкий Алатау)

[3]

Группа 2

Месторождения крупные по размеру, пластообразной формы, сложной структуры с неравномерным распределением главных компонентов (месторождения Урала и Казахстана).

Группа 3

Месторождения неправильной формы со сложно тектонически нарушенными пластообразными телами (месторождения Западной Сибири и Урала; рисунок 15).

Разведка месторождений первой и второй групп может быть произведена бурением с дополнительной проходкой отдельных горных выработок для отбора технологических проб. При разведке месторождений третьей группы кроме буровых скважин должны быть пройдены также и разведочные горные выработки, позволяющие уточнить данные, полученные по буровым скважинам.

5.2 Методика проведения практического занятия

5.2.1 Исходные данные для проведения работы

Студентам предоставляются несколько вариантов заданий, характеризующихся подобными решениями, но отличающимися исходными параметрами. Ниже приводится один из таких вариантов.

На рисунке 16 показан выход пласта марганцевых руд на поверхность с видимой мощностью 20 м. Руды относящиеся к серпуховскому ярусу $C1$, подстилаются омарганцованными яшмовидными кремнистыми сланцами визейского яруса нижнего карбона (60 м) и, в свою очередь, перекрываются

светло-серыми известняками башкирского яруса среднекаменноугольного возраста.

Требуется:

1) определить элементы залегания пласта (азимуты простирания и падения, угол падения) и нормальную мощность;

2) с целью вскрытия пласта на глубине выбрать место для заложения скважины с проектной глубиной подсечения пласта (кровли) в 30 м от поверхности;

3) для отбора технологической пробы и изучения вмещающих пород запроектировать штольню с таким расчетом, чтобы кровля пласта была подсечена на абсолютной отметке плюс 10 м и ниже зоны выветривания, нижняя граница которой находится на глубине 10-12 м от поверхности.

5.2.2 Методика и последовательность проведения работы

Зная возраст, литологический состав пород разреза и их мощность, строим стратиграфическую колонку (рисунок 18).

Далее определяем элементы залегания рудного пласта. С этой целью находим две точки пересечения кровли или подошвы пласта с одной и той же горизонталью. Соединив их прямой (на рисунке 16 это отрезки В-Г и Д-Е) получаем линию простирания. Измерив, ее положение в пространстве горным компасом или транспортиром, устанавливаем, что она соответствует 90 (или 270) градусам.

Затем находим местоположение на карте подстилающих и перекрывающих рудный горизонт пород. Известно, что если направления извилин пласта и горизонталей направлены в противоположные стороны, то пласт падает [14] в сторону понижения рельефа местности, а именно к северу. А так как при нормальном залегании падение пород всегда направлено в сторону молодых отложений, наиболее древние подстилающие руды образования *C1* находятся на юге площади, а перекрывающие *C2* на ее севере.

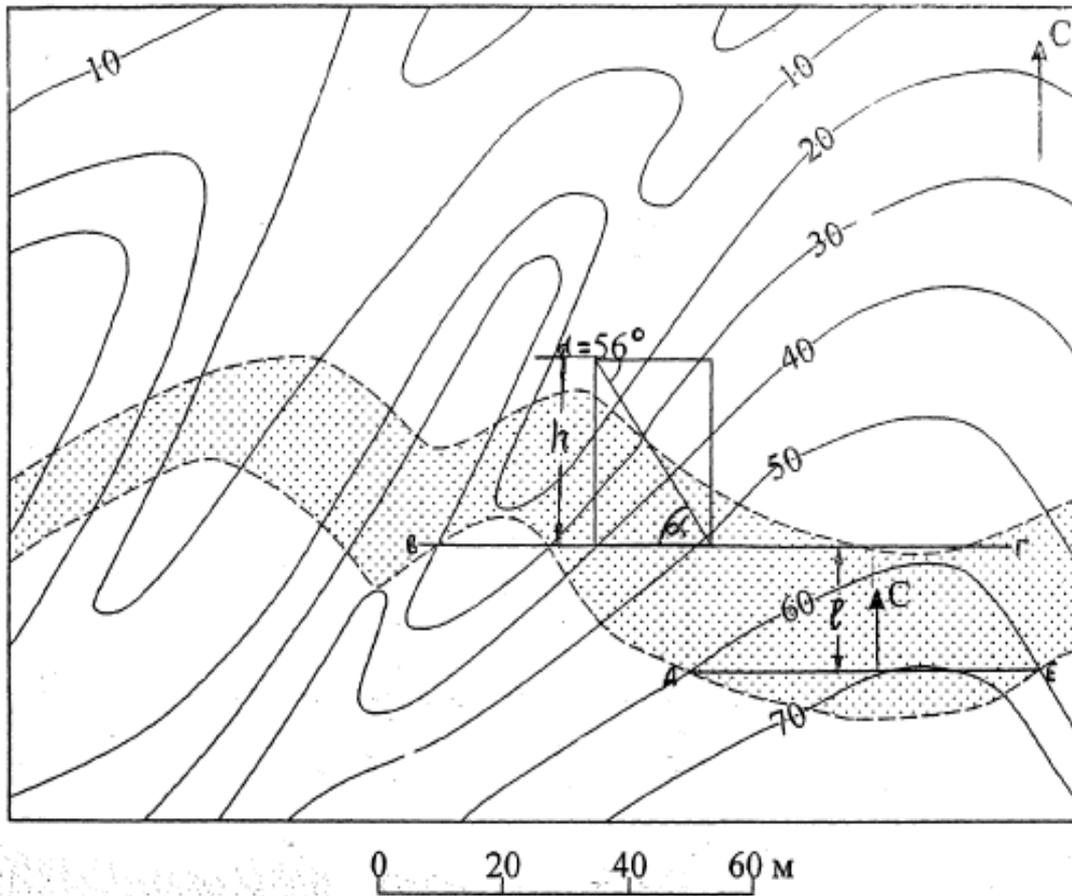
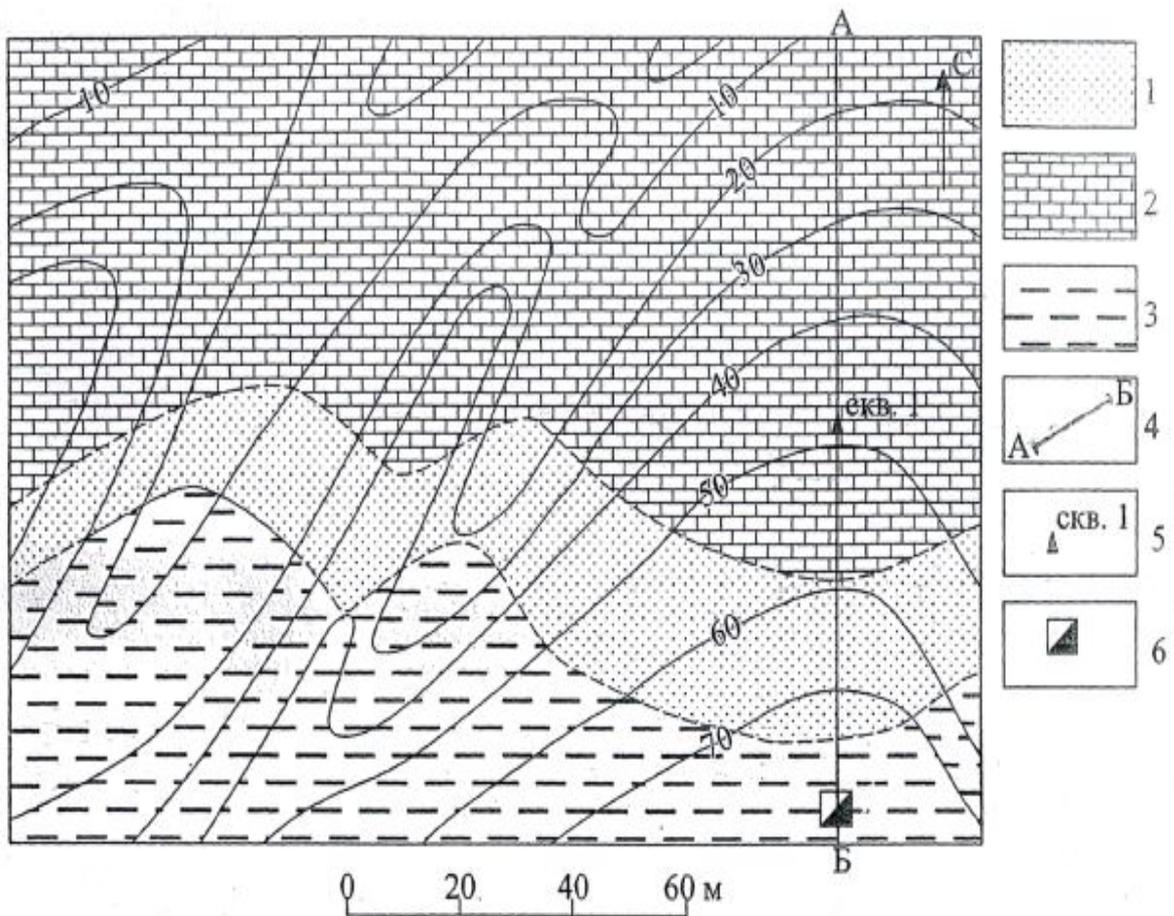


Рисунок 16 – Топографическая карта с нанесенным выходом пласта с марганцевой рудой и схемой определения его элементов залегания [10]

Полученные данные позволяют составить геологическую карту участка, которая представлена на рисунке 17 и стратиграфическую колонку (рисунок 18).



1- пласт марганцевой руды, 2 – известняки башкирского яруса, 3 – кремнистые яшмовидные сланцы визейского возраста, 4 – линия разреза, 5 – разведочная скважина, 6 – место заложения штольни.

Рисунок 17 – Геологическая карта участка с выходом пласта марганцевых руд [10]

Далее вычисляем угол падения. Для этого используем метод определения заложений для горизонталей рельефа и горизонталей пласта. Известно [13], что заложением рельефа называется проекция склона на горизонтальную поверхность между двумя точками соседних горизонталей. Высота сечения – h (то есть расстояние между горизонталями по вертикали) везде одинаковая. Но

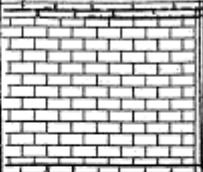
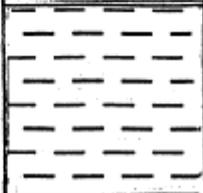
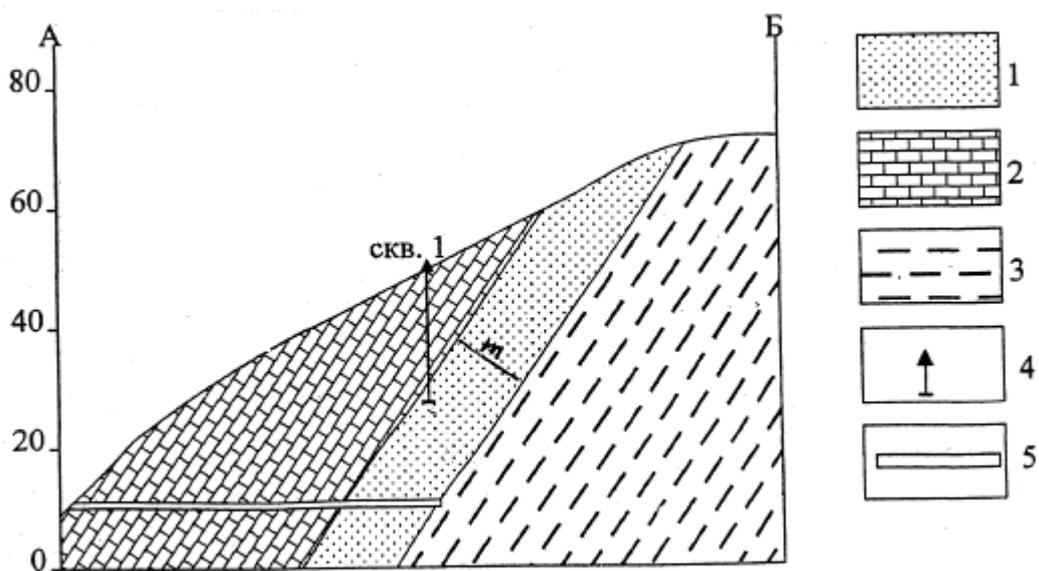
Эра-тема	Сис-тема	Отдел	Ярус	Колонка	Мошн. в м
Палеозойская PZ	Каменноугольная C	C2	C2 b		30
			C1-S		20
		C1	C1 v		60

Рисунок 18 – Стратиграфическая колонка. Условные обозначения на рисунке 19 [10]



- 1 – пласт марганцевых руд, 2- известняки башкирского яруса,
- 3 – кремнистые яшмовидные сланцы визейского возраста,
- 4- разведочная скважина, 5 – штольня

Рисунок 19 – Геологический разрез по линии А-Б [10]

ширина ее (заложение рельефа) разная и зависит от крутизны ската. Чем круче склон, тем меньше заложение и горизонтالي соответственно ближе друг к другу, и наоборот. Отсюда следует, что величина заложения рельефа l определяется высотой сечения – h и углом наклона поверхности Земли.

Аналогично, заложением поверхности моноклинально залегающего пласта называется проекция этой поверхности на горизонтальную плоскость между двумя стратоизогипсами пласта, проведенными через те же горизонтали рельефа. Так как у моноклинального слоя угол падения постоянный, то и заложение будет всюду одинаковое, а не разное как у рельефа, и не зависит от последнего. Определив высоту сечения рельефа h , а затем величину заложения l , вычисляем графически угол падения.

Применительно к нашему заданию это производится следующим образом. Определяем величину заложения для кровли марганценового слоя. Проводим прямую (соответствующую простиранию пласта) через точки пересечения подошвы пласта с горизонталью плюс 30 м. Ниже проводим такую же прямую в местах пересечения его подошвы с горизонталью плюс 60 м (линии В-Г и Д-Е на рисунке 16). Нормаль между ними соответствует заложению подошвы пласта (1). Аналогичную операцию можно произвести и с кровлей пласта. Далее в масштабе по вертикали откладываем величину h , соответствующую разнице между горизонталями плюс 60 и плюс 30, равную 30. Перпендикулярно к ней проводим линию заложения l и вычерчиваем прямоугольник. Угол альфа между диагональю полученного треугольника и его основанием и есть истинный угол падения равный – 56 градусам (рисунок 16). Затем прокладываем на карте линию профиля А-Б. После чего отстраиваем геологический профиль и в соответствии с элементами залегания выносим на него рудный пласт. Графически определяем его мощность m , которая соответствует 12.5 м (рисунок 19).

В дальнейшем, исходя из поставленного задания, для вскрытия пласта на глубине плюс 30 м от поверхности, выбираем на разрезе место заложения проектной скважины с подсечением ею марганценового слоя на абсолютной

отметке плюс 25 м. В заключение, для отбора технологической пробы и изучения вмещающих пород проектируем проходку штольни, пересекающей рудный пласт ниже зоны выветривания на абсолютной отметке плюс 10 м (рисунки 17 и 19).

5.3 Контрольные вопросы

- 1 Что такое разведка полезных ископаемых?
- 2 Какие существуют типы разведок?
- 3 Дайте понятия предварительной и детальной разведок?
- 4 В чем сущность эксплуатационной разведки?
- 5 Какие существуют типы марганцевых руд?
- 6 Перечислите главнейшие минералы марганца?
- 7 Расскажите об осадочных рудах марганца?
- 8 Как ведется разведка месторождений марганца?

6 Методика составления курсового проекта по дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых»

Методика составления курсового проекта рассматривается на примере месторождения вольфрамовых руд на Грачевском участке Воздвиженской площади, как типового объекта. Образцы титульного листа и содержания приведены в приложениях А, Б.

6.1 Характеристика основных разделов курсового проекта

6.1.1 Аннотация

Составление проекта начинается с аннотации, в которой приводится название работы, перечисление основных разрабатываемых вопросов и выводы по ним. Указывается объем в страницах текста, графических, табличных приложений и библиографических источников.

6.1.2 Введение

Во введении раскрываются цели и задачи исследований. Они включают составление по исходным материалам геологической карты нужного масштаба, стратиграфической колонки, разрезов и легенды. По особенностям геологической обстановки, поисковым критериям и признакам ставится задача на поиски полезных ископаемых.

Следующим этапом является составление геологического задания. Ниже приведена характеристика основных разделов курсового проекта.

6.1.3 Геологическое задание

Излагается в следующей форме [7]. Вначале приводится наименование организации ведущей искомые исследования. Это может быть любая геологическая организация, университет или кафедра.

Затем следуют пункты:

- раздел плана;
- отрасль;
- наименование объекта.

Ниже приводятся разделы, отвечающие основным этапам работ:

1 Целевое назначение работ, пространственные границы объекта.

2 Геологические задачи, последовательность и основные методы исследований.

3 Ожидаемые геологические результаты.

4 Форма представления работ.

5 Сроки работ.

В пункте «Раздел плана», согласно разрабатываемой теме проставляется тип разведки (предварительная, детальная и т.д.). В пункте «Отрасль» перечисляются полезные ископаемые, которым посвящены разведочные работы. Сюда могут входить полиметаллы, благородные металлы, редкие элементы, углеводороды, строительные материалы и т.п. Студент выбирает те из них, которые наиболее близко отвечают обстановке, приведенной на геологической карте.

Следующий пункт характеризует «Наименование объекта». Например: «Детальная разведка и геолого-экономическая оценка (золотых, вольфрамовых, колчеданно-полиметаллических, марганцевых и др.) месторождений руд с целью их оконтуривания и подсчета запасов по высшим категориям».

В разделе 1 – «Целевое назначение работ, пространственные границы объекта» - излагаются мотивы и цели предстоящих работ, указываются условные границы лицензионного участка.

В разделе 2 – «Геологические задачи, последовательность и основные методы исследований» рассматриваются такие работы как геологическое картирование определенной площади или участка, и проведение соответствующей разведки на выявленных перспективных объектах. Обосновывается применение геофизических, геохимических, минералого-петрографических и других методов исследования, включая бурение и горные работы.

Раздел 3 – «Ожидаемые геологические результаты» обобщает комплекс вопросов, которые должны быть решены в процессе предстоящих работ. Они направлены на выявление полезных ископаемых, подсчет запасов месторождения и его рентабельность.

Раздел 4 – «Форма представления результатов работ» - завершающий исследования нормативный документ – технико-экономическое обоснование (ТЭО). Он должен быть представлен в виде геологического проекта, предварительного или окончательного отчета, В учебном варианте – это курсовой проект.

В пятом разделе указываются сроки выполнения работ, их начало и завершение.

6.1.4 Условия производства работ

Этот раздел составляется на основе топографической (аэрологической) и обзорной карт района. По отметкам высот анализируют, к какому типу рельефа (холмистому, низко- или высокогорному) принадлежит объект исследования. Дается описание следующих факторов:

- 1 Учитывается близость или удаленность населенных пунктов.
- 2 Характер деятельности населения.
- 3 Климат.
- 4 Гидрогеологическая обстановка.
- 5 Состояние автодорог и железнодорожных путей.

На основе этих данных планируются особенности проведения геолого-поисковых и разведочных работ. Пример такой совмещенной карты приведен на рисунке 20.

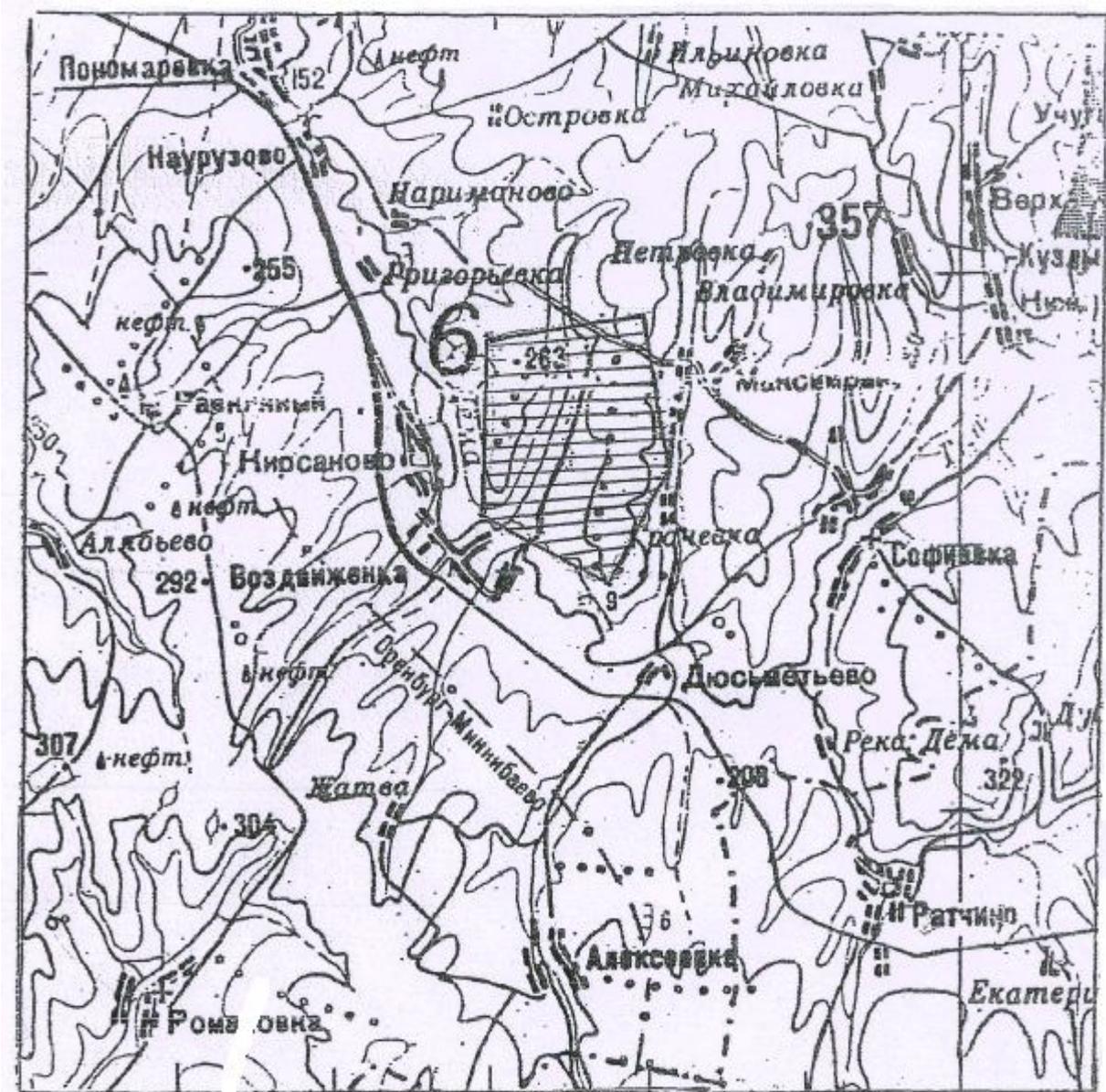


Рисунок 20 – Обзорная карта района работ с контурами лицензионного участка

6.1.5 Геологическое строение района

Этот раздел включает следующие подразделы.

6.1.5.1 Стратиграфия

Анализируется геологическая карта, разрезы и стратиграфическая колонка. По наличию региональных стратиграфических несогласий (или перерывов в осадконакоплении) выделяются структурные этажи (нижний, средний, верхний или первый, второй, третий и т.д. при их большом количестве).

Описание структурных этажей приводится от более древних к более молодым, слагающим их подразделениям. При описании геологических границ между ними отмечается характер верхних и нижних контактов (согласный, несогласный, прерывистый, горизонтально-волнистый и т. д.).

Далее указывается, какими породами слагается каждое подразделение. Приводятся мощности пачек переслаивающихся разнообразных типов пород и толщины отдельных слоев. Устанавливается (если возможно) ритмичность осадконакопления. В заключении дается общая мощность подразделения и элементы залегания слоев.

При описании пород приводится их название, окраска, зернистость, характер окатанности обломков, состав и соотношение обломочной части и цемента, структура, текстура, вторичные включения, жильные и метасоматические новообразования.

6.1.5.2 Тектоника

Рассматриваются особенности пликативной и дизъюнктивной тектоники, проявленные в пределах изучаемой площади. К пликативным структурам относятся антиклинали, синклинали, моноклинали, брахискладки, флексуры и

т.д. Указываются их размеры, направление осей; углы наклона осевых плоскостей и крыльев складок, центриклинальное или периклиналиное замыкание слоев, прямой или обращенный рельеф и т.п. К дизъюнктивным – разрывы, разломы, сдвиги, надвиги, сбросы и взбросы, горсты и грабены, шарьяжи и т.д. Определяются амплитуды перемещения блоков пород относительно друг друга, углы наклона плоскостей сместителя (зеркала скольжения). Анализируется их рудоподводящая и рудолокализирующая роль. Измеряются элементы залегания.

6.1.5.3 Магматизм

Приводится описание морфологии и размеров магматических тел на изучаемом объекте – интрузий и эффузий. Для эффузий дается характеристика их основных форм – потоков и покровов. Особенности строения разреза лавового потока. Наличие зон закалки. Тектурные признаки (слоистость, пузырчатость, флюидальность и т.д.). Состав вкрапленников и основной массы. Если на площади присутствуют интрузии, то необходимо показать какие это тела – батолиты, штоки, лополиты, факолиты, диапиры и т.д. Их структурно-тектурные признаки. Наличие или присутствие в них прототектоники, директивных трещин и т.д. Имеется ли с ними связь какого-либо оруденения или минерализации.

6.1.5.4 Палеогеография

По величине зерен пород, слагающих разрез и характеру их напластования (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, глины, карбонаты или же наоборот) устанавливается трансгрессивный или же регрессивный тип осадконакопления.

В зависимости от крупности обломков, составляющих терригенную часть пород и степени их окатанности, определяется глубина формирования

отложений, их удаленность от береговой линии, а с учетом окраски пород и их состава климатическая обстановка [12, 14]. Присутствие перерывов в осадконакоплении позволяет выявить смену морского режима на континентальный и установить периодичность поднятий и опусканий морского дна.

6.1.6 Полезные ископаемые

Исходя из геологического строения площади, предпосылок (критериев) и поисковых признаков о предполагаемом наличии на объекте комплекса полезных ископаемых, студентом выбираются из них два или три, на которые и направляются поисковые работы.

В качестве примера здесь приведены критерии для поисков некоторых металлических и неметаллических полезных ископаемых, имеющих большое промышленное значение.

Золото стратиформное. Вмещающие оруденение породы – углеродистые песчаники и алевролиты кварц-полевошпатового состава с пиритом и арсенопиритом, окварцованные. Они являются концентраторами оруденения. Наиболее богатые руды приурочиваются к узлам пересечения разнонаправленных тектонических разрывов. Экранами для рудоносных растворов служат малопроницаемые породы, такие как глины, аргиллиты, известняки и т.д. Обязательно наличие гранитоидов – потенциальных источников гидротермального золота. Формы рудных тел линзовидные, седловидные, грибообразные, лестничные и другие.

Вольфрам. Необходимо отразить предполагаемые скарны, которые развиты в зоне экзо- и эндоконтакта в местах прорыва карбонатных пород гранитоидными интрузиями. Эти скарны могут являться потенциальными источниками вольфрамовых руд. Необходимо дать размеры и форму рудных тел, описать их структурные и текстурные особенности, минеральный состав и возможное содержание металла в рудах.

Нефть. Нефтеносные залежи приурочиваются главным образом к купольным антиклинальным структурам 3 и 4 порядка (*ловушкам*), осложняющим крупные структуры 1-го и 2-го порядков (например, такие как Волго-Камская антеклиза, Предуральский прогиб, Прикаспийская впадина, Мухано-Ероховский прогиб и др.). Залежи углеводородов тяготеют к пористым породам, каковыми являются песчаники, алевролиты, дробленые и трещиноватые известняки, рифогенные известняки. Экранами служат малопроницаемые породы: глины, аргиллиты, плотные известняки и т.п. Экранирующую роль играют также тектонические разрывы.

Уголь. Угольные пласты отмечаются преимущественно в терригенных молассоидных континентальных отложениях. Признаками их наличия являются разномерный и разнообломочный материал пород, косая и перекрестная слоистость речных отложений и т.д. Форма угольных пластов пласто- и линзообразная. Пласты и линзы имеют значительную протяженность с мощностью от нескольких сантиметров до десятков метров. Разделяются они между собой обычными терригенными породами.

Допускается возможность использования любых видов полезных ископаемых, которые может предложить сам студент.

Для отображения перспективных площадей применяются прогнозные карты-накладки. На них изображается проекция на поверхность мест расположения полезного ископаемого, границы перспективного участка (могут иметь любую форму), индекс элемента и интервал его распространения по вертикали в метрах относительно поверхности современного эрозионного среза (рисунок 24).

6.1.7 Методика и объем работ

Исходя из масштаба карты, типа геологической съемки и поставленных задач, по имеющимся нормативным документам [1, 4, 7], студентом рассчитывается количество необходимого составления на объекте

литологостратиграфических разрезов, мест проходки канав, шурфов, шахт, штолен, буровых скважин и т. д., а также отбор предполагаемого объема образцов и различных типов проб на определенные виды аналитических работ.

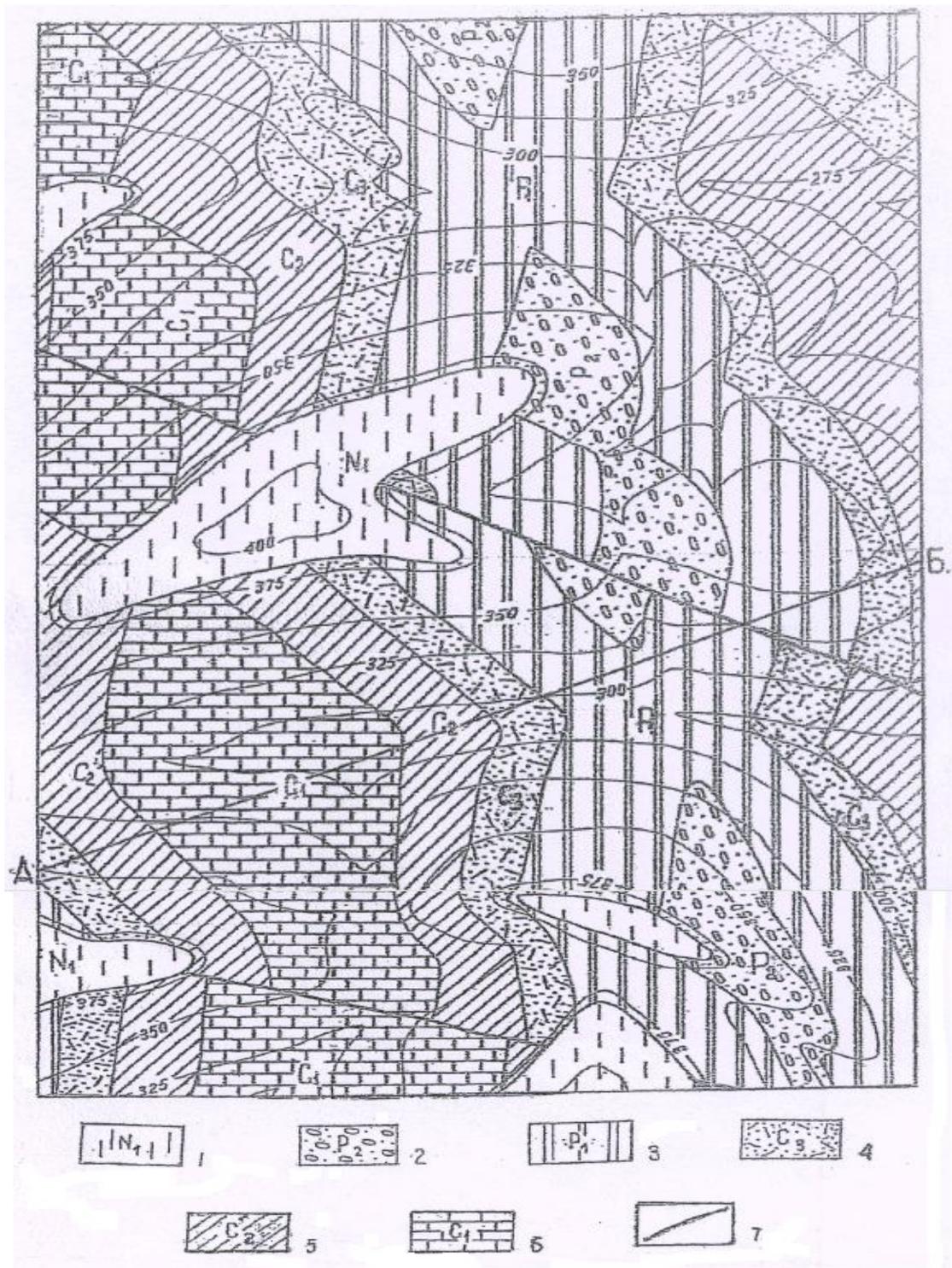
Ниже приведен пример задания (с его схематическим решением), которое выдается студенту преподавателем для выполнения курсового проекта.

На геологической карте (рисунок 21) отображено сочетание простых складчатых структур в породах карбона и перми [2] с горизонтально залегающими отложениями миоцена. Нижний комплекс нарушен вертикальным сбросом и сдвигом. Геофизическими исследованиями установлено наличие гранитоидного интрузива на глубине 800-1000 м на юго-западе территории. Требуется определить условия залегания слоев, тип и геологический возраст разрывных нарушений, амплитуду смещения по ним. Составить геологический разрез, стратиграфическую колонку и легенду. Выделить участок с наиболее благоприятной геологической обстановкой для поисков вольфрамового орудения. Выбрать место для заложения поисковой скважины.

Составив к карте геологический разрез А-Б (рисунок 22) и литостратиграфическую колонку (рисунок 23) устанавливаем:

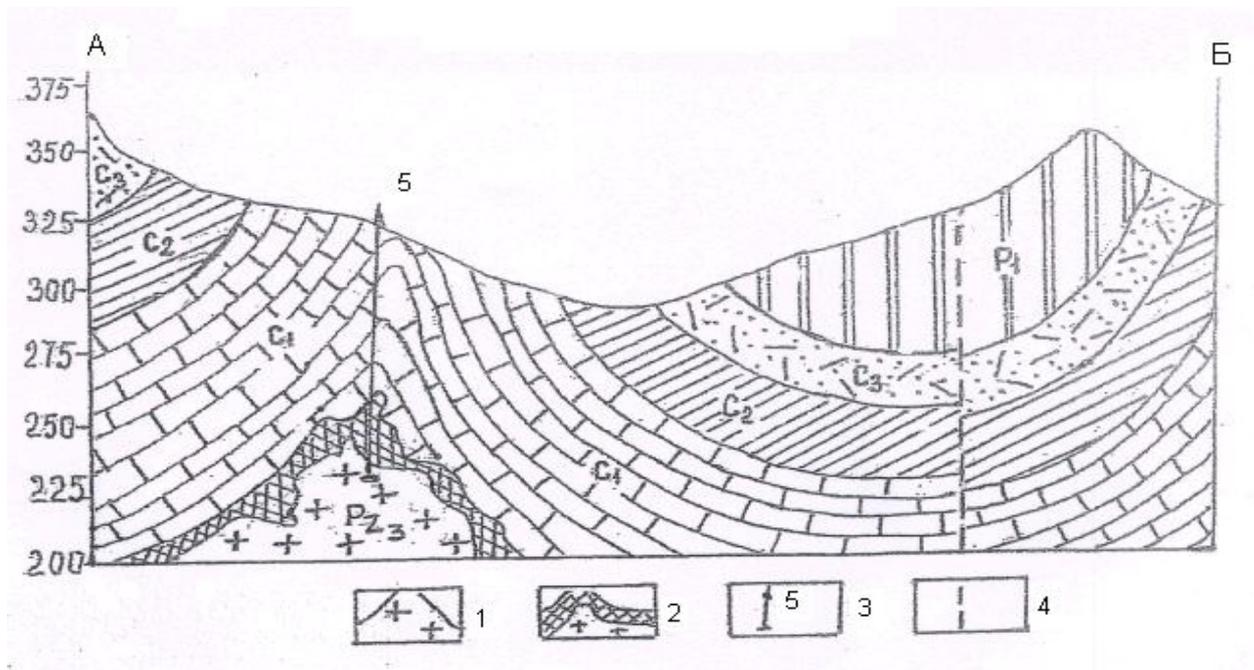
- отложения, слагающие рассматриваемую территорию представлены двумя структурными этажами – палеозойским (карбон и пермь) и кайнозойским (неоген), разделенными между собой региональным стратиграфическим несогласием (отсутствуют осадки мезозоя). Нижний структурный этаж сложен терригенно-карбонатными породами и туфами кислого состава, верхний глинисто-известняковыми отложениями;

- изучаемый комплекс в пликративном плане представляет собой полную складку север-северо-западного направления, состоящую из антиклинали (на западе), которая переходит в синклиналь (на востоке) с падением их крыльев под углами 45-55 градусов, Сбросом запад-северо-западного направления донеогенового возраста, антиклиналь по нормали к ее оси разорвана на две части. Слагающий ее восточный блок, по отношению к западному опущен по



1 – аргиллиты известковистые, 2 – конгломераты; 3 – алевролиты и мелко-зернистые песчаники; 4 – туфы кислого состава; 5 – глинистые сланцы; 6 – известняки и доломиты; 7 – разрывные нарушения

Рисунок 21 – Учебная геологическая карта лицензионного участка [по 2]



1 – гранитоидный интрузив; 2 – вольфрамоносные скарны; 3 – скважина поисковая; 4 – разлом. Прочие знаки на рисунке 1.2

Рисунок 22 – Геологический разрез по линии А-Б [10, 11]

эратема	система	отдел	колонка	МОЩН. В М
KZ	N	N ₄		80
PZ	P	P ₂		100
		P ₁		500
		C ₃		300
C	C	C ₂		200
		C ₁		700-800

Рисунок 23 – Литостратиграфическая колонка [10, 11]

плоскости вертикального сброса на 70-80 м. Одновременно с этим по плоскости горизонтального сдвига восток-юго-восточного простирания северная часть объекта смещена по отношению к южной в горизонтальном направлении на 50-60 м. Изучаемая часть площади в целом характеризуется обращенным рельефом;

- карбонатные отложения *C1* прорваны гранитоидным интрузивом досреднекаменноугольного возраста. На контакте гранитоидов и карбонатов произошло ороговикование пород с одновременным формированием скарнов, которые, по всей вероятности, могут содержать вольфрамовое оруденение. Для проверки этого положения задана поисковая скважина № 5 (рисунок 22).

В конечном итоге составляется прогнозная карта-накладка (рисунок 24), на основе которой в дальнейшем может быть поставлена предварительная разведка. Детальное и полное описание проекта должно приводиться согласно вышеприведенной схеме (разделы 1.2-1.5). Недостающий материал можно добрать из лекций, учебников и геологического словаря.

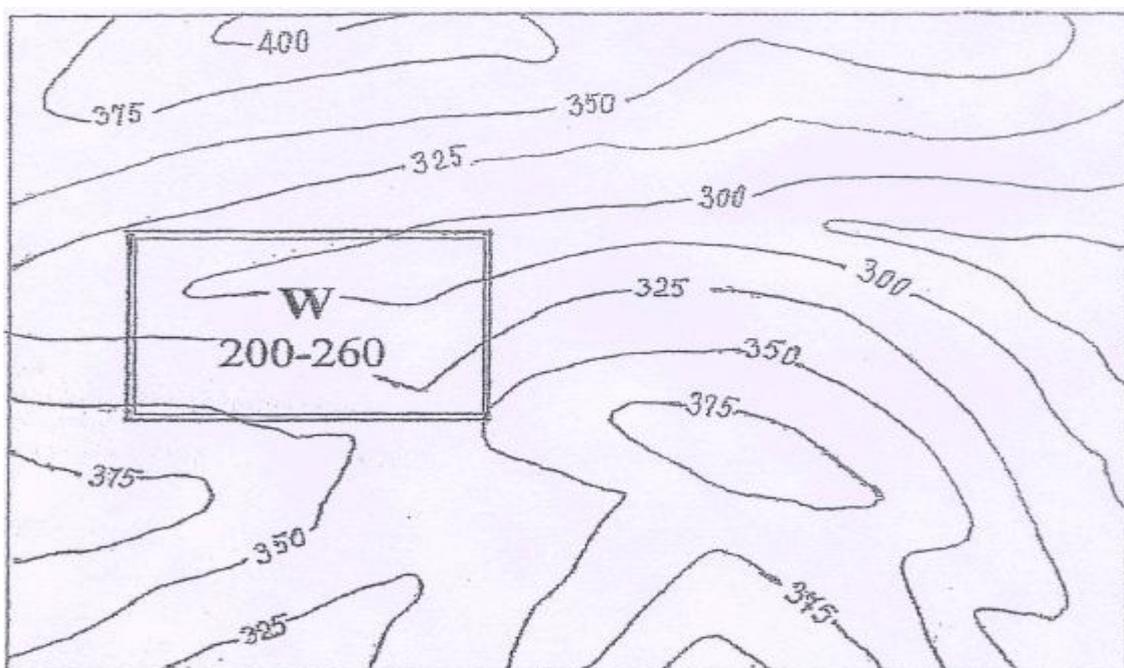


Рисунок 24 – Прогнозная карта накладка с контурами скрытого вольфрамового оруденения

6.1.8 Подсчет объема горных работ и запасов полезных ископаемых

С целью определения объема вынудой породы из горных выработок, пройденных в процессе разведки месторождения производятся следующие расчеты (рисунок 25).

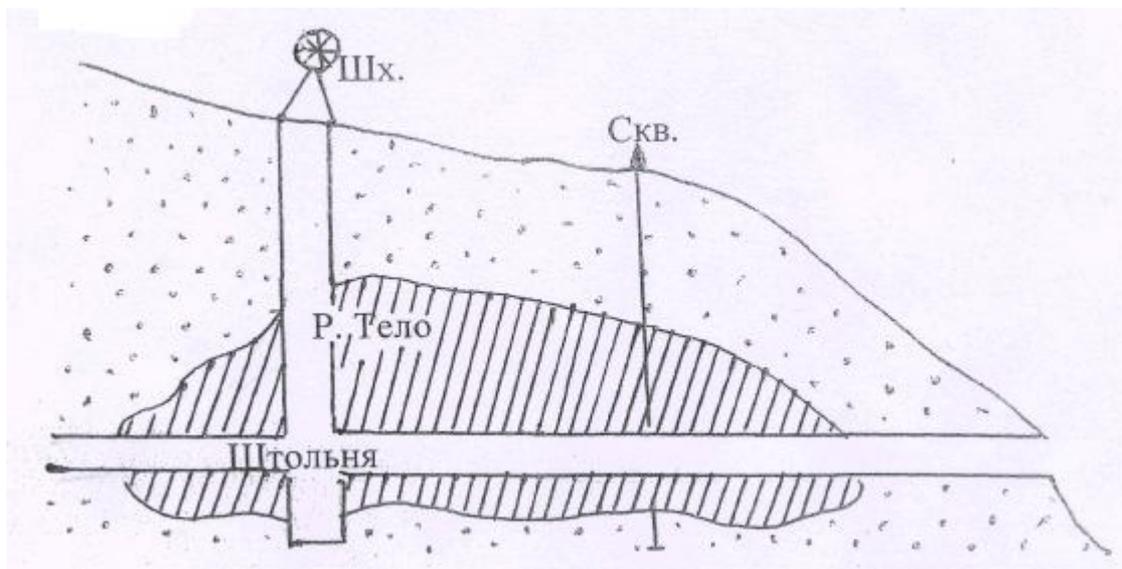


Рисунок 25 – Иллюстрация для примера

Пример

1 Сделать подсчет вынудой породы в кубометрах, взяв сечение шахты равным 4 x 6 м, а штольни 2 x 3 м. Следовательно, получаем:

$$V_{\text{шх}} = L_1 \times S_1, \text{ а}$$

$$V_{\text{шт}} = L_2 \times S_2,$$

где L_1 и L_2 - длины шахты и штольни, соответственно, м;

S_1 и S_2 - их сечения, м^2 ;

V_1 и V_2 - объем вынудой из них породы, м^3 ;

$V_{\text{общ}}$ - представляет собой суммарный объем равный $V_1 + V_2$, м^3 .

2 Далее определяем запасы полезного ископаемого.

Для этого определяем традиционным способом (методом простейших геометрических фигур) объем рудного тела Z . После этого переводим его в весовую категорию Z_1 :

$$Z_1 = Z \times k,$$

где k - удельный вес породы; $k = 2.5-3.0$.

3 Затем умножаем весовую категорию Z_1 на коэффициент рудоносности d . Получаем общее количество руды Q :

$$Q = Z_1 \times d$$

где d - коэффициент рудоносности, находится в пределах 0.2-0.8.

4 Умножив Q на содержание полезного компонента (ПК) в руде C , определяем запасы полезного ископаемого $Q_{\text{пи}}$:

$$Q_{\text{пи}} = Q \times C.$$

Содержание ПК в руде можно взять из справочников или лекций.

6.2 Список использованных источников

Приводится список всех литературных источников, которые использует студент при выполнении данной работы.

Сюда входят учебники, учебно-методические пособия и указания, фондовые и опубликованные работы, различные справочники и инструкции по проведению геолого-съёмочных и поисково-разведочных работ, данные интернета.

7 Курсовой проект (пример выполнения курсового проекта) на тему: «Поиски и разведка оловянных руд на участке Олений Лог Якутского округа (республика Саха)

7.1 Аннотация

Представляемый геологический проект включает 25 страниц текста и 6 иллюстраций, подкрепляющих основные разрабатываемые в проекте положения. Список использованных источников включает 12 наименований. Курсовой проект посвящен геологическому доизучению площади (ГДП), поискам и разведке месторождений оловянных руд на участке Олений Лог Якутского округа (Республика Саха). В работе приведены новые данные по стратиграфии, тектонике, магматизму и рудоносности рассматриваемой площади. Приведена методика поисков и разведки оловоносных объектов на данной территории. Произведен подсчет запасов полезного ископаемого по категориям *C1* и *C2*. Оценена рентабельность объекта.

Образцы титульного листа и содержания приведены в приложениях В, Г.

7.2 Введение

Олово принадлежит к числу первых металлов, ставших известными человечеству, а широкое его применение в сплавах с медью определило продолжительную и важную эпоху в истории развития общества.

Олово химически устойчиво, соли его безвредны и оно в виде белой жести нашло широкое применение в консервной промышленности. Оно широко используется для получения бронз, баббитов, припоев, типографских сплавов и в ряде других областей. В нашей стране наиболее крупными месторождениями, открытыми в восточной части Российской Федерации являются Ононское, Верхоянье, Колыма, ДВК, Забайкалье и др.

На территории изучаемого участка Олений Лог (рисунок 26) после проведения геологической съемки масштаба 1:200000 установлено широкое развитие отложений палеозойского и мезозойского возраста, слагающих два структурных этажа, сложенных терригенно-глинистыми и карбонатными образованиями. В тектоническом плане они представляют собой складчатые сооружения запад-северо-западного простирания, относящиеся в региональном плане к крупному Нерюнгринскому антиклинорию.

Геофизическими работами на глубине ниже уровня 200 м от современного эрозионного среза установлен крупный шток, являющийся апикальным выступом крупного гранитоидного батолита. На поверхности его присутствие подтверждается концентрической зоной пятнистых сланцев.

На выветрелой дневной поверхности отмечены обломки пород с признаками скарнирования и грейзенизации, а также жильные образования с касситеритовой минерализацией. Содержание олова в таких породах колеблется от сотых долей процента до десятых долей процента. Отмечены единичные обломки с концентрацией олова до 1 %. Последнее свидетельствует о возможном наличии на глубоких гипсометрических уровнях этого объекта промышленных проявлений этого металла, относящихся к касситерит-кварцевой или касситерит-сульфидной рудоносной формации.

В связи с этим рекомендовано на указанной территории провести геологическое доизучение площади (ГДП) в масштабе 1:50000 с попутными поисками олова, а в случае обнаружения промышленных руд произвести предварительную разведку объекта в масштабе 1:10000 с подсчетом запасов по категориям *C1* и *C2*.

7.3 Геологическое задание

Провести геологическое доизучение с попутными поисками полезных ископаемых (ГДП) перспективной площади на участке Олений Лог Якутского округа (Республика Саха) с целью выявления и оконтуривания оловоносных проявлений. При положительных результатах поисково-оценочных работ осуществить предварительную разведку объекта с подсчетом запасов по категориям $C1$ и $C2$.

Целевое назначение работ, пространственные границы объекта

1 Провести ГДП с попутными поисками оловоносных руд изучаемой площади в масштабе 1:50000.

2 При подтверждении перспективности объекта поставить на нем предварительную разведку с подсчетом запасов промышленных руд.

3 Подготовить к изданию геологическую карту, стратиграфическую колонку и геологические разрезы с нанесением на них проявлений и оловоносных руд.

4 Произвести подсчет запасов руд по категориям $C1+C2$ и дать их оценку в денежном варианте без учета затрат на добычу и передел руд.

5 Основные оценочные параметры: площадь листа 70 км². Мощность зоны картографирования и поисков составляет 300 м и определяется глубиной проектных структурных и поисковых скважин.

Геологические задачи, последовательность и основные методы их решения

1 Анализ фондовых материалов по исследуемой площади. Дешифрирование материалов масштабной аэрокосмической съемки (МАКС).

2 Геологическое картирование и опробование отложений карбона и перми при помощи геофизических, геохимических, минералогических, металлометрического и станометрического методов опробования коренных выходов на поверхности и детального изучения керна поисковых и разведочных скважин.

3 Изучение вещественного состава пород и руд петрографическими, минералогическими и физико-химическими методами исследований [Пан].

4 При обнаружении промышленных рудных интервалов в процессе съемки и поисков, перейти к предварительной разведке объекта с проходкой горных выработок, скважин и отбором проб.

Ожидаемые геологические результаты

На основе проведенных работ будут выявлены и оконтурены прогнозные оловорудные участки до глубины 300-400 м. На заключительном этапе предполагается проведение предварительной разведки с подсчетом запасов руд и определением их оценочной стоимости.

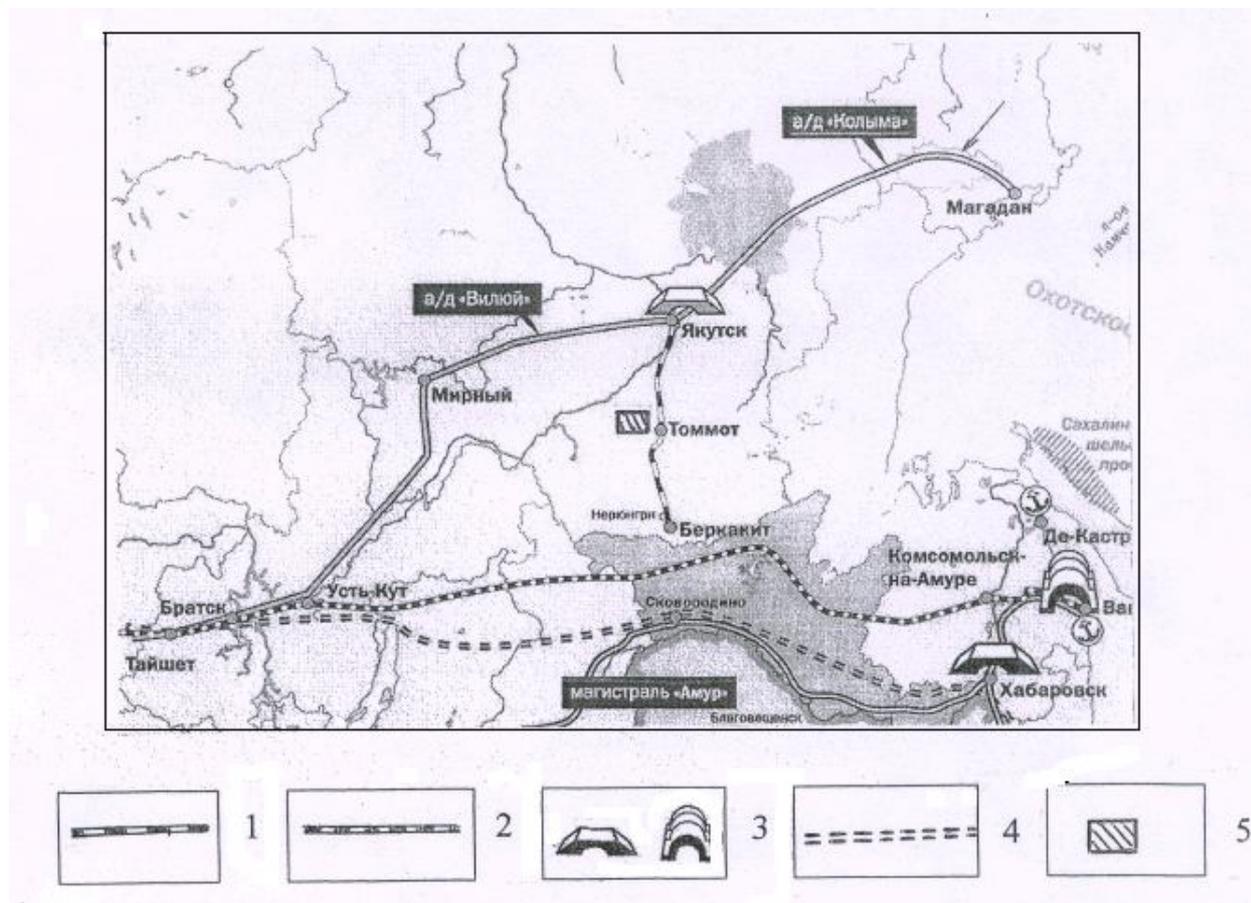
Форма представления результатов работ – геологический отчет.

7.4 Условия производства работ

Рассматриваемый участок – Олений Лог – находится в 350 км на юго-запад от г. Якутска и в 10 км на запад от поселка Томмот, расположенного на середине железнодорожной ветки Якутск – Томмот – Беркакит Якутского округа республики Саха (рисунок 27)

Район характеризуется низко- и среднегорным рельефом. Наивысшие точки над уровнем моря достигают 1000 м и более. В оврагах и низинах, долинах рек гипсометрический уровень местности находится в пределах 200 – 300 м.

Климат здесь резко континентальный. Лето короткое 2-3 месяца в году. Зимой температура опускается до минус 50 градусов и более. Плотность населения самая низкая в РФ. Основное население якуты (50 %) и русские (40 %). Проживают также ненцы, эвенки и другие народности (около 10 %).



1 – железная дорога Беркамит-Томмот-Якутск; 2 – БАМ; 3 – мосты и туннели; 4 – нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан; 5 – участок работ

Рисунок 27 – Географическое положение площади исследований

Несмотря на низкую плотность населения, инфраструктура развита хорошо. Отмечается широкая сеть железных и автодорог. (Железные дороги: БАМ, Якутск – Беркамит; автомагистрали: Вилюй, Колыма, Амур и др., рисунок 27). Проходит нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан.

С целью подвоза необходимого оборудования и снаряжения для проведения геолого-поисковых и разведочных работ на участке Олений Лог можно использовать железную дорогу Якутск-Беркакит, а оттуда из поселка Томмот грузы подавать автотранспортом непосредственно на объект исследований.

7.5 Геологическое строение района

7.5.1 Стратиграфия

Отложения рассматриваемой площади представлены двумя структурными этажами, разделенными между собой региональным стратиграфическим несогласием. Нижний структурный этаж представлен образованиями палеозоя (девон, карбон, пермь), а верхний – верхним триасом (рисунок 28).

Нижний структурный этаж

ПАЛЕОЗОЙ PZ

Девон D

Отложения девона представлены конгломератами, гравелитами и песчаниками. Конгломераты мелкогалечные. Являются базальным слоем в основании разреза. Это темно-серые линзовидные образования с длиной линз 20-50 м и мощностью 4-15 м. Слагаются угловатыми обломками величиной 1-2 см различных пород: кремней, кварцитов, габбро и различных сланцев. Цемент породы базальный по составу карбонатный. Выше по разрезу идет чередование песчаников и гравелитов. Последние вверх по разрезу быстро выклиниваются. Мощности их слоев в разрезе 5-10 м. Состав аналогичен

конгломератам. Песчаники крупнозернистые поллимиктовые. Слагаются обломками кварца угловатой формы (20-30 %), обломками различных пород (60-70 %). Присутствуют полевые шпаты (около 10 %). Цемент поровый, слюдисто-кварцевый. Структура бластосаммитовая, текстура массивно-слоистая. В целом отложения слагаются песчаниками – 80 %, гравелитами – 15 %, конгломератами – 5 %. Мощность подразделения в целом более 300 м.

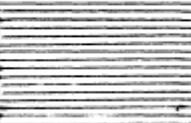
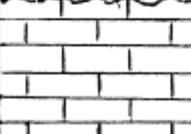
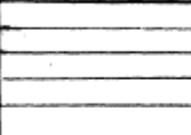
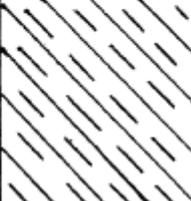
Эратема	Система	Отдел	Структурный этаж	Колонка	Мощн. в м
Мезозой MZ	Триасовая Т	Верхний Тз	Верхний		> 150
Палеозой PZ	Пермская П	–	Нижний		200
	Каменно-угольная С	–			200
	Девонская D	–			> 300

Рисунок 28 – Стратиграфическая колонка. Условные обозначения на рисунке 31

Карбон С

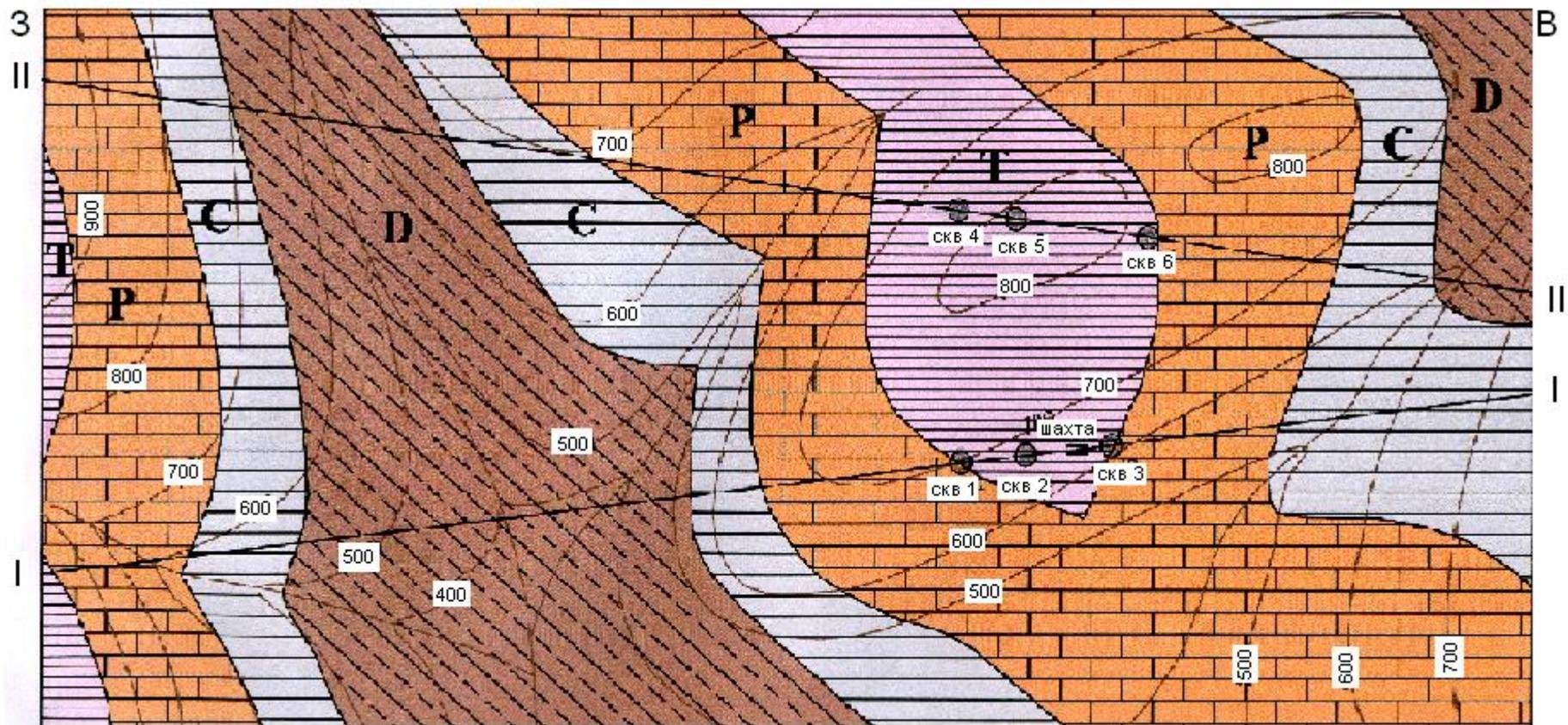
Отложения карбона согласно перекрывают девонские образования. Слагаются ритмично переслаивающимися песчаниками и алевролитами, с некоторым преобладанием в верхних частях разреза алевролитов.

Песчаники мелко- и среднезернистые. Олигомиктовые. Кварц представлен угловатыми и полуокатанными зернами. Количество его 70-75 %. Прочие минералы: полевой шпат, обломки кремней и кварцитов. Присутствуют акцессории циркон и турмалин. Цемент базальный. Состав альбит-слюдисто-кварцевый. Структура бластопасаммитовая. Текстура среднеслоистая. Мощности прослоев 10-15 м. Алевролиты рассланцованные.

Мощности слоев 10-20 м. Состав преимущественно кварцевый. В целом мощность подразделения порядка 200 м.

Пермь Р

Пермские образования согласно ложатся на каменноугольные отложения. Они представлены светло- и темно-серыми известняками массивного и массивно-слоистого сложения. Местами превращены в кальцитовые мраморы. Мощности слоев от 1 до 5 м. Порода состоит из кальцита 90 %, доломита 7-8 % и примеси тонкообломочного кварца 2-3 %. Зерна в общей массе перекристаллизованы. Их величина 0.3-0.5 мм. Структура гранобластовая. Участками пойкилобластовая. Некоторые зерна кальцита содержат включения пирита и глинистого вещества. Мощность отложений около 200 м, в кровле отмечаются продукты коры выветривания.



Условные обозначения на рисунке 31

Рисунок 29 – Геологическая карта участка

Верхний структурный этаж

Триас Т

Верхний триас Тз

Верхний триас Тз представлен мощным горизонтом глин, которые несогласно залегают на отложениях карбона. Глины темно-серые массивные и массивно-слоистые. Состоят из непрозрачного глинистого вещества, в котором в резко подчиненном количестве отмечаются зерна каолинита и серицита, иногда углеродистого органического вещества (около 1 %). Примесь тонкообломочного кварца достигает 10 %. Структура породы пелитовая. Мощность отложений более 150 м.

7.5.2 Структурные элементы

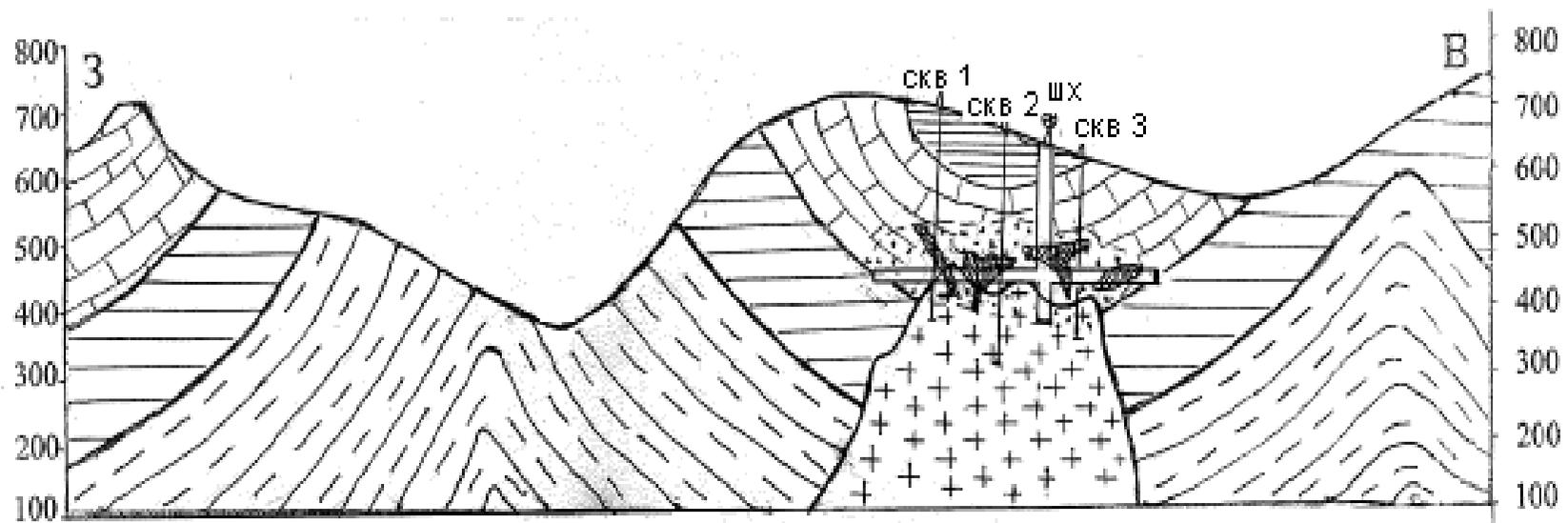
В пликративном отношении площадь рассматриваемого района является частью Нерюнгринского антиклинория и представляет собой складчатое сооружение, в виде полной складки, состоящую из антиклинали (на западе) и синклинали (на востоке). Простираание осей складок 335 градусов (рисунок 29). Западное крыло антиклинали крутое (45-50 градусов), а восточное более пологое (25-30 градусов). Синклиналь обладает относительно симметричным строением с падением крыльев 20-30 градусов (рисунки 30 и 31). Антиклинальное сооружение отличается периклинальным замыканием складки с погружением на запад-северо-запад, а синклинальное центриклинальным с погружением на восток-северо-восток. Крупные разрывные нарушения в пределах участка не отмечены. В основном фиксируются небольшие разрывы сбросового характера.

7.5.3 Магматизм

Магматизм на объекте проявлен в его восточной части, где он представлен крупным штоком, являющимся апикальным выступом крупного гранитоидного батолита верхнепалеозойского (до триасового) возраста, уходящего своими корнями на большую глубину. Он имеет повсеместно секущие контакты с вмещающими породами (рисунки 30 и 31). Месторождение сложено гранитами двух последовательно внедряющихся фаз. Первая фаза включает биотитовые порфирировидные граниты и гранит-порфиры. Вторая фаза включает кроме гранит-порфиров мелко- и среднезернистые гранодиориты, местами переходящими в сиениты. С этой фазой связаны оловоносные скарны месторождения. На контакте с интрузией терригенные породы карбона ороговикованы и превращены в кордиеритовые сланцы, а карбонаты перми в мраморы. В зоне сочленения кальцитовых мраморов и гранитоидов широко развиты оловоносные скарны, охватывающие экзо –и эндоконтактовые зоны изменения интрузива и вмещающих пород. Мощности этих зон достигают двух сотен метров, а длина по латерали 500 – 700 м.

7.5.4 История геологического развития

В девонское время происходило опускание морского дна и последующее наступление моря на сушу о чем свидетельствует трансгрессивный характер осадконакопления и смена осадков от наиболее крупнозернистых (галечники) до более мелкозернистых (гравий и пески), впоследствии под влиянием диагенеза и метаморфизма, превращенных в конгломераты, гравелиты и песчаники соответственно. Вблизи берега накапливались галечники, а на удалении от береговой линии, вглубь морской акватории, постепенно сменяя друг друга гравийные и песчаные осадки. Разнообразный состав обломков в осадках свидетельствует о различных источниках сноса при их формировании, а их угловатая форма – о близости размываемых коренных пород.



Условные обозначения на рисунке 31

Рисунок 30 – Геологический разрез по линии I – I

В каменноугольный период продолжалось опускание морского дна. Бассейн осадконакопления углублялся и характеризовался отложением более тонкого материала в виде мелкозернистого песка и алеврита.

В пермское время глубина водоема достигает 300 м и происходит интенсивное накопление карбонатных пород. В конце перми отложения испытывают интенсивное складкообразование, интрузивный вулканизм и метаморфизм. Прошедший орогенез привел к размыву части накопившихся осадков. В течение нижнего и среднего триаса на площади господствует континентальный режим. Образуются площадные коры выветривания, в которых отмечаются россыпи благородных и цветных металлов.

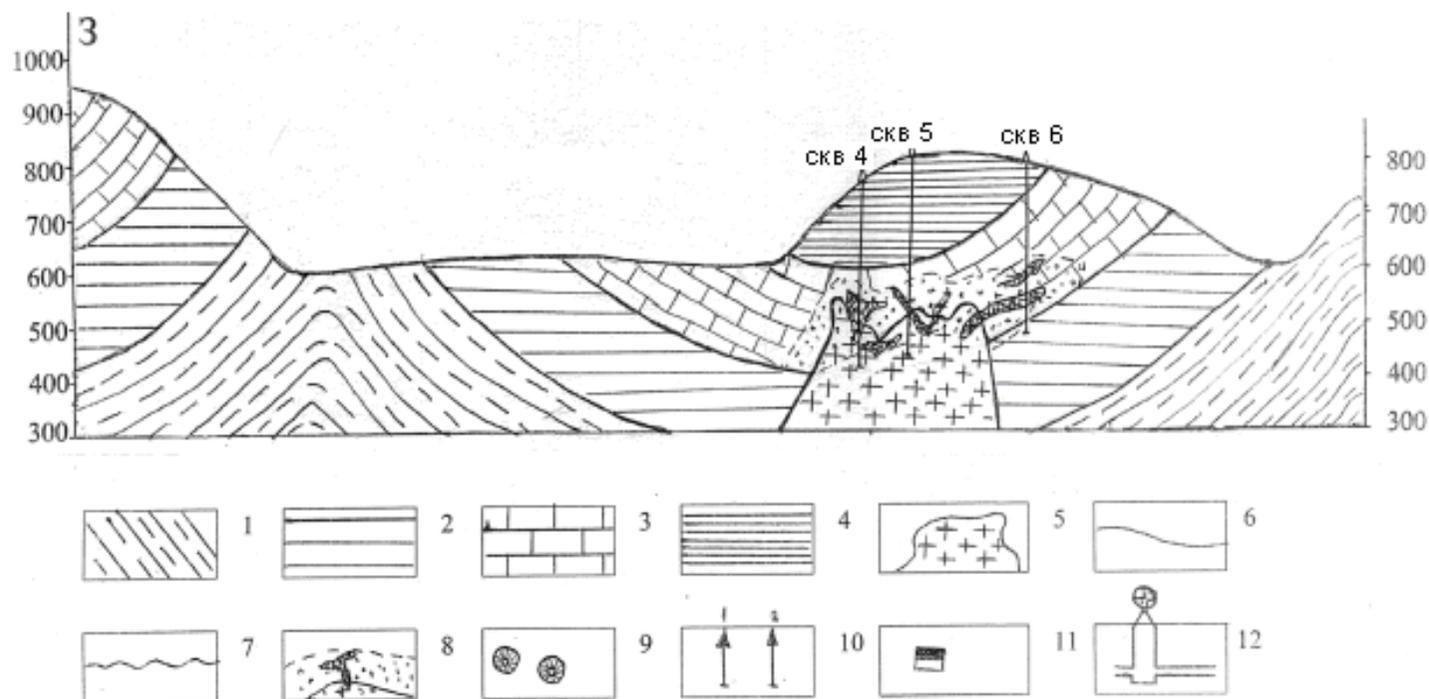
В верхнетриасовый отрезок времени идет повторное опускание морского дна и новая трансгрессия. На значительном расстоянии от берега в условиях шельфа отлагались глины и карбонаты при переменных колебаниях дна водоема.

7.6 Полезные ископаемые

Исследуемый район богат полезными ископаемыми. Здесь отмечаются алмазы, коренные и россыпные месторождения благородных металлов, полиметаллов, вольфрама, никеля и других металлов, строительного камня и т.д.

В то же время на рассматриваемом нами участке главным полезным компонентом являются промышленные проявления оловянных руд, которым и посвящен данный раздел.

Рудные проявления олова на участке Олений Лог относятся к касситерит-скарновым месторождениям. Они характеризуются развитием касситерита в зонах скарнов, обогащенных магнетитом и сульфидами – арсенопиритом и пирротином. В целом зона скарнирования имеет протяженность несколько сотен метров при мощности до 150 м. Касситерит здесь обычно мелкозернистый и кристаллизовался в основном в более позднюю стадию с



1 – песчаники с прослоями и линзами гравелитов и конгломератов (девон), 2 – алевриты и песчаники (карбон), 3 – известняки (пермь), 4 – глины с прослоями известняков (верхний триас), 5 – гранитоидный интрузив верхнепалеозойского возраста, 6 – граница стратиграфических подразделений, 7 – несогласия, 8 – рудная минерализация, скважины: 9 – в плане, 10 – на разрезе; горные выработки: 11 – в плане, 12 – на разрезе

Рисунок 31 – Геологический разрез по линии II – II

сульфидами железа цинка и других металлов. Он обычно ассоциирует с хлоритом, нередко также со сфалеритом, борнитом, кубанитом и др. Минерализация равномерная и имеет рассеянный характер. Руды чаще окисленные и иногда расположены на удалении от интрузива. Содержания олова в них колеблется от 0.012 % до 0.054 %, в среднем – 0.03 %.

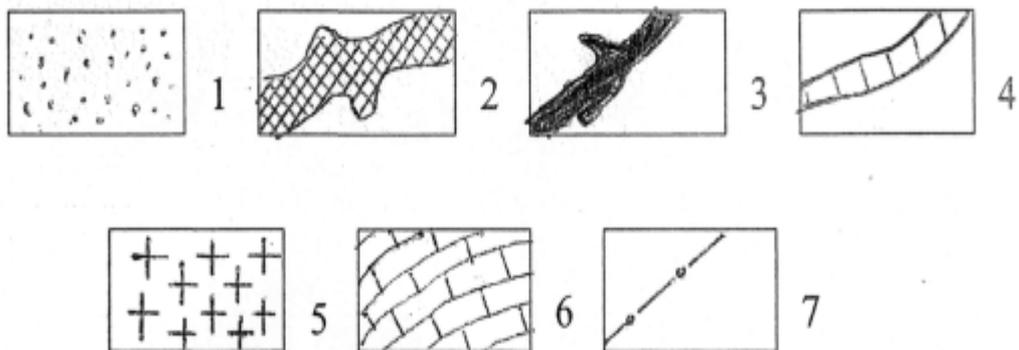
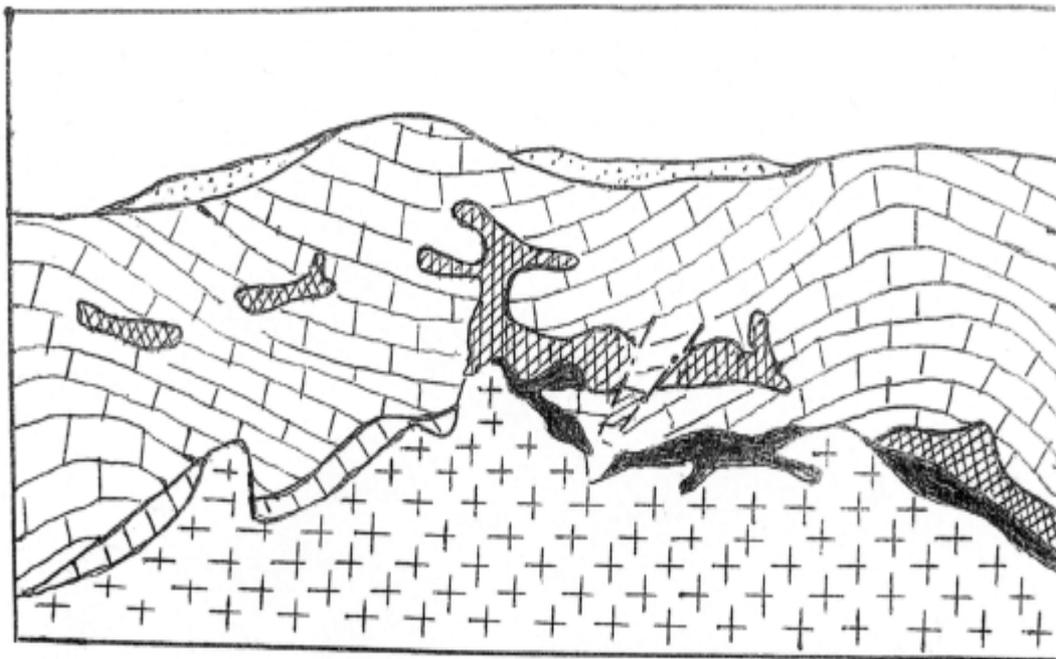
Непосредственно в зоне эндо- и экзоконтакта интрузии с мраморами широко развиты промышленные оловянные руды, составляющие 25-30 % от массы бедной рассеянной минерализации повсеместно присутствующей в скарнах. Эти руды жильной пластовой или червеобразной формы полого- и крутопадающие с мощностью отдельных тел в десятки м, нередко образующие штокверки (рисунок 32). Концентрация SnO₂ в них находится в пределах 0.1-0.22 %, а среднее содержание составляет 0.15 %.

Рассчитанное средневзвешенное содержание олова по общему блоку руды, в целом составляющем месторождение, соответствует 0,1 %. Эта цифра легла в основу подсчета запасов объекта, которые будут приведены в соответствующей главе.

Такие месторождения в пределах рудных полей размещаются в апикальных частях интрузивов, особенно в их куполах. Большую роль в локализации месторождений играет литологический состав пород. Чаще всего это толщи перемежаемости песчаников и сланцев или же карбонатных пород. Здесь они образуют две главные группы: *надинтрузивную* в самих вмещающих породах и *внутриинтрузивную* в самих рудоносных гранитах, что и фиксируется на проявлении Олений Лог. Главным структурным элементом, контролирующим месторождения такого типа, являются шарниры крупных антиклинальных сооружений, каковым является Нерюнгринский антаклинорий.

Судя по данным изучения месторождений Восточного Забайкалья и других районов, верхняя часть касситерит-скварновых месторождений образуется на глубинах 800-1200 м и зависит от масштаба интрузий и проявлений разрывных нарушений. Последние на участке проявлены незначительно, что и сказалось на величине месторождения.

Стоимость одной тонны олова на мировом рынке в настоящий момент составляет 22000 долларов США [15].



1 – четвертичные отложения; 2 – окисленные руды; 3 – сульфидные руды; 4 – скарны; 5 – граниты; 6 – известняки перми; 7 – тектонические разрывы

Рисунок 32 – Фрагмент развития рудной минерализации на одном из участков месторождения Олений Лог

7.7 Методика и объемы работ

Ранее проведенной геологической съемкой масштаба 1:200000 была разработана стратиграфия изучаемой площади, ее тектоника и магматизм. Выявлены предпосылки наличия на объекте оловянных руд, таковые как ороговикование терригенных и мраморизация карбонатных отложений, наличие явлений скарнообразования. Обнаружены прямые признаки наличия оловянных руд – находки на поверхности рельефа обломков карбонатных пород с редкой вкрапленностью касситерита и сульфидов, обломков скарнированных известняков и гранитоидов с богатой примесью хорошо видимых зерен касситерита вкрапленной и прожилковой формы в ассоциации с пирротинном и арсенопиритом.

В связи с этим геологической службой республики Саха было поставлено задание произвести специализированные поиски (ГДП в масштабе 1:50000) с целью выявления оловянных руд, а в случае их обнаружения в промышленных масштабах произвести предварительную разведку месторождения.

Поиски месторождений олова на участке Олений Лог

Проведение поисковых работ основывается на:

- 1) маршрутных поисках;
- 2) шлиховой съемке;
- 3) станометрической съемке.

Задача маршрутных поисков заключалась в подтверждении поисковых критериев и признаков наличия оловянных руд, ранее установленных при геологической съемке масштаба 1:200000. Маршруты проводились по профилям с запада на восток. Было установлено, что контактовые изменения пород постепенно возрастают в этом направлении вплоть до появления зоны пятнистых сланцев и биотитовых роговиков в глинистых образованиях верхнего триаса. На этой площади участка и резко увеличились находки

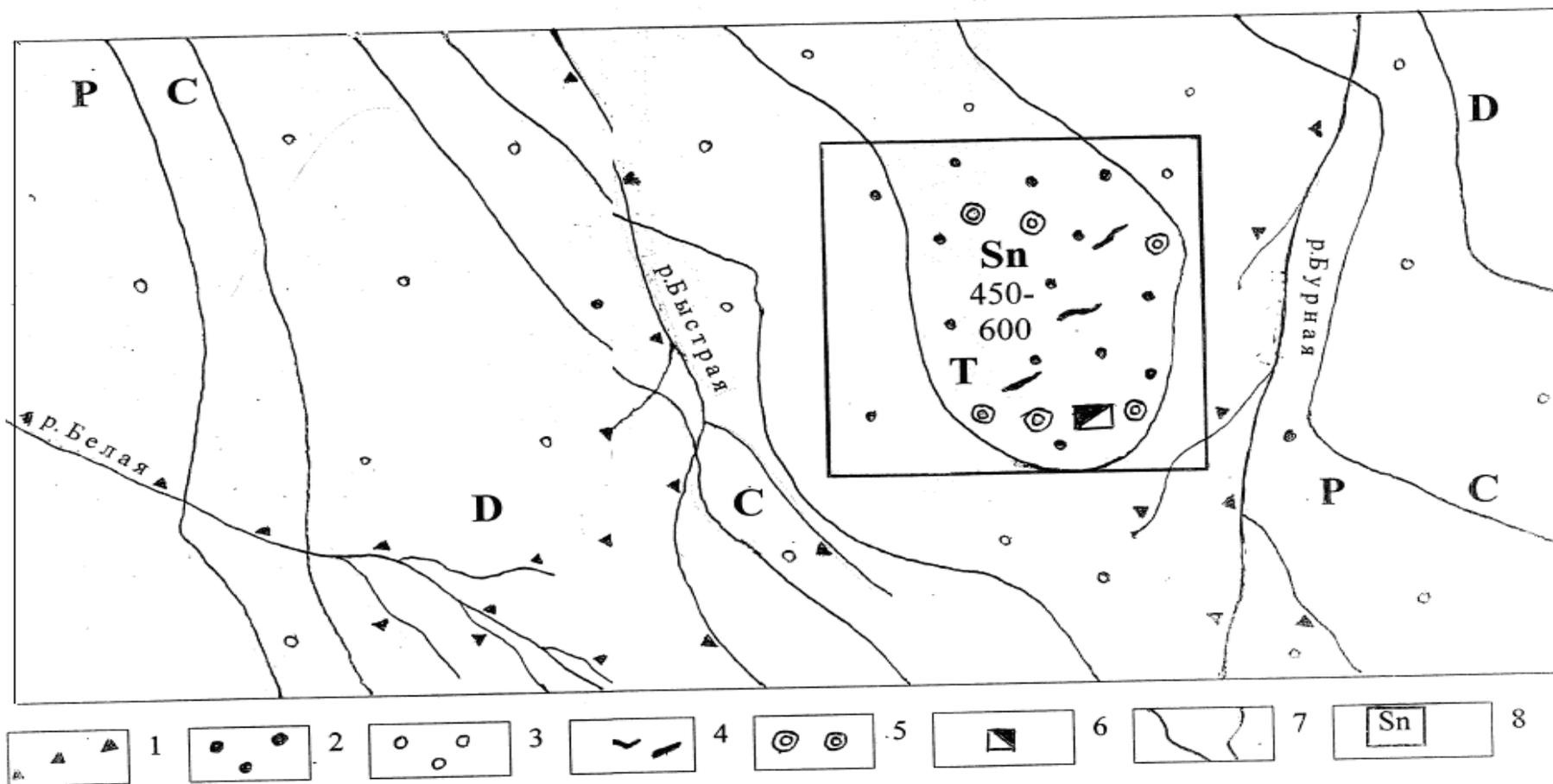
обломков скарнированных пород с включениями касситерита. Сеть поисковых маршрутов здесь сгустилась, что позволило в первом приближении наметить контуры перспективной площади.

При проведении шлиховой съемки маршруты проводились главным образом по основным речным артериям объекта и по всем их распадкам. При детальном поиске масштаба 1:50000 пробы отбирались на расстоянии 100-300 м друг от друга. Они отбирались в местах наибольшего скопления тяжелых минералов. Пробы с содержаниями олова 50-500 г на кубометр были отмечены только в пределах русел рек Быстрая и Бурная. Вдоль реки Белая все пробы дали отрицательный результат (рисунок 33).

Станометрическая съемка была проведена вслед за шлиховой. Были изучены ореолы механического рассеяния олова, выявлены общие контуры рассеяния металла, намечены контуры скрытого под верхнетриасовым покровом промышленного проявления. Отбор проб проводился из закопущек глубиной 30-50 см. Закопущики сначала проходились по редкой сети 100x50 м, а затем по более густой 50x30 и 20x20 м. Аналитические исследования проб проводились при помощи спектрографического анализа раздробленной пробы рыхлого материала.

Попутно проводились геофизические работы (магнитометрия), что позволило уточнить контуры месторождения (рисунки 29, 30, 31, 33).

В связи с тем, что были получены обнадеживающие результаты (в отдельных пробах содержание олова составляло до 0.5 %) было решено пробурить поисковые скважины (№№ 1 и 4) по профилям I-I и II-II глубиной 350 и 400 м соответственно. В верхнетриасовом глинистом покрове пробы отбирались через 50 м, а в рудоносных карбонатах перми и в верхнепалеозойских гранитоидах через 10 м. Был вскрыт штокверк, состоящий из пересекающихся трубо-, пластообразных и неправильной формы тел, развитых в экзо- и эндоконтактных частях мраморов и гранитоидов.



1 – шлиховые пробы; пробы станометрические; 2 – пробы, содержащие весовые содержания SnO_2 ; 3 – пробы, не содержащие SnO_2 ; 4 – руды в коренном залегании; 5 – скважины; 6 – горные выработки; 7 – стратиграфические границы; 8 – месторождение

Рисунок 33 – Карта опробования участка Олений Лог

Установлено, что размах оруденения составляет в среднем 150-200 м (интервал +600-450-400 м). Большая часть оруденения представлена рассеянной тонкой вкрапленностью касситерита с содержанием металла 0.05-0.06 % (около 70 %). Меньшая часть (примерно 30 %) составляют богатые руды штокверка (0.1-0.15 % олова). На основании этих данных был произведен подсчет запасов руды по категории С₂ (соответствующие расчеты приводятся в следующем разделе посвященном подсчету запасов объекта).

Предварительная разведка оловоносного месторождения Олений Лог

В результате того, что руды объекта скрыты под мощными наносами (верхнетриасовые глины), достигающие мощности 200 м и более, такие методы оконтуривания месторождения как канавы глубокие шурфы, неглубокие скважины в данном случае неприемлемы. Для получения таких данных были по профилям I-I и II-II пробурены дополнительные скважины (рисунки 29, 30, 31, 33) №№ 2, 3, 5, 6, а также проведены магнитометрические работы по прослеживанию касситерит-сульфидных проявлений олова. Были получены новые данные, подтвердившие рентабельность месторождения и, позволившие уточнить его границы.

С целью получения данных для постановки в дальнейшем детальной и эксплуатационных разведок и выявления процентного содержания богатых руд в общей массе оруденения было решено заложить разведочную шахту и пройти от нее на горизонте плюс 450 м штреки в восточном и западном направлениях со взятием технологических проб весом по 100 т каждая в обе стороны от шахтного ствола. Технологические пробы отбирались с целью возможности получения кондиционных концентратов, разработки схемы и режима рационального металлургического передела руд и концентратов. По окончании работ были подсчитаны запасы объекта по категории С₂ и разработаны рекомендации для постановки детальной разведки.

Общий объем работ в процессе исследований составил

Шахта

глубина шахты L_1 – 270 м; площадь сечения выработки – S_1

$$S_1 = 4 \times 6 = 24 \text{ м}^2$$

общий объем вынутой породы составляет V_1

$$V_1 = S_1 \times L_1 = 270 \times 24 = 6480 \text{ м}^3$$

Штрек

Длина штрека L_2 – 500 м; площадь сечения выработки – S_2

$$S_2 = 2 \times 3 = 6 \text{ м}^2$$

Общий объем вынутой породы равен V_2

$$V_2 = S_2 \times L_2 = 500 \times 6 = 3000 \text{ м}^3$$

Полный объем горных работ V

$$V = V_1 + V_2 = 6480 + 3000 = 9480 \text{ м}^3$$

Разведочные и поисковые скважины l

$$l = 350 + 360 + 250 + 350 + 370 + 320 = 2000 \text{ м}$$

Составлено два магистральных литолого-структурных разреза общей протяженностью 5000 м.

Взято проб:

- 1 Шлиховых – 500
- 2 Станометрических – 1000
- 3 Технологических – 2
- 4 Минералогических – 100

В ы п о л н е н о анализов:

- 1 Химических на SnO₂ – 500 шт
- 2 Спектрографических – 2000 шт

О п и с а н о шлифов:

- 1 Прозрачных – 200 шт
- 2 Полированных – 100 шт

7.8 Подсчет запасов месторождения и определение его рентабельности

Подсчет запасов подобных месторождений обычно проводится методом эксплуатационных блоков. За счет отсутствия многих параметров необходимых здесь для его применения в данном случае предложен метод среднеарифметического, который прост и достаточно надежен [4].

На первом этапе общая форма месторождения приводится к объему равновеликой плиты. Вычисленная средняя мощность рудного горизонта по ряду пересечений составила 160 м, а протяженность по латерали 550 м, а в крест пересечения рудных тел с учетом интерполяции, за пределы промышленных бортовых содержаний, соответствовала 450 м.

Определяем объем рудного тела Z ;

$$Z=160 \times 550 \times 450 = 39600000 \text{ м}^3$$

Переводим далее его в весовую категорию (средний уд. вес породы 2.5 г/см³)

$$Z_1=39600000 \times 2.5=99000000 \text{ т,}$$

где Z_1 – вес руды, г.

Количество рассеянной скарновой бедной минерализация составляет 70 % от общей массы руды, а богатой 30 %. При содержании олова в руде 0.05-0.06 % и 0.1-0.22 % соответственно.

Подсчитав средневзвешенное содержание олова в руде в целом по объекту получим значение 0.1 %. Это в пересчете на всю массу руды (99000000 т) составит по категории C_2 99000 т чистого олова, что соответствует средним месторождениям.

После составления ТЭДа и проведения детальной разведки, которая здесь не рассматривается, была начата эксплуатация месторождения. Ее процесс приводится ниже.

Выплавка олова

Получение олова непосредственно из природных руд не представляется возможным в связи с незначительным содержанием его в последних. Обогащение оловянных руд, позволяющее получать пригодные для металлургического передела концентраты, основывается на высоком удельном весе касситерита и ряде свойств сопутствующих ему минералов. Первичное обогащение производилось на месте добычи руд. Оно заключалось в дроблении руды и пропуске ее через ряд устройств, позволяющих освободиться от сравнительно легких минералов и частиц пустой породы.

Концентраты полученные при первичном обогащении руды содержат 12-15 % олова. Они направлялись на доводочные фабрики в п. Томмот. Необходимость доводки, то есть дополнительное обогащение концентратов обусловлена высоким содержанием в них частиц вмещающих пород и посторонних минералов. Кроме того, в первичных концентратах содержалось значительное количество мышьяка, сурьмы, висмута, загрязняющих олово в

процессе плавки. При доводке первичных концентратов из них удалялись сопутствующие касситериту минералы; основными методами при этом являлись флотация, электромагнитная и электростатическая сепарация. Полученный продукт уже содержал более 60 % олова.

Эти концентраты тщательно перемешивались с углем и поступали в плавку в отражательные печи, где нагревались до 850 градусов. Выплавлялось чистое олово, часть которого (до 25 %) поступала в шлак. Последний подвергался еще раз переработке с добавлением в него мелкой чугушной стружки. В результате этих процессов получался сплав олова с содержанием его до 99 %.

Для получения еще более чистого олова, употребляемого в полупроводниковой промышленности, его слитки подвергались зонной плавке.

Как следует из опыта разведки и эксплуатации подобных месторождений примерно 25 % стоимости металла уходит на разведку месторождения, проведение горных выработок, добычу руды, изготовление концентратов и последующий их передел.

Стоимость 1 тонны золота на мировом рынке на сентябрь 2012 года равна 22000 долларов [15].

Общая стоимость чистого олова, добываемого на месторождении, равна

$$22000 \$ \times 99000 \text{ т} = 2178000000 \text{ долларов.}$$

Учитывая накладные расходы, которые составляют 544500000 долларов, чистая прибыль составит в период эксплуатации (примерно 10 лет) 1633500000 долларов. Предполагается, что месторождение окупится через 3 года.

7.9 Список использованных источников

В конце работы приводится список использованных источников.

Список использованных источников

- 1 Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов / В.В. Авдонин [и др.]. – М.: Мир, 2007. – 540 с.
- 2 Атлас схематических геологических и бланковых карт / под ред. М.М.Москвина. – М.: МГУ, 1976. – 47 с.
- 3 Баранников, А.Г. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для ВУЗов / А.Г.Баранников.- Екатеринбург: Уральская государственная горно-геологическая академия, 1999.-142 с.
- 4 Бирюков, В.И. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / В.И.Бирюков, С.Н.Куличихин, Н.Н.Трофимов. М.: Недра, 1987. -415 с.
- 5 Вольфсон, Ф.И. Главнейшие типы рудных месторождений / Ф.И. Вольфсон, А.В.Дружинин. М.: Недра, 1975. – 392 с.
- 6 Ермолов, В.А. Геология.: учебник для ВУЗов / В.А. Ермолов. – М.: изд-во Моск. гос. ун-та, 2005. – 312 с.
- 7 Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000 –М.: Роскомнедра, 1999. – 244 с.
- 8 Короновский, Н.В. Геология: учебник для ВУЗов / Н.В. Короновский, Н.А. Ясманов. – 3-е изд.- М.: Академия, 2006. – 448 с.
- 9 Лощинин, В.П. Разведка и геологоэкономическое обоснование месторождений полезных ископаемых: методические указания к практическому занятию № 3 / В.П.Лощинин, Н.П.Галянина. Оренбургский гос. Ун-т.- Оренбург: ОГУ. 2010.- 26 с.

10 Лощинин, В.П. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: методические указания к практическому занятию № 1 / В.П. Лощинин. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 14 с.

11 Лощинин, В.П. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: методические указания к практическому занятию № 1 / В.П. Лощинин. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008.- 14 с.

12 Павлинов, В.Н. Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники. Основы общей геотектоники и методы геологического картирования: учебное пособие для ВУЗов / В.Н.Павлинов, А.К.Соколовский. – М.: Недра, 1990. – 318 с.

13 Панкратьев, П.В. Лабораторные методы исследования минерального сырья. Физико-химические методы исследования: учебное пособие / П.В. Панкратьев, Г.А. Пономарева. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – 177 с.

14 Сапфиров, Г.Н. Структурная геология и геологическое картирование / Г.Н.Сапфиров. – М.: Недра, 1982. – 246 с.

15 Сайт Информационно-справочный центр горнодобывающей промышленности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mininginfo.kz>

16 Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). – М.: ВИЭМС, 1999. – 28 с.

17 Якжин, А.А. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / А.А. Якжин. – М.: Госгеолтехиздат, 1959. – 568 с.

Приложение А
(обязательное)

Титульный лист

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»
Геолого-географический факультет
Кафедра геологии

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка
месторождений полезных ископаемых»

Разведка месторождений вольфрамовых руд

Руководитель:

_____ Н.П. Петров
«_____» _____ 20 г.

Исполнитель:

Студент гр. 08 ГС

_____ И.И. Иванов
«_____» _____ 20 г.

Оренбург 20

Приложение Б *(обязательное)*

Содержание

Введение.....	59
1 Характеристика основных разделов курсового проекта.....	58
1.1 Аннотация.....	58
1.2 Геологическое задание.....	60
1.3 Условия производства работ.....	62
1.4 Геологическое строение района.....	62
1.4.1 Стратиграфия.....	62
1.4.2 Тектоника.....	62
1.4.3 Магматизм.....	63
1.4.4 Палеогеография.....	63
1.5 Полезные ископаемые.....	64
1.6 Методика и объем работ.....	65
1.7 Подсчет объема горных работ и запасов полезных ископаемых.....	70
Список использованных источников.....	71

Приложение В
(обязательное)

Титульный лист

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»
Геолого-географический факультет
Кафедра геологии

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка
месторождений полезных ископаемых»

**Поиски и разведка месторождений оловянных руд на участке
Олений Лог Якутского округа (республика Саха)**

Руководитель:

_____ Ф.И.О
«_____» _____ 20 г.

Исполнитель:

Студент гр. 08 ГС

_____ Ф.И.О
«_____» _____ 20 г.

Оренбург 20

Приложение Г

(обязательное)

Содержание

Введение	73
Аннотация	75
1 Геологическое задание	75
2 Условия производства работ	76
3 Геологическое строение района	78
3.1 Стратиграфия	78
3.2 Структурные элементы.....	82
3.3 Магматизм	83
3.4 История геологического развития.....	83
4 Полезные ископаемые	85
5 Методика и объем работ	89
6 Подсчет запасов месторождения и определение его рентабельности.....	94
Список использованных источников	96