



Министерство образования Российской Федерации  
Томский политехнический университет  
Институт геологии и нефтегазового дела

Утверждаю:

Директор ИГНД  
\_\_\_\_\_ Е.Г. Язиков

«    » \_\_\_\_\_ 2007 г.

**РАЦИОНАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ПОИСКОВ И  
ГЕОЛОГО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Рабочая программа и методические указания лабораторных занятий учебной дисциплины для магистрантов ИГНД, специализации «Урановая геология»

Раздел I. ЗАДАЧИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПЕРВИЧНОЙ И СВОДНОЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЮ И ПОИСКАМ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Раздел II. ЗАДАЧИ ПО ОПРОБОВАНИЮ

Раздел III ЗАДАЧИ ПО РАЗВЕДКЕ И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Обеспечивающая кафедра – геоэкологии и геохимии;

Выпускающая кафедра – геоэкологии и геохимии

Семестры	8-9
Лекции	64 час.
Лаб. занятия	64 час.
Самостоятельная работа	164 час.
Итого	292 час.
Экзамены, зачёты	экзамен

Томск 2007



**УДК 553.04(07)**

Рациональная методика поисков и геолого-экономической оценки месторождений редких и радиоактивных элементов: Рабочая программа и методические указания по лабораторным занятиям для магистрантов специальности 320300 «Урановая геология». -Томск: Изд ТПУ, 2007 - с.

Методические указания составлены на основе Государственного образовательного стандарта, утверждённого Министерством образования РФ 03.03.2000 г., рег. № 3-тех/дс и Образовательного стандарта Томского политехнического университета по направлению ..... («Урановая геология»)

В программе приведены цель и задачи дисциплины, раскрывается содержание теоретического материала (лекций), приводятся перечень вопросов для самопроверки по разделам, перечень лабораторных работ, рекомендации по организации самостоятельной работы, перечень контрольных работ по вариантам. Даны рекомендации по использованию литературы.

Программа рассмотрена, соответствует действующему учебному плану и одобрена на заседании кафедры «Геоэкологии и геохимии» 16. 05. 2007г.

Разработчик: доцент, кандидат г.-м. наук **В. А. Домаренко**

Зав. кафедрой «Геоэкологии и геохимии»  
профессор, доктор г. – м. наук

**Л. П. Рихванов**

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Геоэкологии и геохимии»

Заведующий кафедрой «Геоэкологии и геохимии»  
профессор, доктор г. - м. наук

**Л. П. Рихванов**

Дисциплина аккредитована научно-методическим Советом ТПУ на период до г. (преподаватель доцент В. А Домаренко), сертификат № .....от ..... г.



СОДЕРЖАНИЕ.....	
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ЗАДАЧИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПЕРВИЧНОЙ И СВОДНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	
1.1. Определение элементов залегания пласта по двум произвольным разрезам .....	5
1.2.    Определение залегания пласта по трем точкам.....	9
1.3. Определение угла падения геологического тела в косом разрезе.....	13
1.4. Определение величины искажения угла падения, рудного тела на разрезе в случае изменения вертикального масштаба относительно горизонтального.....	14
1.5. Построение на геологоразведочном плане выхода рудоносного горизонта.....	15
1.6. Построение продольных проекций рудных тел .....	21
1.7. Определение градиента изменчивости оценочных параметров.....	
2. ЗАДАЧИ ПО ОПРОБОВАНИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	27
2.1.    Обоснование рационального способа отбора проб.....	
2.2. Определение содержания второстепенных компонентов на основе корреляционной связи с главными.....	
2.3. Контроль опробования.....	32
2.3.1. Внутренний геологический контроль .....	33
2.3.2. Внешний геологический контроль .....	36
3.ЗАДАЧИ ПО РАЗВЕДКЕ И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	42
Литература.....	



## **ВВЕДЕНИЕ**

Успешное решение задач поисков и разведки радиоактивного сырья можно обеспечить лишь на основе развития теоретических исследований по всем разделам геологических наук. Отметим главные направления в разработке проблем учения о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, которые могут способствовать успешному решению поставленных практических задач.

1. Разработка и совершенствование учения о геологических предпосылках (закономерностях) как основы для геологических прогнозов, разведки и геолого-экономической оценки месторождений

2. Совершенствование методов крупномасштабных геологических прогнозов как основы для проектирования эффективной разведки месторождений и их оценки.

3. Разработка новых более точных и эффективных методов теоретических исследований в разведочном деле, в частности экспериментального и математического методов для прогнозирования геолого-промышленных параметров месторождений полезных ископаемых.

4. Разработка методов геолого-экономической оценки месторождений на всех стадиях поисков и разведки.

5. Разработка эффективных методов (и их комплексов) для поисков и разведки закрытых (слепых) залежей и месторождений.

6. Разработка принципиально новых методов геологической документации геологоразведочных выработок и её обработки с привлечением компьютерных технологий.

7. Совершенствование и разработка новых методов опробования полезного ископаемого в целях наиболее эффективного, полного и комплексного использования сырья.

8. Совершенствование и разработка новых видов поисковой и разведочной техники, экологически чистых технологий добычи.

9. Совершенствование организации поисков и разведки.

10. Совершенствование методов геолого-экономической оценки МПИ.

В каждом из этих направлений имеется большое число тем и комплексных проблем, которые требуют исследования.

В учебном плане подготовки специалистов геоэкологов в течении двух, семестров предусмотрено изучение дисциплины «Рациональная методика поисков и геолого-экономической оценки минеральных ресурсов».

Дисциплина состоит из трёх разделов частей:

Часть 1. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых;

Часть 2. **ОПРОБОВАНИЕ**

По дисциплине предусмотрены минимально необходимый объём лабораторных работ и выполнение курсового проекта



## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина состоит из двух частей.

В часть I (7-й семестр) рассматриваются вопросы прогнозирования и поисков месторождений радиоактивного сырья МРС.

В части II даются теоретические и практические основы эколого-геолого-экономической оценки месторождений радиоактивного сырья.

В преподавании современных основ поисков и разведки развиваются идеи и традиции научной школы в области методики поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, созданной трудами В.М. Крейтера, М.Н.Альбова, П.Л. Каллистова, А.Б. Каждана, М.В. Шумилина, В.И. Красникова С.В. Григоряна, И.С Васильева, Ф.Н. Шахова, В.К. Черепнина, И.В. Кучеренко, Л.П. Рихванова, В. Г. Язикова, Бойцова и многих других.

Изучение дисциплины предполагает знания в области физики, химии, общей, исторической, структурной геологии, минералогии, петрографии, геологии полезных ископаемых.

Учебный процесс по дисциплине ориентирован на обучение студентов способности логически строго и аргументировано мыслить и умению излагать в письменной и устной форме освоенные знания, используя обширные эмпирические материалы, сведения из области других наук.

При изучении теоретического материала студентам необходимо научиться понимать закономерности формирования месторождений радиоактивных руд (МРР), условия залегания рудных тел и применительно к этому формировать рациональный прогнозно-поисковый и разведочный комплексы. Главное внимание на лабораторных занятиях сосредоточено на обучении студентов грамотно формировать комплекс поисково-разведочных работ и геолого-экономической оценки. Студенты работают с картами поисковых площадей, планами и разрезами месторождений.

В преподавании дисциплины наряду с федеральным значительное место занимает региональный и университетский компоненты.

### **Ф е д е р а л ь н ы й к о м п о н е н т .**

Федеральный компонент составляет основу дисциплины. Принципы генетической и промышленной типизации месторождений полезных ископаемых, требования к качеству, Рациональный комплекс поисковых и разведочных работ, теоретические основы геолого-экономической оценки МРР и минерально-сырьевой базы (комплекса), рассматриваются на базе достижений отечественных и зарубежных геологов, геологической службы и горнодобывающей промышленности России и многих стран мира.



### **Региональный компонент.**

Одна из традиций кафедры, которая развивается и сейчас, - акцент в преподавании дисциплины на фундаментальный материал по сибирским регионам, для работы в которых в основном готовятся специалисты в стенах **ТПУ**. В Сибири и на Дальнем Востоке открыты, в том числе воспитанниками ТПУ, многие месторождения полезных ископаемых, которые служат крупной сырьевой базой золота, платины, цветных металлов, урана и других видов минерального сырья. Все это находит отражение в разделах дисциплины, посвященных анализу состоянию минерально-сырьевой базы, поисков, разведки и добычи радиоактивного сырья, роли сибирских регионов в обеспечении страны минеральным сырьем и в мировой экономике минерального сырья, схем переработки минерального сырья.

### **Университетский компонент.**

В лекциях в значительной степени учтены рекомендации, данные в свое время профессором В.А. Обручевым (1922) и позднее профессором, а также, М.В. Шумилина В.М. Крейтера, М.Н.Альбова, П.Л. Каллистова, А.Б. Каждана, М.В. Шумилина, В.И. Красникова С.В. Григоряна, И.С Васильева, Ф.Н. Шахова, В.К. Черепнина, И.В. Кучеренко, Л.П. Рихванова, В. Г. Язикова, Бойцова и др.. Раскрываются принципы рационального комплексирования работ прогнозно-поискового комплекса и разведки МРР, в разработке и внедрении которых автор принимал непосредственное участие на протяжении более чем 20-ти лет в горах Восточного Саяна, Енисейского Кряжа, Кузнецкого Алатау, синтезирующие в себе все положительное, прошедшее проверку временем, что накоплено в данной области геологических знаний.

На лекционных и лабораторных занятиях постоянно затрагиваются вопросы экологии и охраны окружающей среды, особенно тогда, когда речь идет о добыче полезных ископаемых. Сравняются разные способы добычи минерального сырья, обсуждаются достоинства и недостатки сравнительно экологически чистых способов (подземного выщелачивания, кучного выщелачивания, биотехнологии).

### **ЦЕЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина призвана формировать у студентов способность понимать, анализировать и исследовать закономерности формирования МПИ, ориентироваться в вопросах промышленной типизации месторождений полезных ископаемых и экономики минерального сырья, правильно выбирать рациональный комплекс исследований.

Изучивший дисциплину студент должен знать:  
-государственную систему изучения недр



- основные принципы изучения недр
- критерии рудоносности
- геологическое строение, условия залегания и образования типовых месторождений важнейших видов полезных ископаемых;
- принципы промышленной типизации месторождений полезных ископаемых;
- ведущие промышленные типы радиоактивного сырья (СР);
- области промышленного использования важнейших для экономики страны и мира металлических и неметаллических полезных ископаемых, требования потребителей к их качеству и количеству, запасы, добыча их в мире и в России;
- роль сибирских регионов в обеспечении РС потребностей страны и экспорта по видам металлических и неметаллических полезных ископаемых;
- цены на минеральное сырье по видам, ожидаемые тенденции изменения цен.
- методы и методику проведения прогнозных и поисковых работ;
- общие методологические положения разведки;
- опробование тел полезных ископаемых;
- технические средства поисков и разведки;
- методика подсчёта запасов основных и сопутствующих компонентов;
- основные принципы эколог-геолого-экономической оценки МРР;

Изучивший дисциплину студент должен уметь:

- составлять обзоры по экономике радиоактивного минерального сырья на основе опубликованных и фондовых материалов;
- определять промышленно-генетический тип МРР;
- проектировать рациональный комплекс поисковых и разведочных работ основываясь на принципе достижения максимальной эффективности при минимальных затратах;
- производить оконтуривание и подсчёт запасов;
- производить эколог-геолого-экономическую оценку МРР.

### **ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для достижения поставленных целей дисциплины студентам необходимо:

- усвоить понятийную базу дисциплины;
- изучить принципы промышленно-генетической классификации МРР;
- усвоить классификацию месторождений по сложности геологического строения и понятие стадийности геолого-разведочных работ;
- научиться проектированию рационального комплекса прогнозно-поисковых и разведочных работ, применительно к типу полезного ископаемого;



-производить расчёты по эколого-геолого-экономической оценке МПР;  
-изучить области промышленного использования, требования промышленности (потребителей) к качеству, технологические типы и сорта минерального сырья, состояние минерально-сырьевой базы, объём добычи в мире, в России, в восточных районах страны, цены продуктов переработки радиоактивного минерального сырья на мировом рынке;

Настоящие указания для лабораторных занятий по курсу «Рациональная методика поисков и геолого-экономической оценки месторождений редких и радиоактивных элементов» состоят из трёх разделов. В первом из них «Задачи по составлению первичной геологической документации» рассмотрены геометрические приемы определения элементов залегания геологических тел в отдельной горной выработке и по совокупности разведочных пересечений, освещены приемы построения на геологоразведочном плане выхода рудного тела на поверхность, приведена методика составления продольных проекций рудных тел на вертикальную и горизонтальную плоскости.

Некоторые из рассмотренных вопросов изучают в курсе «Структурная геология», но многолетний педагогический опыт преподавания курса «Рациональная методика поисков и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых» в ВУЗе убедил автора, что студенты с большим трудом осваивают положения связанные с геометризацией рудных тел и в этой связи рассмотрение этих задач Применительно к разведке месторождений это просто необходимо.

Во втором разделе «Контроль опробования» рассмотрена методика (отвечающая требованиям МПР РФ) рационального способа отбора проб, а также внутренний и внешний геологический контроль анализов проб,

В третьем разделе «Задачи по разведке и геолого-экономической оценке месторождений редких и радиоактивных элементов» приведены задачи, учитывающие особенности разведки ведущих морфогенетических типов месторождений.

В отличие от задач изданных учебных пособий, предлагаемые задачи реальны и обеспечены как сводной геологической документацией, так и числовой информацией опробования,

Отведенных программой курса часов для лабораторных занятий недостаточно для выработки удовлетворительных навыков решения практических задач необходима серьёзная домашняя работа, направленная на решение хотя бы минимального количества задач по разведке месторождений полезных ископаемых.

**Раздел I. Раздел I. ЗАДАЧИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПЕРВИЧНОЙ И  
СВОДНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ,  
ПРОГНОЗИРОВАНИЮ И ПОИСКАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ И  
РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**1.1. Определение элементов залегания пласта по двум произвольным  
разрезам**

В стенках шурфа чаще наблюдается не истинное, а видимое направление падения плоскости пласта. К тому же, из-за высокой прочности

Ю-В      Ю-З      С-З      С-В

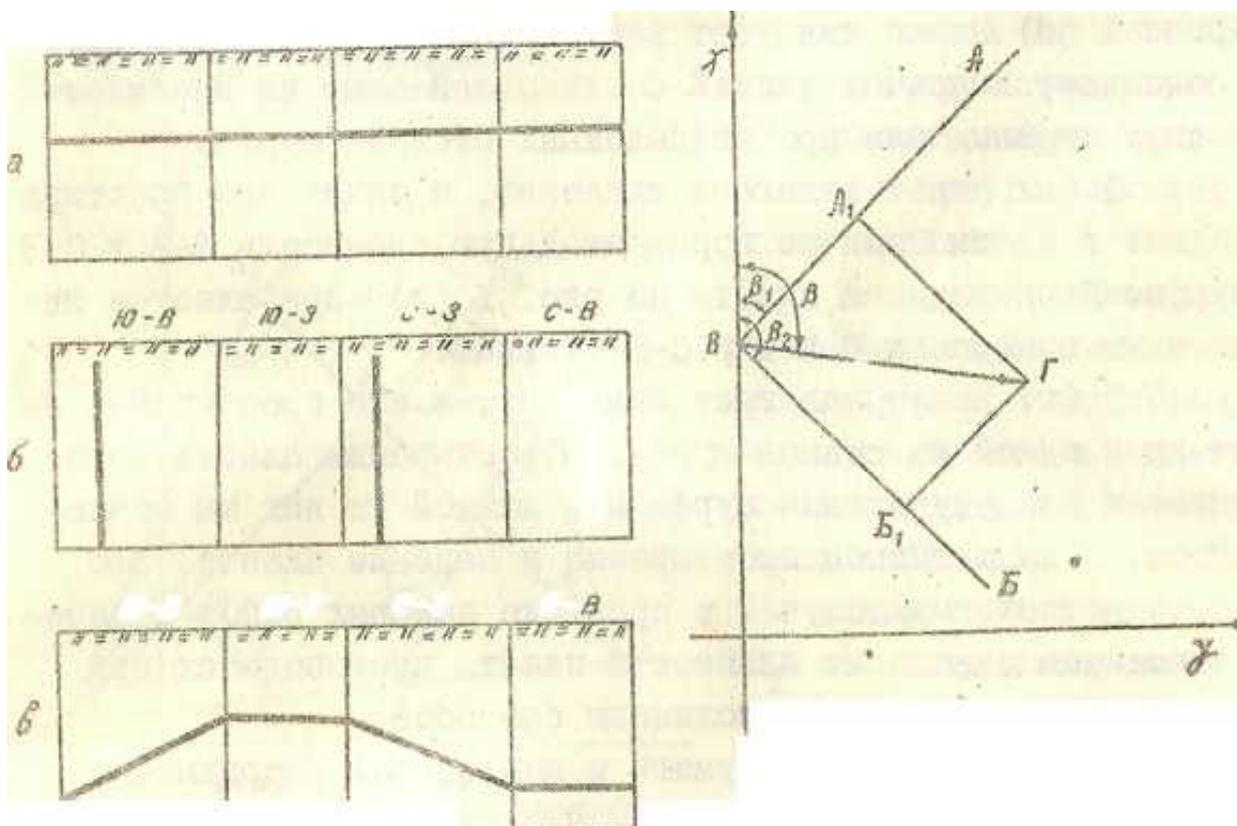


Рис. 1. основные виды пространственного положения пласта на развертке стенок шурфа, а)-пласт залегает горизонтально); б) -пласт залегает вертикально; в)- пласт залегает наклонно, линия простирания совпадает с проекцией Ю-З и С-В стенок; г)-пласт наклонный, линия простирания пласта не совпадает с проекцией стенок.

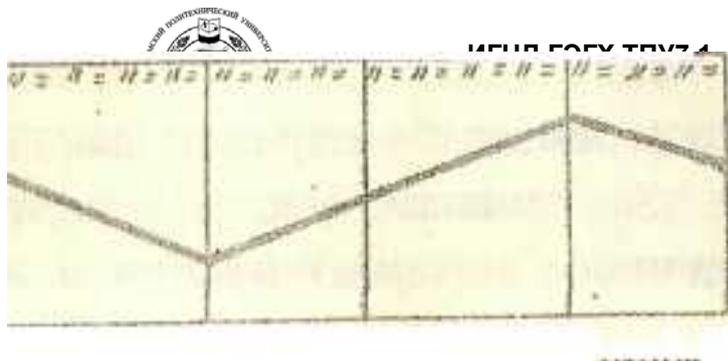


Рис.2. Определение азимута и угла падения пласта по замерам видимых углов падения на стенках шурфа.

пород, повышенной концентрации ферромагнетиков и по некоторым другим причинам, не всегда представляется возможным замерить элементы залегания горным компасом и в этой связи возникает необходимость прибегать к геометрическим или аналитическим способам определения пространственного положения пласта.

Форма сопряжения пласта со стенками шурфа на развертке помогает определять элементы его пространственного положения. Форм сопряжения много, однако все они могут быть сведены к следующим четырем примерам (рис.1).

На рис. I(a) пласт залегает горизонтально, так как имеет одну гипсометрическую отметку во всех стенках шурфа и бесчисленное количество линий простирания.

На рис.1(б) пласт залегает вертикально и азимут его простирания совпадает с прямой линией соединяющей одну из плоскостей пласта в двух смежных или противоположных стенках шурфа.

На рис. I(в) пласт залегает наклонно, а линия его простирания совпадает с проекциями на горизонтальную плоскость Ю-З и С-В стенок шурфа. Угол падения пласта на рис I (в) определяется непосредственным замером в Ю—З или С-З стенках.

На рис. I(г) пласт залегает наклонно, а его простирание не совпадает ни с одной из стенок шурфа. Простирание пласта косое по отношению к азимуту стенок шурфа и в каждой из них мы наблюдаем видимое, а не истинное простирание и падение пласта. Это весьма часто встречаемый случай в практике полевых работ и определение элементов залегания плоскости пласта производится при помощи следующих простых по исполнению способов.

*Способ первый.* На листке бумаги с нанесенной координатной сеткой (рис.2) из произвольной точки В откладываем два отрезка ВА и ВВ азимуты которых соответствуют азимутам направления стенок шурфа  $\beta_1$  и  $\beta_2$ .

На линии ВА откладываем в условном масштабе отрезок  $VA_1$ , равный

$\text{tg } \alpha_1$ , и на линии ВВ - отрезок ВВ<sub>1</sub>, разный  $\text{tg } \alpha_2$ . В нашем примере  $\alpha_1$ , и  $\alpha_2$ , это углы видимого падения (наклона) пласта в плоскостях двух смежных стенок шурфа.

В точках А<sub>1</sub> и В<sub>1</sub> опускаем перпендикуляры на линии азимутов направлений стенок шурфа, на пересечении которых получаем точку Г. Соединив точку В с Г получаем линию истинного направления падения пласта с азимутом падения  $\beta$ , а отрезок ВГ будет отвечать тангенсу истинного угла падения.

*Способ второй.* Пусть, например, в шурфе (рис. 3) измерены числовые значения азимутов направления С-З и С-В стенок и соответственно видимые азимуты и углы падения пласта  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Пересечение пласта с горизонтальной плоскостью отражено в стенках шурфа в виде двух

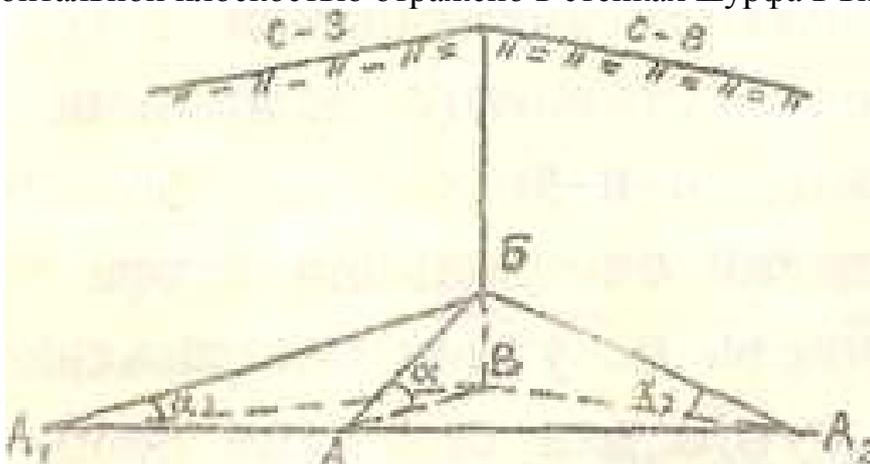


Рис. 3. схема взаимосвязи видимых азимутов и углов падения с истинным азимутом и углом падения

треугольников А<sub>1</sub>ВВ и А<sub>2</sub>ВВ, высоты, которых произвольны. Прямая соединяющая вершины треугольников А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub> и будет линией простирания.

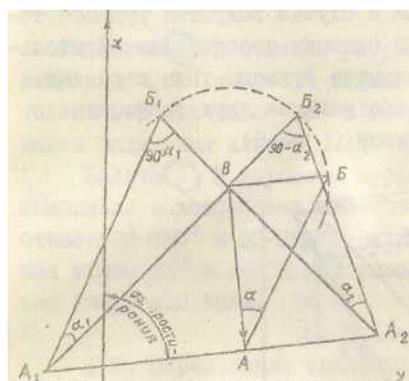


Рис. 4. Графический способ определения истинного угла и азимута падения пласта по замерам видимых углов падения.



Опущенный перпендикуляр из точки В на линию простирания явится линией падения АБ. Если провести проекцию линии падения на горизонтальную плоскость, то угол в треугольнике БАВ будет углом падения.

Точное определение пространственного положения пласта производится следующим образом. На листе бумаги с нанесенными осями координат (рис. 4) из условно выбранной точки В проводим линии стенок шурфа  $ВА_1$  и  $ВА_2$  согласно измеренным азимутам их ориентировки. Далее в точку В опускаем произвольной величины перпендикуляры на которых при помощи циркуля откладываем два равных между собой отрезка  $ВВ_1$ - и  $ВВ_2$ . В точках  $Б_1$  и  $Б_2$  откладываем соответственно углы  $90 - \alpha_1$  и  $90 - \alpha_2$ , проводим линии до пересечения с линиями проекций стенок шурфа и находим точки  $А_1$  и  $А_2$ . Прямая линия, соединяющая  $А_1$  и  $А_2$  и будет линией простирания пласта.

Перпендикуляр опущенный из точки В на линию простирания явится линией падения ВА, азимут который определяется транспортиром. Если на точку В опустить перпендикуляр ВБ, отрезок которого равен высоте катетов  $ВВ_1$  и  $ВВ_2$ , и соединить точку В с точкой пересечения линии падения и простирания А, то получим искомый треугольник с истинным углом падения при вершине А (рис.4). Величина истинного угла падения замеряется транспортиром.

Есть и другие способы определения элементов залегания пласта или иной плоскости вскрытой в стенках вертикальных горных выработок, однако данный способ характеризуется удовлетворительной точностью и для его выполнения необходим лишь транспортир,

Если угол падения пласта мал и возникают затруднения в его замере, то прибегают к определению пространственного положения пласта по данным трех точек (шурфов, скважин и др.). Если возникает необходимость проходить для этих целей специальные шурфы или скважины, то их следует закладывать по углам максимально равностороннего треугольника. В каждом шурфе или скважине необходимо определить абсолютные высотные отметки висячего или лежащего или висячего бока пласта.

*Способ третий.* Способ применим в случае вскрытия рудного тела с поверхности канавами и ниже по паданию прослеживающей штольной или штреком или же в случае вскрытия рудного тела штреками, или другими подземными горными выработками на двух горизонтах с различными гипсометрическими отметками (Рис. 5).

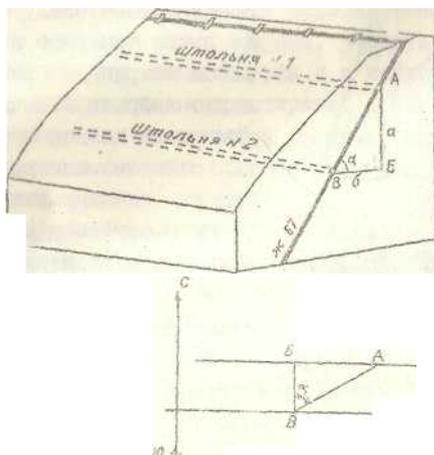


Рис. . 5. Блок-диаграмма,показывающая систему разведки жилы с поверхности глубин в штольнях №1 и №2.

Рис. 6. Проекция на горизонтальную плоскость штолен №1 и№2 на различных гипсометрических отметках

На рис. 6 сказано на маркшейдерском плане проекция на горизонтальную плоскость штолен № I и 2, прослеживающих жилу № 67 на различных гипсометрических уровнях (Рис. 5)

Из рис.6 видно, что пущенный перпендикуляр БВ представляет, собой проекцию на горизонтальную плоскость линии падения жилы, азимут которой можно определить на плане транспортиром. Угол падения жилы лежит при основании треугольника АВБ, высота которого равна разнице гипсометрических отметок штолен I и 2 (рис. 5). Построение этого треугольника показано на плане (рис. 6).

из рис. №5 и №6 также видно, что угол падения можно вычислить по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha}{\delta}$$

Задача №1. В заходке уступа карьера с азимутами простирания стенок СЗ-290° и СВ-40° видимое падение кровли медистых песчаников на Ю-З под углом 35° и на Ю-В под углом 20°. Определить элементы залегания пласта медистых песчаников.

Задача № 2. В глубоком шурфе, пройденном в скарпах, вскрыта кварцевая золотоносная жила мощностью 0,2м. Азимуты направления стенок СЗ-350° и ЮЗ-260°. Видимое падение жилы направлено на ЮЗ под углом 35° и на СВ под углом 50°. Определить элементы залегания кварцевой жилы.

## 1.2. Определение элементов залегания пласта по трём точкам

Способ определения пространственного положения плоскости пласта или рудного пласта по трём точкам широко используется при поисках, и разведке месторождений полезных ископаемых, но он применим при условии, что все три естественные или искусственные обнажения не находятся на одной прямой линии. Чем равностороннее вспомогательный треугольник (рис.9) на вершинах которого находятся точки наблюдения, тем точнее могут быть определены азимут и угол падения плоскости пласта. Тремя точками могут быть:

- три пересечения плоскости пласта горными или буровыми выработками;
- три выхода плоскости пласта в трёх естественных обнажениях;
- комбинированный вариант - плоскость пласта обнажена в трёх естественных и искусственных обнажениях.

Положение в пространстве плоскости пласта в естественных и искусственных обнажениях должно определяться координатами X, Y и Z .

Обоснованию к пример решения задачи.

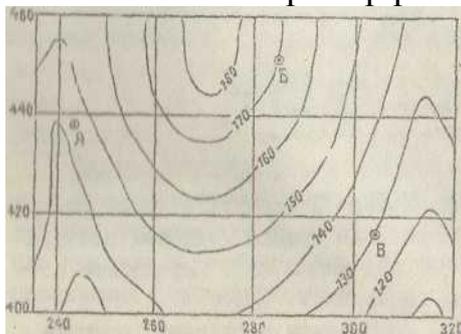


Рис. 7. План расположения буровых скважин

На плане поверхности (рис.7) показано расположение устьев трех скважин А, Б, В. На рис, 8 показана перспективная проекции поверхности, проекция на вертикальную плоскость пласта вскрытого скважинами в точках *a*, *б* и *в* и проекция пласта и точек его пересечения на горизонтальную плоскость *a*<sup>1</sup>, *б*<sup>1</sup> и *в*.

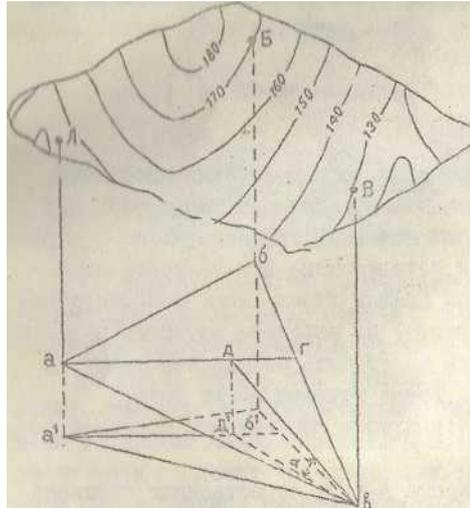
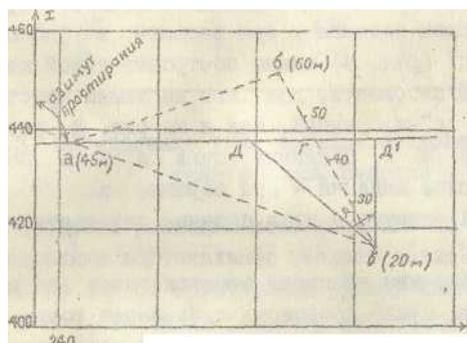


Рис 8. Схема расположения Пересечения пласта в проекции на вертикальную плоскость ( $a, b, v$ , и на горизонтальную ( $a', b', v$ ))

Из рис. 8 видно, что проекция пласта на горизонтальную плоскость  $a'$ ,  $b'$  в проходит через точку  $v$  и имеет одинаковую с ней гипсометрическую отметку. Точки  $a'$ ,  $b'$  и  $v$  представляют собой горизонтальные проекции устьев скважин А, Б и В и в тоже время являются проекциями точек пересечения плоскости напластования  $a$  и  $b$ .

Зная гипсометрические отметки устьев скважин  $Z_A, Z_B, Z_V$  и глубину скважин до плоскости напластования  $h_a, h_b, h_v$  по разности  $(Z_A - h_a), (Z_B - h_b), (Z_V - h_v)$  определяем абсолютные гипсометрические отметки плоскости напластования в точках её пересечения скважинами.

Отрезки  $a'-a$  и  $b'-b$  (рис. 8) равны соответственно превышению точек  $a$  и  $b$  над точкой  $v$ . Если соединим точки с максимальной  $b$  и минимальной  $v$  отметками прямой линией, то, по-видимому, на этой линии можно найти точку  $g$  с промежуточной гипсометрической отметкой, равной отметке точки  $a$ . Горизонтальная прямая линия  $a-g$ , лежащая в плоскости пласта и будет линией пристирания, а опущенный на неё из точка  $v$  перпендикуляр  $v-d$  будет линией падения.





*Рис. 9. Определение залегания пласта по трем разведочным пересечениям*

Если на горизонтальной плоскости показать проекцию линии падения  $v-d^1$  то в пространстве (рис. 8) в створе линии падения  $v-d$  образуется прямоугольный треугольник  $d-v-d^1$  с углом падения на плоскости напластования при вершине  $v$ . Катет  $d-d^1$  прямоугольного треугольника  $d^1-v-d$  равен отрезку  $a-a^1$  или относительному превышению точки  $a$  над  $v$ . Если вращать треугольник  $d^1-v-d$  влево или вправо вокруг оси катета  $d^1-v$ , то вершина  $d$  опишет в вертикальной плоскости, перпендикулярной к  $d^1-v$  дугу радиусом, равным разности отметок точек  $d$  и  $v$  (или  $a$  и  $v$ ). Если этот треугольник совместить с горизонтальной плоскостью, то катет  $d-d^1$  совместится с проекцией линии простирания.

Решение конкретной задачи следует производить следующим образом. По координатам нанести на план (рис. 9) проекции точек пересечения скважинами плоскости пласта, В приведенном примере они совпадают с проекциями устьев вертикальных скважин А, Б и В. Зная абсолютные отметки устьев скважин и глубину встречи скважинами плоскости пласта вычисляем абсолютные отметки точек  $a$ ,  $b$  и  $v$  и выписываем их на плане (рис. 9). В приведенном примере вычисленные абсолютные отметки точек  $a$ ,  $b$  и  $v$  равны соответственно 45, 60 и 20 метров. Соединив прямой линией  $b-v$  точки с наибольшей и с наименьшей  $v$  отметками, интерполяцией на этой прямой находим точку  $z$  с абсолютной отметкой равной отметке точки  $a$  – 45м. Прямая соединяющая точки  $a-v$  и будет линией простирания плоскости напластования.

Линию и азимут падения определяем опустив из точки  $v$  (рис. 9) перпендикуляр  $v-d^1$  на линию простирания  $a-z$ . В зависимости от пространственного расположения точек наблюдения для проведения перпендикуляра иногда возникает необходимость продлить линию простирания за пределы вспомогательного треугольника, как это показано на рис. 9.

На рис. 9 в створе линия падения проходит плоскость треугольника  $d^1-v-d$  с углом падениям при вершине  $v$ . Способом вращения вокруг оси  $v-d^1$  (рис, 9) можно достроить такой же треугольник в горизонтальной плоскости, для чего на линии простирания откладываем отрезок  $d^1-d$ , равный, как и на рис.8 разности между отметками точек  $a$  и  $b$ . Соединив точки  $d$  и  $v$  получим искомый треугольник с углом падения при вершине  $v$ .

Абсолютные значения азимута и угла падения плоскости пласта определяем транспортиром.

В зависимости от величины разности отметок точек  $a$  и  $v$  наиб линию падения можно проводить либо через точку  $v$ , либо через точку  $b$ . Если

разности очень малы, то угол падения рекомендуется определять по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Z_a - Z_b}{l},$$

где  $Z_a - Z_b$  - абсолютные отметки точек  $a$  и  $b$ ;

$l$  - длина проекции линии падения, измеренная в масштабе карты.

Есть и другие способы, определения пространственного положения пласта по трем точкам, подробная характеристика которых освещается в курсах структурной геологии, маркшейдерского дела и др.

Задача №3. Кровля пласта марганцевых руд вскрыта тремя скважинами (рис. 7), координаты и глубина скважин для двух вариантов задачи приведены в таблице 1.

Определить графически для одного из приведенных вариантов азимут и угол падения пласта:

Таблица 1

№ скважин	Глубина до кровли пласта	Координаты скважин		
		X	Y	Z
Вариант 1				
1	110	450	250	160
2	40	445	310	135
3	74	405	275	144
Вариант 2				
4	76	435	255	156
5	45	455	305	145
6	84	405	275	144

### 1.3. Определение угла падения геологического тела в косом разрезе

В процессе разведки месторождений по ряду объективных причин поперечные вертикальные геологические разрезы нередко ориентированы, не вкрест простиранию рудной залежи, а под некоторым острым углом. На таких разрезах угол падения рудного пласта всегда меньше истинного. Зная истинный угол падения для построения косого разреза возникает необходимость определять истинный угол падения.

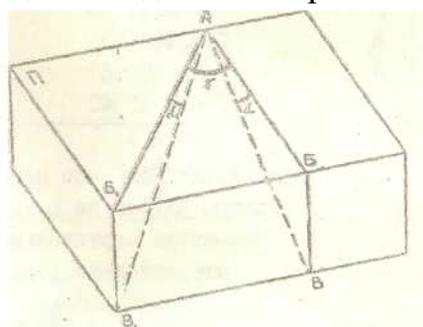




Рис. 10. Блок- диаграмма, иллюстрирующая зависимость истинного и видимого (в косом разрезе) углов падения.

На рис. 10 линия АБ представляет собой проекцию на поверхность (или на горизонтальную плоскость П) линии падения АВ. Перпендикулярная к линии падения прямая Б<sub>1</sub>Б является линией простирания, а угол  $\alpha$  это истинный угол падения.

Допустим, что линия косога разреза АБ<sub>1</sub> образует угол  $\gamma$  с направлением истинного падения, тогда искомый угол падения  $\alpha$  в плоскости косога разреза будет определён следующий образом;

В треугольнике БАБ<sub>1</sub> угол при вершине Б (в плоскости П) прямой, тогда

$$BA = BA_1 \cos \gamma$$

Из треугольника БАВ следует, что

$$BV = BA \operatorname{tg} \alpha$$

То ж следует я из треугольника Б<sub>1</sub>АВ<sub>1</sub>

$$B_1V_1 = BV = B_1A \operatorname{tg} \alpha$$

Следовательно;  $B_1A \operatorname{tg} \alpha_1 = BA \operatorname{tg} \alpha$  ;

Приравнивая значения БА:

$$B_1A \operatorname{tg} \alpha_1 = B_1A \operatorname{tg} \alpha \cos \gamma .$$

Откуда:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha \cos \gamma$$

Задача.№4. Определить угол падения пласта в косом разрезе по следующим данным (табл. 2):

Таблица №2

№ упражнения	Элементы залегания пласта	Угол( $\gamma$ °) между нормальным и косым разрезами
1	ЮЗ 230 60	30
2	ЮЗ 260 45	20
3	СЗ 310 50	45
4	СВ 80 70	40
5	СВ 45 30	45
6	СЗ 300 65	35
7	ЮВ 120 55	20
8	ЮВ 160 35	25

9	ЮЗ 200 65	40
10	СЗ 340 40	30

#### **1.4. Определение величины искажения угла падения рудного пласта на разрезе в случае изменения вертикального масштаба относительно горизонтального.**

Допустимо увеличение на разрезах вертикального масштаба относительно горизонтального только для горизонтального залегания пород. Для наклонного залегающих пород недопустимо отклонение на разрезе вертикального масштаба относительно горизонтального, так как это приводит к резко выраженному искажению угла падения пород.

Так, например, при увеличении вертикального масштаба разреза относительно горизонтального увеличивается и угол падения пород. Допустим, что гипотенуза треугольника *gabv* представляет собой геологическое тело с углом падения  $\alpha$  (рис.11). Если увеличить вертикальный масштаб в *n* раз, то его катетом станет прямая *bg* равная *nbv*. Из треугольника, *abv* следует, что  $bv = ab \operatorname{tg} \alpha$

Из треугольника, *abg* вытекает:  $nbv = ab \operatorname{tg} \alpha_1$

$$\text{или: } nbv = \frac{ab \operatorname{tg} \alpha_1}{n}$$

$$\text{или: } ab \operatorname{tg} \alpha = \frac{ab \operatorname{tg} \alpha_1}{n}$$

откуда

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = n \operatorname{tg} \alpha$$

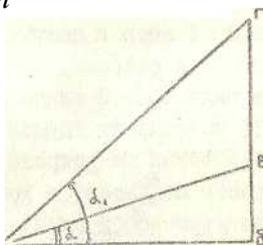


Рис.11. Влияние вертикального масштаба на искажение угла падения пород.

#### **1.5. Построение на геологоразведочном плане выхода рудоносного пласта**

На геологической карте с рачленённым рельефом ориентировка слоев наклонно залегающих пород не совпадает с их простираем. Выход пласта или иной геологической плоскости на поверхность и конфигурация рельефа находятся между собой в определенной взаимосвязи, что хорошо выражено на крупномасштабных геологических картах и планах, а при наличии



навыков картирования это можно видеть на контактной печати аэрофотоснимков и непосредственно в полевых условиях.

На рис. 12 показаны, на плане - (а) и на разрезе - (б) различные варианты выхода пласта на поверхность в зависимости от направления, величины угла падения и характера рельефа. Сечение горизонталей I метр и понижается рельеф с севера на юг. На приведенных плане и разрезе, случай I, изображено вертикальное падение пласта в виде прямой линии независимо от угла наклона рельефа. Случай II показывает горизонтальное положение пласта в виде горизонтальной линии на разрезе. На плане выход горизонтально залегающего пласта совпадает с конфигурацией горизонтали соответствующей гипсометрической отметки (в нашем случае с горизонталью 3 метра). Случаи III, IV, V, VI и VII изображают варианты, наклонного залегания пласта с направлением падения в сторону понижения рельефа, причем в вариантах III и IV угол падения пласта больше угла наклона рельефа, а в вариантах V, VI, VII - угол падения круче наклона рельефа. Из приведенных плана и разреза вытекает совершенно определенный вывод, что в случае падения пласта в сторону понижения рельефа, но больше, чем его поверхность, то всегда ярко проявленная выпуклость выхода пласта будет направлена на водоразделе вниз, а в логах и долинах рек вверх по рельефу (варианты III и IV). В случае же падения пласта в сторону понижения рельефа, но круче его наклона, выпуклость выхода пласта на поверхность будет направлена на водоразделе вверх, а в логах и в долинах рек вниз по рельефу (варианты V, VI и VII). Степень выпуклости выхода пласта при этом будет возрастать с уменьшением угла его падения и уменьшаться с увеличением крутизны. В случае падения пласта в направлении повышения рельефа, всегда слабо выраженная выпуклость выхода пласта на водоразделе будет обращена в сторону понижения рельефа, а в логах и в долинах рек в сторону повышения рельефа (варианты VIII, IX).

Ниже рассматриваются приемы, построения выхода пласта на поверхность с выдержанными (пример 1) и с изменяющимися элементами залегания (пример 2).

*Пример 1.* Через точку А (рис. 13) в которой выявлена подошва пласта золотоносных углисто-кремнистых сланцев с азимутом падения юг  $180^{\circ}$ . угол  $30^{\circ}$ , проводим линию простирания пласта БВ.

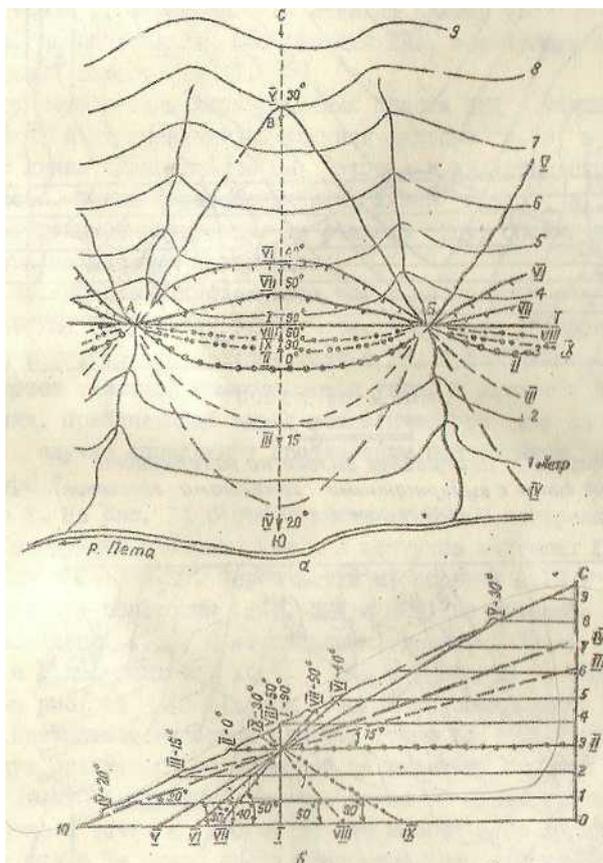


Рис. 12. Схема, иллюстрирующая различные случаи выхода пласта на поверхность (на плане 2а) и на разрезе «б») в зависимости от направления и величины угла падения рельефа (по М.Н. Петрусевичу) а, Б, В, - точки выхода пласта на поверхность.

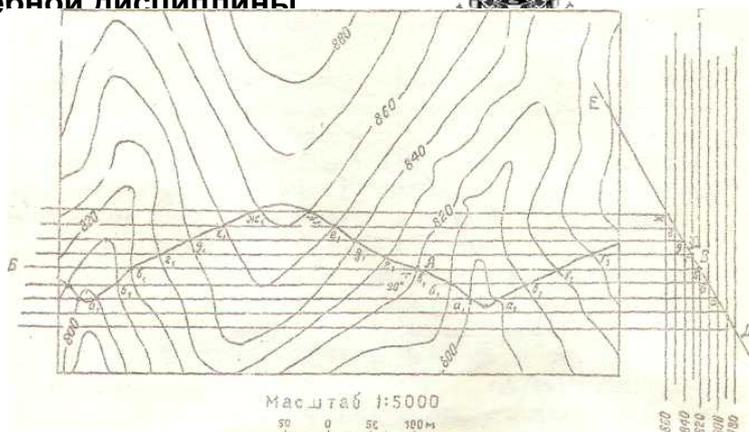


Рис. 13. построение выхода на поверхность пласта гипса с выдержанными элементами залегания, замеренными в точке А.

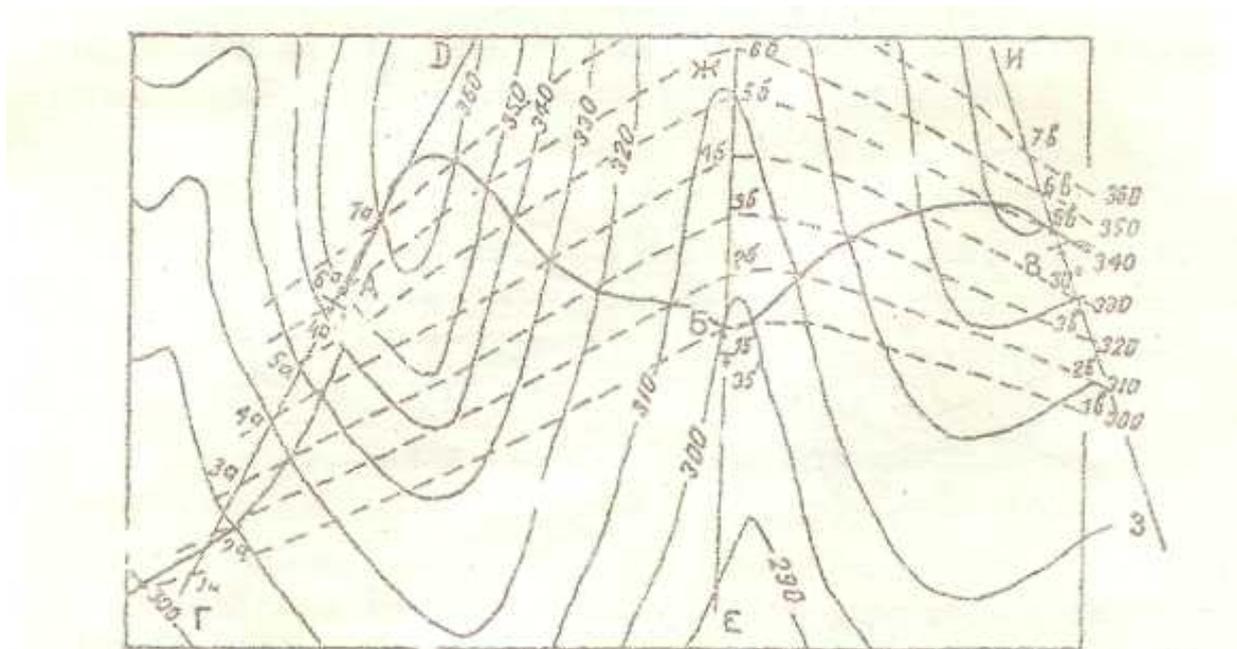


Рис.14. Схематическое построение выхода пласта по трем замерам элементов залегания в точках А, Б и В.

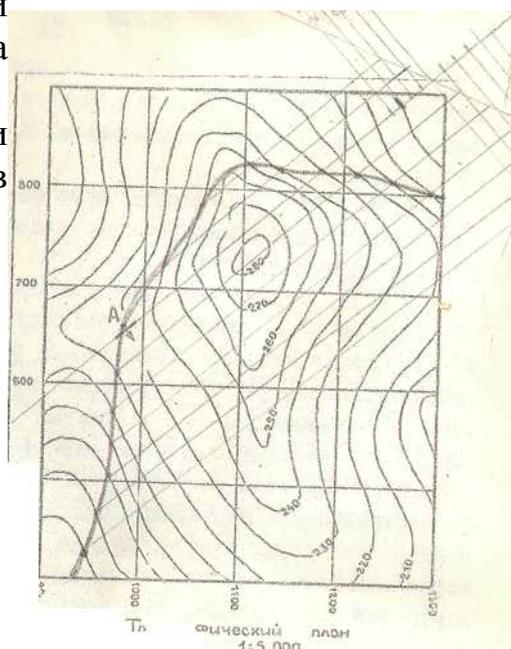
В произвольной точке В линии простирания восстанавливаем перпендикуляр В-Г. Справа и слева от перпендикуляра ВГ на расстоянии равном сечению, горизонталей в масштабе карты проводим линии параллельные ВГ.

Через точку В, в направлении падения пласта углисто-кремнистых сланцев, проводим линию его падения ЕВД, образующую с линией ВГ угол падения пласта ( $\gamma$ ).

С точек пересечения линии падения пласта ЕВД с линиями параллельными ВГ и отмеченными на рисунке буквами *а, б, в, д, е, ж* проводим линии параллельные БВ, которые и являются стратоизогипсами пласта. Точки пересечения этих линий *а<sub>1</sub>, б<sub>1</sub>, в<sub>1</sub>, г<sub>1</sub>* и т. д. с одноименными горизонталями рельефа будут обозначать линию выхода пласта на дневную поверхность.

Таким же способом определяется выход на поверхность плоскости тектонических нарушений, рудных тел, даек и т.д. Следует иметь в виду, что слои, пласты, рудные тела и др. в большинстве случаев характеризуются заметной изменчивостью углов и азимутов падения и простираения. Приближенный выход геологического тела на поверхность в этом случае определяют графическим построением, приведённом в примере 2.

*Пример 2.* На рис. 14 в трёх точках А, Б и В замерены соответственно следующие значения углов и азимутов падения: ЮЗ  $208^{\circ} \angle 40^{\circ}$ ; ЮГ  $180^{\circ} \angle 35^{\circ}$ , ЮВ  $160^{\circ} \angle 30^{\circ}$ . Через точки наблюдения А, Б и В проводим линии падения-восстания (ГАД, ЕБЖ и ЗВИ) на которых, начиная от точек наблюдения А, Б, В откладываем отрезки А-7а, А-5а..... Б-2б; Б-3б и т.д., равные  $htg \alpha$ , где  $h$  – сечения горизонталей (на рис. 14 - 10 м), а  $\alpha$  - угол падения пласта ( $40^{\circ}$ ;  $35^{\circ}$ ;  $30^{\circ}$ ). Вычисление высотных отметок точек 1а; 2а; 3а и т.д., которые будут отличаться между собой на величину сечения горизонталей, производим следующим образом: точка 7а будет иметь отметку, равную отметке в точке А (350 м) выхода пласта плюс 10 метров, т.е. 360 м; точка 5а будет иметь соответственно -отметку 350 м минус 10м, т.е. 340 м и т.д. Аналогично вычисляем отметки точек в линиях Е-Ж и З-И. Соединив плавными штриховыми линиями точки с одинаковыми отметками (1а – 1б – 1в; 2а – 2б – 2в и т.д.) получим изогипсы пласта, на пересечениях которых с горизонталями рельефа строим линию выхода, как это показано и в предыдущем примере.





*Рис. 15. Топографический план м-ба 1:5000*

Задача.6. В точке А (рис, 15) среди пестроцветных пород естественный выход медистых песчаников. Мощность пласта 12м, азимут падения ЮВ  $140^{\circ}$ , угол падения -  $25^{\circ}$ . Мощность элювиально - делювиальных отложений до 25м. Контакт рудоносного пласта сероцветных песчаников с вмещающими красноцветными чёткий.

Требуется:

1. Охарактеризовать особенности: геологического, строения месторождений медистых песчаников, закономерности их распространения и их значение для промышленности.
- 2, Составить проект проведения поисково-оценочных работ на на участке.

Ход решения:

1. Нанести на план (рис. 15) контуры пласта медистых песчаников
2. Проследить пласт медистых песчанике по простираию через 100м канавами.
3. Составить два поперечных вертикальных разреза в линиях через 200 м вкрест простираия рудоносного пласта.

4. Учитывая присущую месторождениям медистых песчаников полицикличность рудоносных пластов предусмотреть бурение 3-4 скважин оценки перспектив глубоких горизонтов.

5. Составить схему обработки керновых и бороздовых проб и программу анализов проб.

Задача №7. Показать в левобережье руч. Пета Ваковского месторождения выход на поверхность рудоносных пластов 1 и 2 принимая во внимание, что с северо-востока на юго-запад угол падения пластов увеличивается через каждые 200 м на  $2^{\circ}$ . Составить проект на проведения поисково-оценочных работ. Проектные выработки показать на плане и разрезе.

Задача№8. Условия задачи аналогичны задаче 7. Показать выход на поверхность и составить проект на проведение поисково-оценочных работ на рудных телах 3 и 4.

Задача №9. Условия задачи аналогичны задаче 7. Показать выход на поверхность и составить проект поисково-оценочных работ на рудных телах

5 и 6.

**1.6. Построение продольных проекций рудных тел.**

Геометризация системы разведки конкретной залежи, построение в изолиниях её морфологии, мощности, распределения полезного ископаемого и других показателей необходимых для правильного понимания, особенностей геологического строения и рационального решения задач по направлению разведочных работ; нагляднее всего интерпретируются на продольных проекциях рудных тел. Обобщение информации на продольной проекции исследуемого рудного тела характеризуется простотой исполнения, обеспечивает высокую точность изображения и удобно для разнообразных измерительных целей. Для обеспечения максимальной точности изображения данных, геометризацию рудного тела с углами падения  $45^\circ$  и круче следует проводить на продольной проекции рудного тела на вертикальной плоскости, при угле падения  $45^\circ$  и положе - на продольной проекции рудного тела на горизонтальную плоскость. Строится продольная проекция на основании данных геолого-разведочного плана и поперечных вертикальных разрезов.

РЛ-3. РЛ-4.5 РЛ- 7

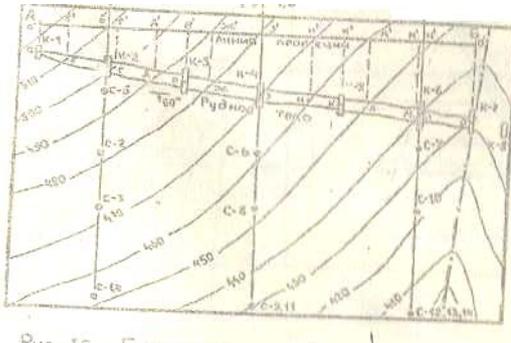


Рис. 16. Геологоразведочный план

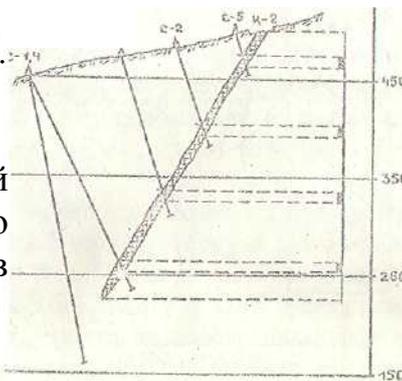
Построение продольной тела на вертикальную рекомендуется проводить в последовательности:

-на плане на

бока

Domarenko

16.

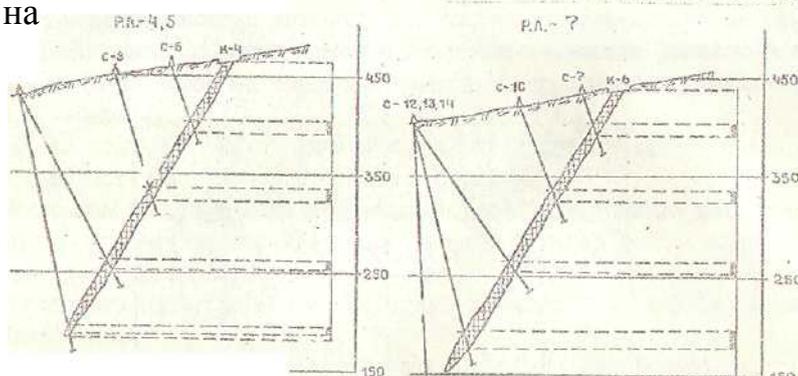


Геологоразведочный

проекции рудного плоскости следующей

геологоразведочном площади

прилегающей к рудному телу со стороны лежащего (которая, в





большинстве случаев

*РЛ-3*

*Рис.17. Геологические разрезы по РЛ – 3, 4.5, 7.*

характеризуется и минимальной нагрузкой информации) наносится линия плоскости проекции рудного тела (линия А-Г рис. 16), которая должна соответствовать его простиранию.

Если рудное тело характеризуется незначительной изменчивостью азимута простирания, то принимается среднее его значение. Длина отрезка А-Б на рис. 16 соответствует истинной длине рудного тела.

Проектируя ортогонально на плоскость проекции А-Б все точки пересечения осевой линии рудного тела с горизонталями рельефа (б-б<sup>1</sup>; г-г<sup>1</sup> д-д<sup>1</sup> и т.д.) и соединив их на проекции (рис. 18) получаем продольный профиль рельефа осевой линии рудного тела. Проектируя (также ортогонально) на плоскость проекции А-Б точки пересечения осевой линии рудного тела канавами (а-а<sup>1</sup>; вв<sup>1</sup>; е-е<sup>1</sup> и т.д.) и показав их на продольном профиле рельефа осевой линии рудного тела, получаем в целом продольную проекцию дневной поверхности рудного тела на вертикальную плоскость (рис. 18).

Показанные на разрезах (рис. 17) разведочные пересечения буровыми скважинами проектируются ортогонально на продольную проекцию рудного тела на вертикальную плоскость (рис. 18).

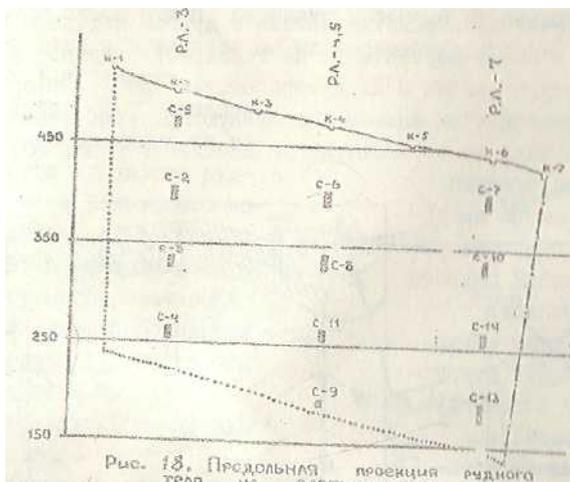


Рис. 18. Продольная проекция рудного тела на вертикальную плоскость.

При выполнении этой операции важно контролировать соответствие тахеометрических отметок точек входа и выхода скважин из рудного тела на разрезах в продольной проекции.

Нижний контур рудного тела на продольной проекции (рис. 18) проведён на глубине его вероятного выклинивания, подтверждённого бурением (рис. 17), верхний контур совпадает с выходом на дневную поверхность осевой плоскости рудного тела, западный – установлен в канаве №1, а на глубину проведен условно, восточный – вскрыт канавой №7, на глубину ограничен разрывным нарушением.

Если угол падения рудного тела положе  $45^\circ$  (рис. 19), то в качестве плоскости проекции разведочных пересечений, контуров и

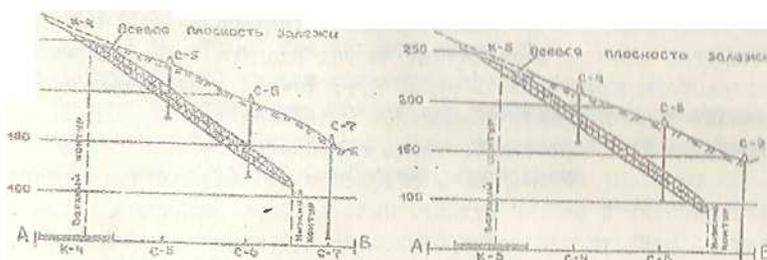


Рис.19. Разрезы по РЛ 6, 7

других данных принимают горизонтальную плоскость А-Б (рис. 19). Построение проекции заключается в ортогональном проектировании на

плоскость АВ точек пространства залежи и другой информации по каждому разрезу, а после перенесения на геологоразведочный план опорных точек контура залежи и их интерпретации получаем совмещенную с геологоразведочным планом продольную проекцию осевой плоскости рудного тела на горизонтальную плоскость (рис. 20).

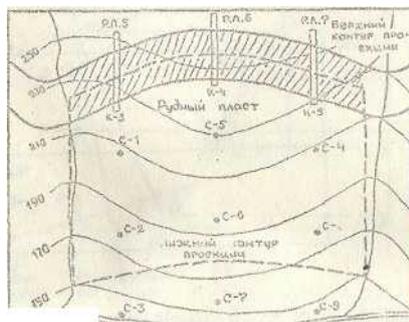


Рис.20. Геологоразведочный план

В случае отклонения от вертикали, проекция на поверхность соответствующих, разведочных пересечений рудного тела не будет совпадать с устьем скважин и в этом случае, во избежание излишней нагрузки на чертеже, не рекомендуется совмещать продольную проекцию залежи на горизонтально плоскость с геологоразведочным планом. После перенесения на геологоразведочный план проекции на поверхность контуров осевой плоскости разведочных пересечений можно приступить к интерпретации: интересующей нас информации, как, например, к оконтуриванию блоков подсчёта запасов, изображению в виде изогпс мощностей, содержаний и других показателей. На рис. 20 верхний контур продольной проекции залежи на горизонтальную плоскость проведен по выход на поверхность осевой плоскости рудного тела, нижний контур - по линии вероятного выклинивания залежи, интерполированной между пробуренными скважинами, западный и восточный контуры определены линейной экстраполяцией на половину расстояния разведочной сети.

Если угол падения в различных частях рудного тела обнаруживает контрастную изменчивость (рис. 21), то для получения метрических проекций с минимальным искажением целесообразно одну часть (АВВГ) рудного тела проектировать на вертикальную (Н), другую (ВГД) - на горизонтальную (L) плоскости. Дальнейшее построение проектных проекций частей рудного тела на вертикальную и горизонтальную плоскости следует производить по методике изложенной в этой главе выше. На рис. 21 буквами П<sub>Г</sub> и П<sub>В</sub> обозначены горизонтальная и вертикальная плоскости

проекций, на которых соответственно сверху и слева показана проекции разведочных; пересечений рудного тела буровыми скважинами. С нижней части плоскости ПГ, и справа от плоскости Пв показаны проекции по осевой линии частей рудного тела соответственно на горизонтальную (L) и вертикальную (H) плоскости.

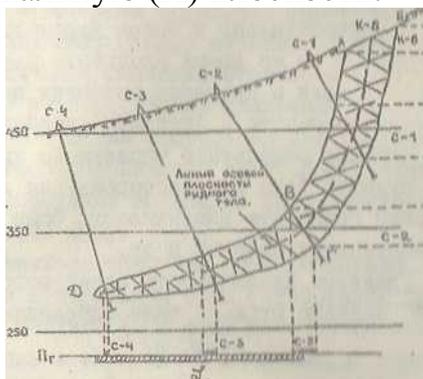


Рис. 21. Комбинированная проекция рудного тела на поперечном разрезе, крутопадающей его части на вертикальную (H), пологопадающей на горизонтальную (L) плоскости.

Задача №10. Составить продольную проекцию на вертикальную плоскость рудного тела 4 Ваковского месторождения золота (см. рис 23) с выносом всех разведочных пересечений и результатов опробования.

Задача №11. То же для рудного тела 5.

Задача 12. То же для рудного тела 6.

Задача №13. Составить продольную проекцию на вертикальную плоскость жилы 84 месторождения гюбнерита (рис. 27, 28, 29) с выносом всех разведочных пересечений и результатов опробований.

Задача №14. То же для жильного тела 85.

Задача №15. То же совмещенную проекцию на вертикальную плоскость для жильных тел 84 и 85.

Задача №16. Составить продольную проекцию на вертикальную плоскость жилы 32 месторождения гюбнерита с выносом всех разведочных пересечений и результатов опробования.

Задача №17. То же для жильного тела 35.

Задача №18. То же для жильного тела 47.

Задача №19. То же для жильного тела 12.

Задача №20. Составить продольную проекцию на горизонтальную плоскость жилы 30 гюбнеритового месторождения с выносом всех разведочных пересечений и результатов опробования.

### **1.7. Определение градиента изменчивости оценочных параметров**

Чем прихотливее изменчивость оценочных параметров месторождения, тем гуще должна быть сеть разведочных пересечений, что в свою очередь приводит к необходимости применения более достоверных, а следовательно



и более дорогостоящих технических средств разведка. В то же время плотность разведочных пересечений можно разредить, если в процессе разведки выявлены; хотя бы. в общих чертах закономерность и динамика изменчивости оценочных параметров.

Хорошие результаты, численного значения анизотропии конкретного рудного тела или месторождения в целом обеспечиваются определением градиента изменчивости мощности, содержаний, площадей горизонтальных сечений и др.

Градиент изменчивости отдельного признака, например, мощности и падению рудного тела определяется по формуле:

$$\Gamma = \frac{M_2 - M_1}{h} = \frac{M_p}{h}, \text{ где}$$

$\Gamma$  - градиент изменчивости;

$M_2$  и  $M_1$  - среднее значение мощности соответственно на нижнем и верхнем горизонтах;

$h$  - расстояние между горизонтами;

$M_p$  - разность между мощностями верхнего и нижнего горизонтов.

Если изменение мощности рудного тела на глубину или. по простиранию подчиняется линейному закону, то ожидаемая, мощность  $n$ -ого горизонта рудного тела, находящегося на расстоянии  $h$  от вскрытого  $M_1$ , будет:

$$M_H = M_1 \pm h\Gamma$$

Прогнозирование с помощью градиента изменчивости (в нашем примере мощности) осуществляется в следующей последовательности:

-вычисляем среднее значение мощности рудного тела для верхнего ( $M_1$ ) и нижнего ( $M_2$ ) горизонтов;

-из  $M_2$  вычитаем значение  $M_1$ , и находим величину  $M_p$ ;

-определяем градиент изменчивости мощности делением  $M_p$  на  $h$ ;

-прогнозируемую мощность  $M_H$  на более глубоком горизонте находим по формуле:

$$M_H = M_2 + h_2\Gamma, \text{ где}$$

$h_2$  – расстояние от  $M_2$  до  $M_H$ .