

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра общей геологии и геодинамики

**Структурная геология и геологическое картирование - часть 1**

Учебное пособие. Специальности: 020301(011100) - геология, 020302(011200) – геофизика, 020304(011400) – гидрогеология и инженерная геология, 130301(080100) - геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

ВОРОНЕЖ  
2005

Утверждено научно-методическим советом геологического факультета (18 ноября 2004 г., протокол № 3)

Авторы: Коваль С.А., Лукьянов В.Ф., Старухин А.А., Шишов В.В.

Учебное пособие подготовлено на кафедре общей геологии и геодинамики геологического факультета Воронежского государственного университета.

Рекомендуется для студентов дневного и заочного отделений геологического факультета ВГУ. В данном пособии содержатся указания по анализу топографической карты, геологических карт с горизонтальным и наклонным залеганием пород, методам определения элементов залегания, составлению геологических разрезов. Учебное пособие иллюстрируется рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ

I. ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА И ЕЕ АНАЛИЗ .....	4
2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ОПРЕДЕЛЕНИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ, ОФОРМЛЕНИЕ) .....	8
2.1. Геологические карты с горизонтальным залеганием слоев.....	9
2.2. Геологические карты с наклонным залеганием слоев...	12
2.2.1. Определение элементов залегания графически- ми методами .....	13
2.2.2. Определение глубины залегания слоев в задан- ной точке .....	20
2.2.3. Определение мощности слоев по геологической карте .....	20
2.2.4. Построение выходов наклонно залегающих слоев на карте с горизонталями (проложение слоев) .....	24
2.2.5. Построение геологических разрезов при на- клонном залегании слоев .....	25
<i>Приложение №1. Таблица искажений угла падения пла- стов при увеличении вертикального масштаба разреза.....</i>	28
<i>Приложение №2 . Номограмма для определения угла на- клона в косом разрезе.....</i>	29
<i>Приложение №3/ Условные обозначения для геохронологи- ческих подразделений.....</i>	30
<i>Приложение №4. Международная геохронологическая шкала .....</i>	31
ЛИТЕРАТУРА.....	34

## I. ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА И ЕЕ АНАЛИЗ

Основой геологической карты является топографическая карта, на которой с разной степенью детальности, зависящей от масштаба, изображен рельеф, гидрографическая сеть и другие данные.

На топографической карте рельеф чаще всего изображен с помощью горизонталей (изогипс), отсчет которых обычно ведется от уровня мирового океана, высотные отметки при этом называются абсолютными. Превышение смежных горизонталей называется высотой сечения или сечением горизонталей. Чем меньше сечение горизонталей, тем детальнее передается рельеф. При уменьшении масштаба сечение горизонталей увеличивают во избежание перегрузки карты. Для горной местности берется большее сечение горизонталей, чем для равнинной. Например, при масштабе 1:100 000 для равнинного рельефа сечение горизонталей принимается обычно через 10-20 м, для горного - через 50-100 м. Отметка горизонтали пишется в разрыве этой линии и на полях карты в месте пересечения горизонтали с рамкой карты. Кратчайшее расстояние между смежными горизонталями на карте называется заложением. На крутых участках склонов горизонтали сближаются, на пологих - расходятся.

Каждая впадина склона обрисовывается изгибом горизонталей, обращенным выпуклостью в сторону более высоких горизонталей, каждый выступ склона или мыс - выпуклым изгибом в сторону более низких горизонталей. На дне долин нижние горизонтали, идущие вдоль подошвы обоих склонов, постепенно сближаются и в точке, где дно поднимается на их уровень, смыкаются между собой. Долины рек, овраги, балки, имеющие узкое дно, вырисовываются на карте в виде V-образных углов, вдающихся в сторону вышележащих горизонталей, причем они тем острее, чем уже и длиннее долины. У долин, имеющих широкое днище, горизонтали замыкаются более плавно.

Изолированные возвышенности и впадины обрисовываются концентрическими замкнутыми горизонталями, передающими в плане их очертания, причем выпуклые формы легко отличают от вогнутых как по цифровым обозначениям, так и по косвенным признакам (изгибы горизонталей, общая тенденция рельефа к подъему или понижению).

При построении геологического разреза прежде всего составляется для заданного направления (линии) топографический профиль земной поверхности и на него наносятся геологические данные.

Топографические профили могут составляться и самостоятельно - для облегчения анализа характера рельефа вдоль определенных направлений. По топографической карте можно вычертить профиль земной поверхности вдоль любой заданной линии, приняв за основание разреза ту или иную абсолютную высоту (кратную сечению горизонталей), обязательно меньшую, чем самая низкая отметка рельефа по линии профиля. Для большей наглядности профиля к мелкомасштабным картам можно увеличить вертикальный масштаб (рис.1). Профиль задается, как правило, от одной рамки карты до другой, пересекая минимальные и максимальные высотные отметки. При этом на профиле слева должны быть западные направления (запад, северо-запад, юго-запад), а справа - вос-

точные (восток, северо-восток, юго-восток). При ориентировке же профиля север-юг слева располагается юг, справа - север. Профиль имеет шкалы вертикального масштаба с делениями через 1,0 см (на обоих концах профиля) и буквенные обозначения, привязывающие его к карте.

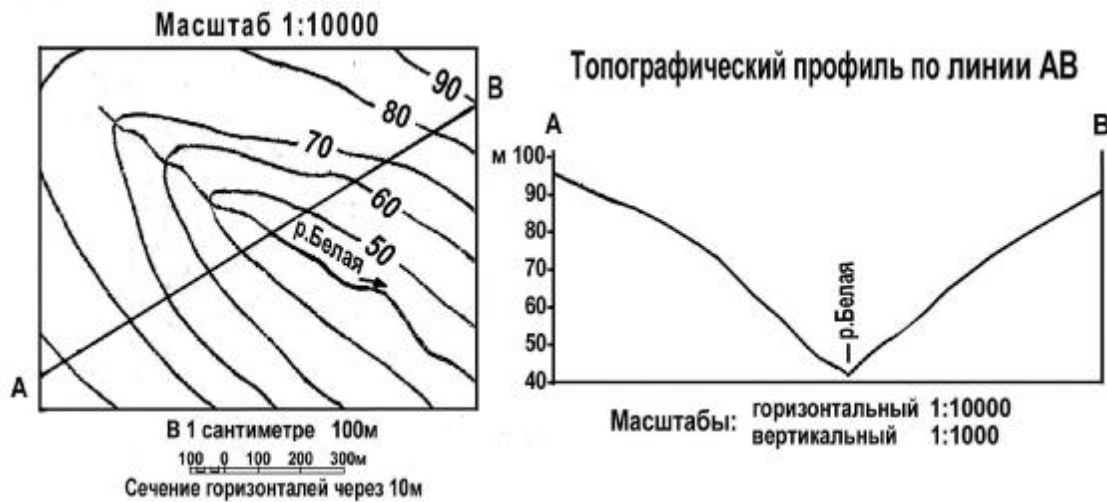


Рис. 1

Географические ориентиры (реки, озера, населенные пункты, вершины гор), через которые проходит линия профиля, указываются сносками над профилем и сопровождаются названиями ориентиров (рис.1). В этом случае, если на карте русло реки представлено тонкой линией, на разрезе оно изображается вне масштаба V-образным углублением (примерно  $1 \times 1,5$  мм), середина которого соответствует точке пересечения линии профиля и русла реки. Всегда положение V-образного углубления ниже горизонтали, замыкающей в данном участке русло (см. профиль - рис.1).

При составлении профилей возможны случаи многократных пересечений его линией одной и той же горизонтали. Это не дает составителю права считать (и изображать на профиле) рельеф плоским. Необходимо проанализировать положение линии профиля в промежуточных участках между пересечениями с одноименной горизонталью (рис.2). Таким образом, на профиле

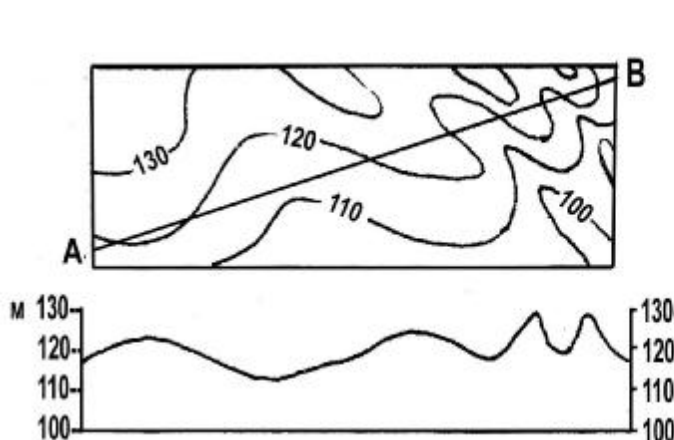


Рис.2

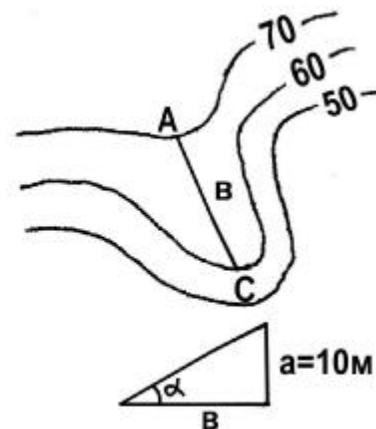


Рис.3

должна быть не прямая, а волнистая линия, которая колеблется между двумя (выше- и нижележащими) отметками соседних горизонталей, не достигая их.

Топографический профиль, изображая рельеф участка по заданной линии, позволяет в любой его части определить наклон склона по отношению к горизонтальной поверхности (только по направлению этой линии и если горизонтальный и вертикальный масштабы одинаковы). Подобные определения можно сделать и по топографической карте с помощью масштаба покатостей (заложений). Покатость склона или градиент уклона измеряется отношением вертикального расстояния между горизонталями (сечение горизонталей) к их расстоянию на карте (горизонтальная проекция склона - рис.3). То и другое берется в одинаковых единицах (обычно в метрах) в масштабе карты.

Сечение горизонталей (а) представляет собой катет прямоугольного треугольника, противолежащий углу ( $\alpha$ ), а расстояние между горизонталями на карте (в) есть катет, прилежащий к этому углу. Зная сечение горизонталей и масштаб карты, можно вычислить угол для участка АС на карте ( $\text{ctg } \alpha = b:a$ ).

Для того, чтобы определить угол склона в любом участке данной карты без подсчетов для каждой линии, составляют масштаб покатостей (заложений). На листе бумаги проводят вертикальную линию, которая пересекается системой равноотстоящих горизонтальных линий. Слева от вертикальной линии против горизонтальных пишутся углы (обычно от  $0^\circ$  до  $45^\circ$ , реже до  $60^\circ$  и больше), а справа от нее откладываются на соответствующих горизонтальных линиях в масштабе карты отрезки, равные расстояниям между горизонталями на карте (в) для соответствующего угла при данном сечении горизонталей. Например, при сечении горизонталей  $a = 10$  м и масштабе карты 1:100 000 для  $\alpha = 1^\circ$ , отрезок  $b = 10 \cdot \text{Ctg } 1^\circ = 10 \cdot 57,29 = 572,9$  м; в масштабе карты это будет 0,5729 см или 5,73 мм, т.е. при  $\alpha = 1^\circ$   $b = 5,73$  мм. Эта величина откладывается на горизонтальной линии против значения  $1^\circ$ . До  $5^\circ$  откладываются подряд значения каждого градуса, после  $5^\circ$  до  $20^\circ$  можно брать интервал через  $5^\circ$ , а затем - через  $10^\circ$ , потому что в последнем случае изменение значений котангенсов невелико. Концы отрезков, соответствующих значениям "в" при данных " $\alpha$ ", соединяются плавной кривой.

Определения по масштабу заложений делаются следующим образом: расстановкой циркуля (или измерителя) замеряют расстояние между горизонталями на карте, а затем на масштабе заложений подбирают соответствующее значение "в", по которому определяют число градусов уклона при данном значении "в".

Упражнение по топографической карте может быть дано по картам №№ 1,2,3 из атласа карт Е.В.Милановского или любой заранее подготовленной топографической карте.

Задание заключается в следующем:

1. На основе анализа гидрографической сети и с учетом сечения горизонталей, дать значения последних. Рекомендуются не использовать нулевую и отрицательные отметки.

2. Составить топографический профиль по линии, проведенной через участок, наиболее полно отражающий характер рельефа.

Горизонтальный масштаб профиля равен масштабу карты, вертикальный

же масштаб может быть увеличен.

3. Составить масштаб заложений к данной карте и, используя его, выполнить замеры крутизны склонов на различных участках. Участки на карте обозначить буквами. Результаты замеров свести в таблицу (рис.4).

4. Составить условные обозначения к топографической карте, в которых указать горизонтالي, реки и направление их течения, линию разреза и др.

Все графические материалы монтируются на один лист по образцу, указанному на рис.4.

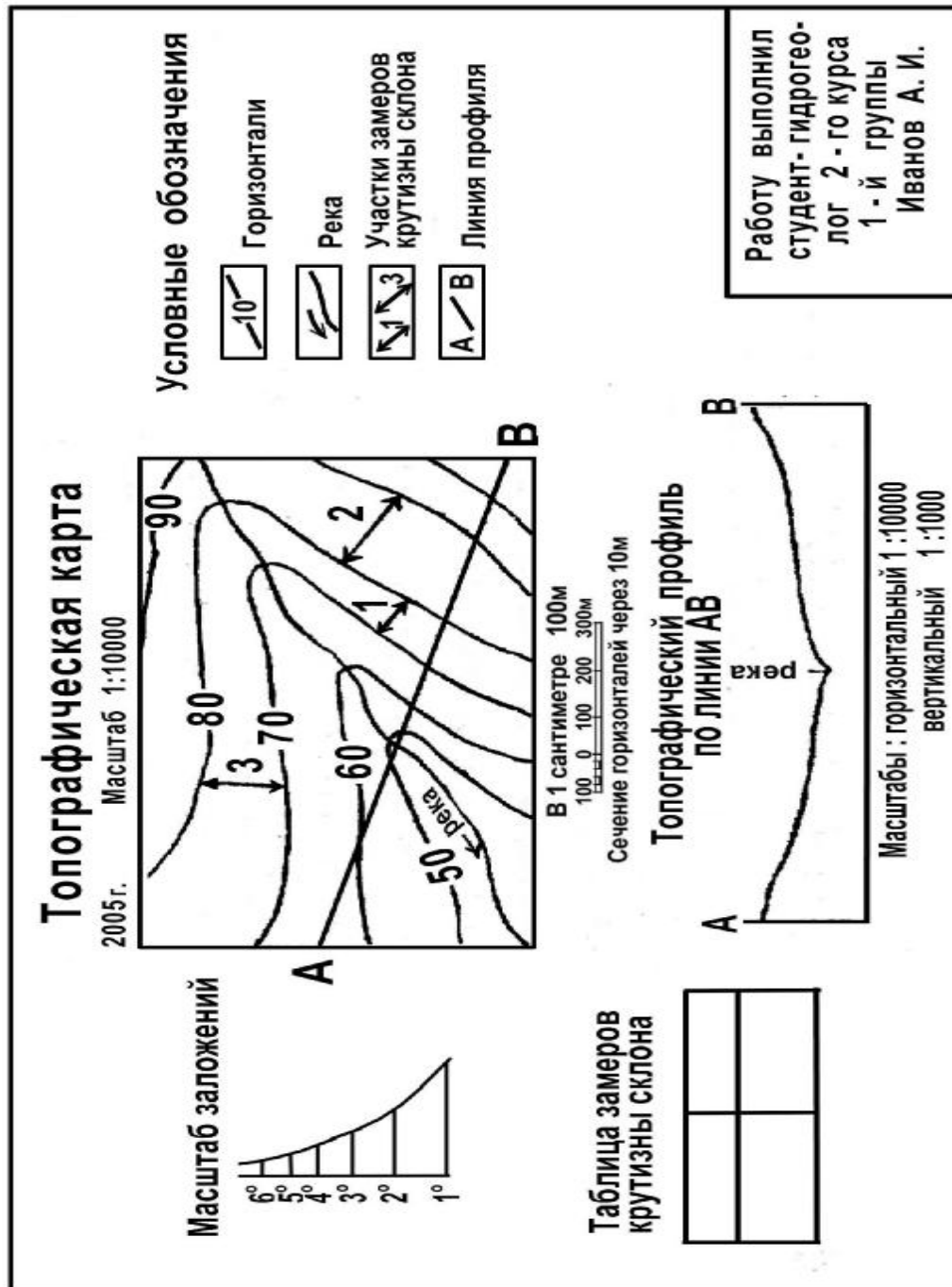


Рис.4.

## 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ОПРЕДЕЛЕНИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ, ОФОРМЛЕНИЕ)

Геологические карты представляют собой изображение на топографической карте с помощью условных знаков распространения и условий залегания горных пород, разделенных по возрасту, составу и происхождению. Они дают возможность составить представление о строении не только поверхности, но и на глубину, поэтому каждая геологическая карта обязательно сопровождается геологическим разрезом. Возрастные и структурные взаимоотношения развитых в районе стратифицированных пород (в том числе не обнажающихся на дневной поверхности и вскрытых скважинами или горными выработками) и их состав указываются в стратиграфических колонках (рис.5). В горизонтальном направлении колонка делится на три основные части.

1. Хронологическая, в которой указывается возраст пород (система, отдел, ярус) и индексы самого дробного стратиграфического подразделения - эта часть располагается слева от колонки; ширина вертикальных столбцов, указывающих возраст и индекс, 8-9мм.

2. Собственно колонка (ширина 30 мм), на которой условной штриховкой обозначается состав осадочных, вулканогенных и метаморфических пород, известных на территории района, изображенного на карте. При этом должны быть показаны отложения как обнажающиеся на поверхности земли, так и вскрытые скважинами и другими горными выработками, а также установленные геофизическими методами.

Масштаб для изображения мощностей выбирается такой, чтобы длина колонки примерно соответствовала длине вертикальной рамки карты, но не более 45 см. Если из-за большой мощности одного или нескольких стратиграфических подразделений длина стратиграфической колонки резко увеличивается, то в колонке для этих подразделений разрешается делать пропуск ("разрыв") внутри литологически однородных слоев. Эти "разрывы" в колонке показываются двойной (с расстоянием 1,0 мм) волнистой линией, ограничивающей рисунок литологического состава (рис.5). Структурные взаимоотношения отложений в стратиграфической колонке показываются различными условными знаками: прямой линией - согласное залегание, волнистой - параллельное несогласие, пилообразной - структурное несогласие (рис.5). Породы в колонке наносятся в возрастном порядке: сверху - молодые, чем ниже - тем древнее. Четвертичные отложения в колонке не показываются. Для районов широкого распространения четвертичных отложений дается отдельная схема их соотношений.

3. Справа от колонки литологического состава указываются данные о мощности выделенных стратиграфических подразделений в метрах (ширина графы мощностей 9 мм) и графа "Характеристика пород", где дается краткое описание пород с указанием остатков важнейшей фауны, флоры и наличие полезных ископаемых. Ширина последней графы зависит от объема текста.

Нижняя часть колонки ограничивается сплошной черной линией.

Справа от карты помещаются условные обозначения. Знаки располагаются в следующем порядке (сверху вниз):



а) стратиграфические подразделения (в том числе вулканогенные и метаморфогенные образования), начиная с более молодых;



Рис.5

- б) обозначения интрузивных пород, также начиная с более молодых;
- в) знаки маркирующих горизонтов, контактовых и других измененных горных пород;
- г) знак, показывающий форму залегания пород и все прочие обозначения, изображенные на карте условными знаками.

Все графические материалы монтируются на один лист по образцу, приведенному на рис.6.

С помощью геологических карт могут быть сделаны выводы о строении и развитии земной коры и закономерностях размещения полезных ископаемых. Последнее, в свою очередь, позволяет более целенаправленно вести поисковые работы.

## 2.1. Геологические карты с горизонтальным залеганием слоев

Ненарушенное горизонтальное залегание слоев легко определяется по геологической карте, на которой рельеф показан горизонталями. Основные признаки такого залегания:

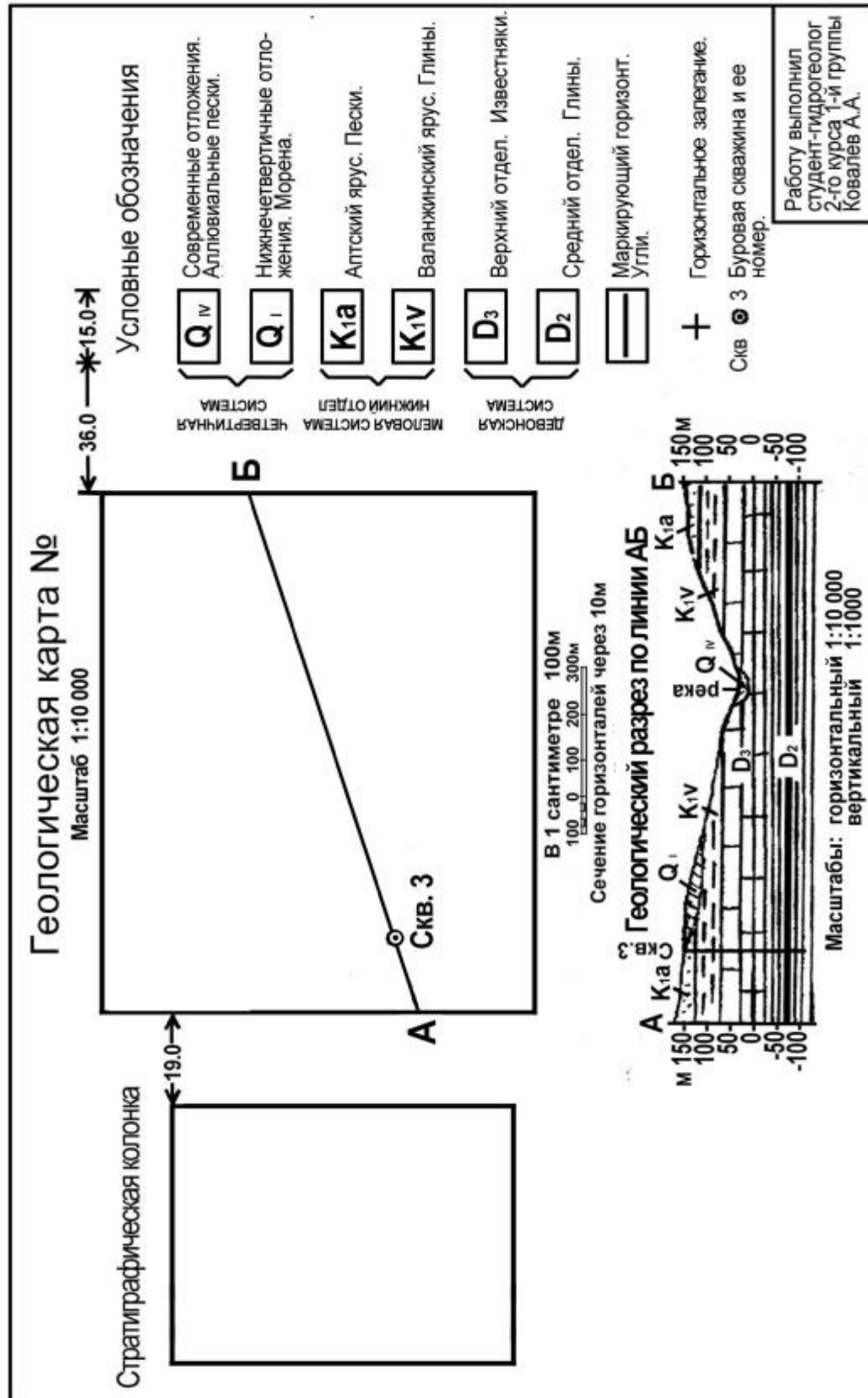


Рис.6

а) границы между слоями на карте повторяют очертания основных элементов рельефа (т.е. очертание горизонталей), а иногда совпадают с горизонталями;

б) абсолютные высотные отметки одной и той же поверхности напластования одинаковы в пределах всего района;

в) в основании разреза лежат наиболее древние слои, каждый вышележащий слой моложе того, который он перекрывает; таким образом, на возвышенностях располагаются более молодые слои, чем в пониженных участках рельефа.

Все эти особенности относятся к коренным породам.

При горизонтальном залегании направление разреза задается так, чтобы пересекались самые высокие и низкие отметки рельефа, а тем самым максимально возможное количество слоев для данного участка. При наличии скважин линии разрезов целесообразно проводить через них.

Обычно линии разрезов прямые и пересекают геологическую карту от рамки до рамки, но при необходимости они могут быть и ломаными. В последнем случае на изгибах разрезов подписываются буквы. На концах линии разреза также ставятся буквенные обозначения. Горизонтальный масштаб разреза берется равным масштабу карты, вертикальный масштаб при горизонтальном залегании пород выбирается в зависимости от мощностей изображенных на разрезе слоев. Самый маломощный слой или стратиграфический горизонт должен иметь на разрезе ширину не менее 1 мм. Пример: на карте масштаба 1:100 000 показаны отложения, в которых наименьшая мощность отдельных слоев достигает 10 м, так как 10 м должно на разрезе соответствовать 1 мм, то приравняем 10 м к 1 мм или 10 000 мм к 1 мм и получаем знаменатель вертикального масштаба 10 000. Таким образом, вертикальный масштаб увеличивается по сравнению с масштабом карты (горизонтальным) в 10 раз.

После выбора вертикального масштаба составляется топографический профиль по заданной линии с увеличенным вертикальным масштабом и на него переносятся точки пересечения геологических границ с заданной линией (правильность их положения для горизонтально лежащих слоев контролируется высотными отметками). Шкалы высот должны быть не меньше, чем суммарная мощность отложений, показанных на разрезе.

К географическим ориентирам могут быть добавлены горные выработки (скважины, шурфы и др.), через которые проходит линия разреза, их нумерация дается в сносках выше линии топографического профиля. Геологические границы показываются тонкими линиями.

Стратиграфические подразделения на геологических разрезах раскрашиваются и индексируются в строгом соответствии с геологической картой.

Если линия разреза пересекает речную долину, имеющую аллювиальные отложения, мощность которых неизвестна, то глубина вреза долины в коренные породы дается вне масштаба в виде V-образного углубления (рис.6).

Упражнение по карте с горизонтальным залеганием слоев дается по карте № 5 из атласа карт Е.В.Милановского. При выполнении его следует руководствоваться "Программой и методическими указаниями к лабораторным заня-

тиям по структурной геологии и геологическому картированию".

## 2.2. Геологические карты с наклонным залеганием слоев

Нарушения первичных (горизонтальных) форм залегания пород, связанные с тектоническими движениями, могут привести к возникновению наклона слоев в одном направлении на больших территориях. Такая форма залегания называется моноклиальной.

Главным признаком наклонного залегания слоев на геологических картах является пересечение геологических границ с горизонталями рельефа дневной поверхности, поскольку одна и та же поверхность слоя в разных участках местности при наклонном залегании находится на разных абсолютных отметках.

В случае отсутствия на карте горизонталей признаком наклонного залегания слоев являются изгибы их выходов в долинах и на водоразделах (пластовые фигуры – треугольники и другие). В редких случаях, когда наклонные слои выходят на горизонтальную дневную поверхность, их геологические границы на картах имеют вид прямых линий. При этом слои наклонены в сторону более молодых отложений.

Положение наклонного слоя (или серии слоев) в пространстве относительно стран света и горизонтальной поверхности определяется элементами залегания: простиранием, падением и углом падения слоев.

Простирание слоя определяется ориентировкой линии простирания относительно меридиана, т.е. азимутом простирания слоя.

Линия простирания - это любая горизонтальная линия, лежащая в плоскости напластования, т.е. линия пересечения подошвы или кровли слоя с горизонтальной плоскостью (аб,  $a_1b_1$  на рис.7).

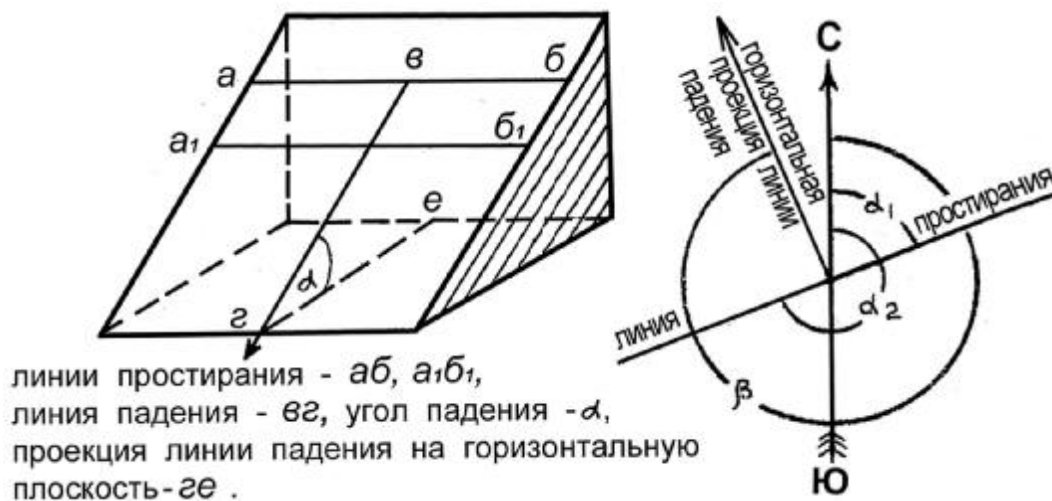


Рис. 7

Азимут линии простирания (азимут простирания) отсчитывается по ходу часовой стрелки от северного направления географического меридиана до ли-

нии простирания и может меняться от 0 до 360°. Так как любая линия простирания имеет два взаимно противоположных направления, то и азимут простирания может быть выражен двумя значениями, отличающимися на 180° ( $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  на рис.7).

Падение слоя определяется двумя показателями: направлением падения и углом падения.

Направление падения слоя определяется азимутом линии падения.

Линия падения - это линия, перпендикулярная к линии простирания, лежащая в плоскости наложения и направленная в сторону наклона слоя (вг). Линия падения указывает направление максимального ("истинного") наклона слоя.

Азимут линии падения (азимут падения) представляет собой угол между направлением на север и направлением падения, измеряемый в горизонтальной плоскости по ходу часовой стрелки ( $b$  на рис.7). Он может меняться в пределах от 0 до 360°, но в отличие от линии простирания имеет только одно значение.

Другая линия, лежащая также в плоскости наложения и перпендикулярная к линии простирания, но направленная в сторону обратную линии падения (т.е. вверх по слою), называется линией восстания.

Угол падения - угол между линией падения (вг) и ее проекцией (ге) на горизонтальную плоскость (угол  $\alpha$  на рис.7). Угол падения изменяется от 0 до 90°. При опрокинутом залегании он измеряется в тех же пределах, т.е. от 0 до 90°, однако на карте ставится особый условный знак – опрокинутое залегание.

"Видимым" падением поверхности напластования называют падение ее по любому направлению, не совпадающему с истинным падением. Угол, образованный линией видимого падения с горизонтальной плоскостью, называется видимым углом падения, он всегда меньше истинного.

Элементы залегания могут быть определены как с помощью горного компаса, так и графическими методами. При этом полученные результаты записываются следующим образом: Аз.прост. СВ 10; аз.пад. ЮВ 100  $\angle$  32.

### 2.2.1. Определение элементов залегания графическими методами

Наиболее часто в практике используются следующие графические методы определения элементов залегания: по трем точкам поверхности напластования, не лежащим на одной прямой; по выходу пласта на геологической карте с горизонталями; по двум видимым углам падения в направлениях, азимуты которых известны; по "перекрытым" разрезам.

#### Определение элементов залегания по трем точкам поверхности напластования, не лежащим на одной прямой

Данный способ используется обычно в тех случаях, когда, например, имеется 3 отдельных обнажения горных пород, в которых наблюдается один и тот же слой, либо он вскрыт на глубине 3 скважинами (при этом абсолютные от-

метки кровли (или подошвы) слоя в указанных точках известны).

Рассмотрим наиболее общий случай, когда все три точки (А,В,С) расположены на разной высоте (метод пропорциональных отрезков – рис.8).

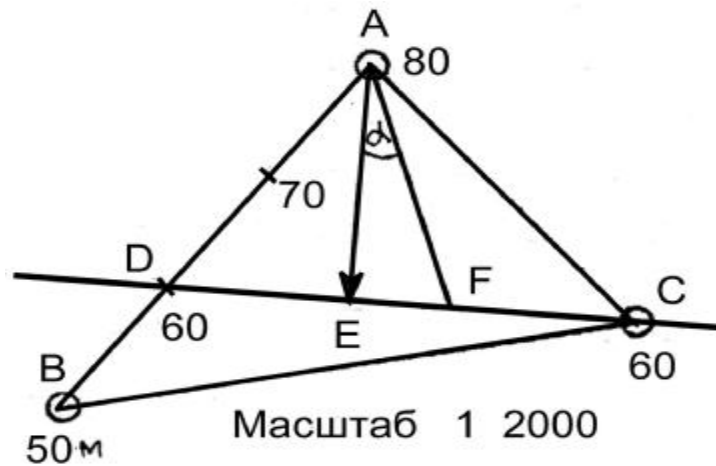


Рис.8

При определении элементов залегания по трем точкам мы делаем допущение, что поверхность напластования представляет собой плоскость. Исходим из того обстоятельства, что между максимальной и минимальной отметками всегда имеются промежуточные. Поэтому, соединив между собой точки поверхности пласта (А и В), имеющие максимальную и минимальную отметки, разделим эту прямую на равные отрезки, количество которых равно разнице между максимальной и минимальной отметками, деленной на величину сечения горизонталей данной карты (рис.8). Таким образом, мы находим на этой прямой местоположение проекции точки (Д) поверхности пласта с отметкой, равной отметке в точке С (в данном случае 60 м). Соединив эти точки, получим линию простирания (СД). Опустив на нее перпендикуляр из точки А, получим проекцию линии падения (АЕ). От основания этого перпендикуляра (точка Е) вдоль линии простирания (в любую сторону) отложим отрезок (ЕF), равный в масштабе карты разнице абсолютных отметок точки А (80 м) и линии простирания СД (60 м) - в данном случае она равна 20 метрам. Соединим точку F с точкой А и получим угол падения FAE ( $\alpha$ ). Далее можно провести из точки А меридиан, а затем с помощью транспортира определить азимуты падения и простирания.

В частном случае, когда абсолютные отметки двух точек равны, определение элементов залегания данным способом упрощается, поскольку, соединив эти точки между собой, мы сразу получаем горизонтальную линию поверхности пласта, то есть линию его простирания. Все последующие операции аналогичны.

Таким же путем (методом пропорциональных отрезков) могут быть определены и элементы залегания слоев, не выходящих на дневную поверхность (например, вскрытых скважинами). Однако в этом случае чаще используется

другой метод - метод окружностей. Данный метод более удобен здесь потому, что абсолютные отметки поверхностей пласта в буровых скважинах, как правило, выражаются дробными числами, и при использовании метода пропорциональных отрезков в этом случае приходится пользоваться специальными палетками.

Определение элементов залегания методом окружностей проводится следующим образом. Допустим, имеется три скважины А, Б, В (рис.9) с абсолютными отметками кровли пласта соответственно а, б, в. Вокруг точек, обозначающих положение скважин, проводим окружности, радиусы которых равны абсолютным отметкам кровли в масштабе данной карты. Затем, проведя попарно к окружностям касательные до их пересечения, получим точки М и Н.

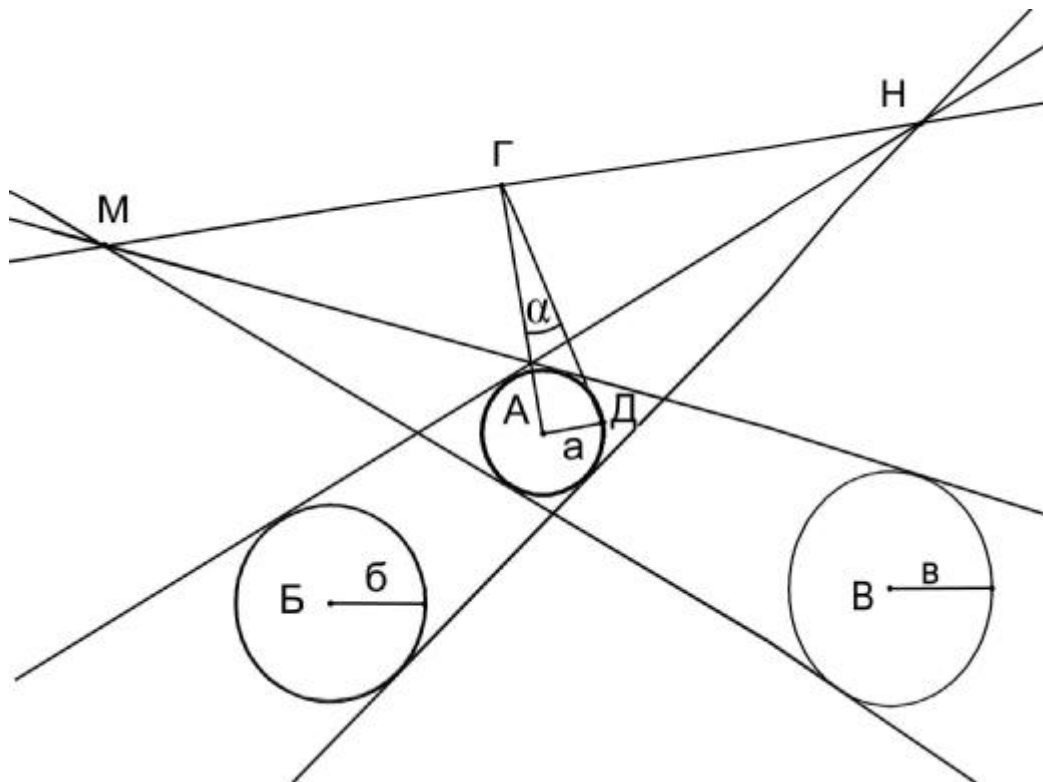


Рис. 9

Линия, проходящая через эти точки, с одной стороны, является горизонтальной линией с нулевой отметкой, а с другой стороны - принадлежит кровле пласта, то есть является линией простирания данной поверхности. Опустив перпендикуляр на линию МН (или ее продолжение) из центра любой окружности, получим проекцию линии падения (АГ). Затем восстановим перпендикуляр из центра этой же окружности к проекции линии падения до пересечения его с окружностью (в точке Д). Соединив точки Д и Г, получим угол падения кровли пласта - угол АГД ( $\alpha$ ). Далее определим при помощи транспортира азимуты простирания и падения, а также угол падения. Ниже даются индивидуальные задания для определения элементов залегания по трем точкам методом окружностей.

Пример I: Сква. 2 расположена в 250 м к ЮВ 130° от скв.1, скв.3 распо-

Вариант	Абсолютные отметки кровли пласта в м		
	Сква. 1	Сква. 2	Сква. 3
1	20	40	80
2	10	30	70
3	30	50	20
4	50	10	30
5	40	20	10
6	20	10	5

жена в 170 м к ЮЗ 200° от скв.1, масштаб плана 1:5000

Пример 2: Сква.2 расположена в 300 м к ЮВ 150° от скв.1, скв.3 расположена в 400 м к ЮЗ 230° от скв.1, масштаб плана 1:10 000.

Вариант	Абсолютные отметки кровли пласта в м		
	Сква. 1	Сква. 2	Сква. 3
1	70	90	60
2	80	60	25
3	90	80	40

Пример 3: Сква.2 расположена в 160 м к СЗ 320° от скв.1, скв.3 расположена в 100 м к СВ 45° от скв.1, масштаб плана 1:2000

Вариант	Абсолютные отметки кровли пласта в м		
	Сква. 1	Сква. 2	Сква. 3
1	200	100	50
2	180	60	30
3	160	80	20
4	150	50	26

#### Определение элементов залегания слоя по его выходу на карте с горизонталями

При наклонном залегании пород на геологической карте наблюдаются точки пересечения геологических границ с горизонталями. Чтобы определить элементы залегания, необходимо на карте провести проекции линии простира-



ния и линий падения, построить угол падения и измерить его величину и азимуты линий падения и простирания.

Для определения элементов залегания находим на карте с горизонталями (рис.10) две точки пересечения линии выхода кровли (или подошвы) слоя на поверхность с одной и той же горизонталью (А и В). Найденные точки соединяем прямой линией, которая будет являться линией простирания пласта; ее высотная отметка равна отметкам точек А и В (на рис.10 - это +90 м). Далее находим две новые точки пересечения линии выхода той же поверхности напластования со следующей (выше- или нижележащей) горизонталью и проводим другую линию простирания СД (с абсолютной отметкой 80 м). Затем перпендикулярно к линии простирания строится проекция линии падения (mn). Падение будет направлено от линии простирания с большей отметкой к линии простирания с меньшей отметкой. Построив линии простирания и падения, измеряем их азимуты ( $\alpha$  и  $\beta$ ). Угол падения определяется следующим образом. От основания проекции линии падения (точка m) вдоль линии простирания откладывается в масштабе карты разница между абсолютными отметками линий простирания АВ и СД (отрезок mК. на рис.10), затем, соединив точку К с точкой n, получаем угол падения (угол X на рис.10).

Следует иметь в виду, что вторую линию простирания можно и не проводить, а опустить перпендикуляр (проекция линии падения) к первой линии простирания из точки пересечения поверхности пласта с любой горизонталью. При этом для построения угла падения от основания линии падения вдоль линии простирания следует отложить отрезок, равный в масштабе карты разнице абсолютных отметок линии простирания и точки, из которой проводился перпендикуляр. Чем больше разница абсолютных отметок линии простирания и данной точки, тем точнее будет построение угла падения.

При определении элементов залегания слоев на геологической карте необходимо все построения выполнять по одной и той же поверхности напластования (по кровле или подошве - рис.11).

В частных ситуациях, когда в пределах геологической карты поверхность какого-то пласта не пересекается одной и той же горизонталью в двух местах, обычно используют метод пропорциональных отрезков



рис. 10

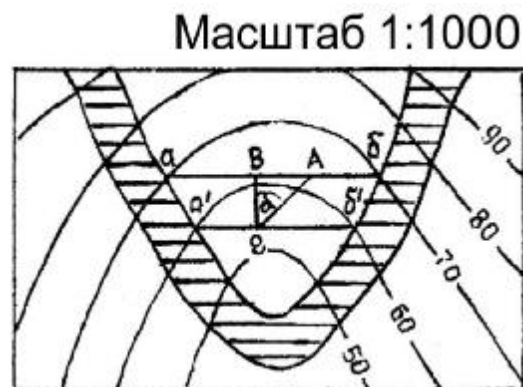


рис. 11

Определение истинных элементов залегания по двум видимым углам  
падения в направлениях, азимуты которых известны

Этот способ определения элементов залегания применяется в тех случаях, когда нельзя непосредственно замерить истинные элементы залегания. Это бывает при вскрытии пласта двумя вертикальными стенками шурфа, карьера, берегового обрыва и другими искусственными и естественными обнажениями. Рассмотрим этот метод по данным, изложенным в учебнике А.Е.Михайлова (1973 г., стр. 117-118).

В одной из стенок шурфа (рис.12), ориентированной по азимуту ЮВ 130°, вскрытый пласт имеет видимый угол падения 26° ( $\alpha_1$ ), в другой, ориентированной по азимуту ЮЗ 216°, та же самая плоскость напластования падает под углом 38° ( $\alpha_2$ ). Истинное падение пласта по двум видимым определяется при помощи графического построения, выполняемого на бумаге с помощью линейки, транспортира и циркуля. Мысленно рассечем стенки шурфа горизонтальной плоскостью (БОА) так, чтобы она пересекла пласт в обеих стенках. Если соединить точки пересечения пласта с горизонтальной плоскостью прямой, получим линию его простирания (АБ), перпендикуляр к линии простирания по падению пласта является линией падения пласта (ВГ). ВО - проекция линии падения. В результате этих построений получено три прямоугольных треугольника АГО, БГО, ВГО, которые имеют одну общую сторону (ГО).

Для определения азимутов линии простирания и падения мысленно повернем треугольники АГО, БГО, ВГО до горизонтального положения вокруг сторон, лежащих на горизонтальной плоскости, пересекающей стенки шурфа. Для этого проводим на чертеже (рис.13) линию меридиана СЮ, из точки О при помощи транспортира проводим два вектора ОБ и ОА, направление которых

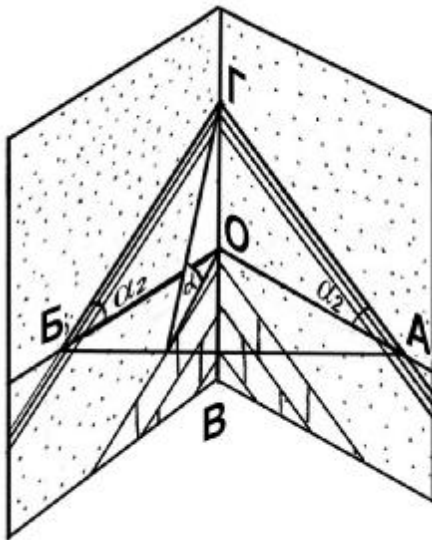


Рис. 12

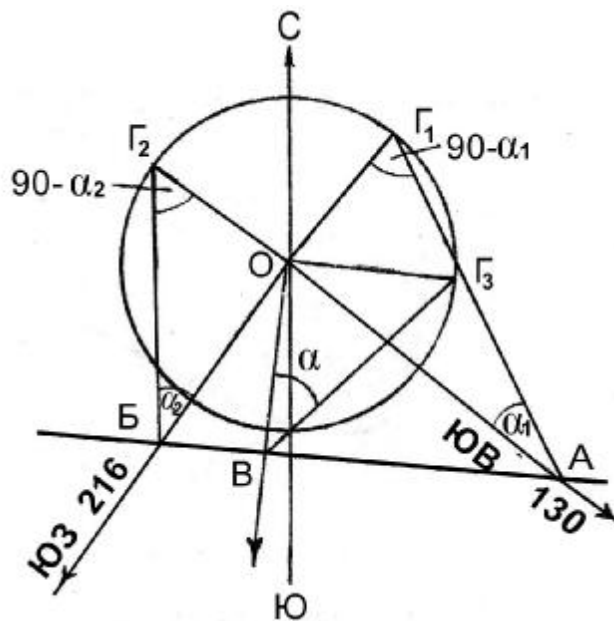


рис. 13

соответствует азимутам замеренных видимых падений. Так как сторона ГО общая для трех треугольников, для удобства построения проведем окружность произвольного радиуса с центром в точке 0. Из этой же точки 0 восстанавливаем перпендикуляры к проведенным направлениям видимых падений и продолжим их до пересечения с окружностью в точках  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ . В обеих этих точках

№№ вариан- тов	Направление видимого падения		Видимый угол падения	
1	СВ 40	ЮВ 135	10	15
2	СВ 35	ЮВ 115	18	30
3	ЮЗ 135	ЮЗ 220	15	40
4	ЮВ 150	ЮЗ 240	20	25
5	ЮВ 140	ЮЗ 210	35	15
6	ЮЗ 260	СЗ 350	22	45
7	ЮЗ 200	СЗ 280	10	30
8	СВ 60	СЗ 330	10	50
9	СВ 45	СЗ 300	60	5
10	СВ 40	ЮВ 120	50	30
11	ЮВ 130	ЮЗ 200	30	20
12	ЮВ 160	ЮЗ 235	30	15
13	СЗ 315	СВ 30	30	15
14	ЮЗ 230	ЮВ 130	23	30
15	ЮЗ 230	СЗ 355	25	45
16	ЮЗ 235	СЗ 340	30	10
17	СВ 10	ЮВ 100	35	20
18	СВ 25	ЮВ 160	40	15
19	ЮЗ 225	ЮВ 115	30	55
20	ЮЗ 260	ЮВ 170	16	28
21	ЮВ 100	СВ 30	28	40
22	ЮВ 125	СВ 45	30	30
23	ЮЗ 265	ЮВ 175	35	25
24	ЮЗ 265	СЗ 350	60	15

строим при помощи транспортира углы, дополнительные к соответствующим видимым углам падения. А именно, к направлению ЮВ 130 угол  $90 - \alpha_1$ , а к направлению ЮЗ 216 угол  $90 - \alpha_2$ . Стороны построенных дополнительных углов продолжаем до пересечения их с направлениями видимых падений в точках А и Б. Соединив прямой эти точки, получаем линию простираения плоскости напластования. Из точки 0 опускаем на прямую АБ перпендикуляр ОВ, который указывает направление истинного падения данной плоскости напластования. Азимут истинного падения и простираения определяется с помощью транспортира. В нашем примере азимут истинного падения равен ЮЗ 187°. Для построения истинного угла падения из точки 0 проводим перпендикуляр к ли-

нии  $ОВ$  до пересечения с окружностью в точке  $\Gamma_3$ . Полученную точку соединяем прямой с точкой  $В$  (линия падения). Угол  $ОВ\Gamma_3$  ( $\alpha$ ) и будет истинным углом падения. Величину его замеряют транспортиром. Ниже приводятся несколько примеров на определение элементов залегания слоя по двум видимым падениям.

### 2.2.2. Определение глубины залегания слоев в заданной точке

Выход слоя, показанный на карте с горизонталями, дает возможность определить глубину залегания его в любой точке данного участка с помощью заложения. Это можно разобрать на простом примере. На рис.14 дан выход поверхности напластования (кровли или подошвы), глубину залегания которой в точке  $А$  необходимо определить. Для этого проводим две линии простираения через точки пересечения линии выхода данной поверхности напластования с горизонталями 90 и 80. Расстояние между ними (величина "а") и будет величиной заложения. Далее, из точки  $А$  к линии простираения проводим перпендикуляр

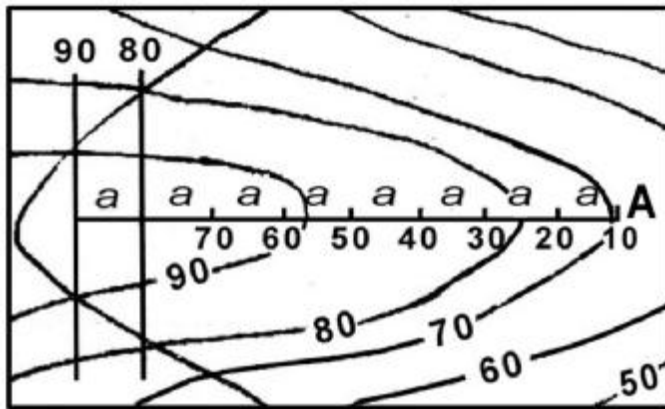


Рис.14

(проекцию линии падения), на котором откладываем отрезки, равные заложению. Учитывая азимут падения (в примере - это строго на восток), определяем высотные отметки выбранной поверхности напластования в каждой из этих точек. При этом абсолютная отметка поверхности напластования в точке  $А$  в нашем случае равна 10 м. На дневной поверхности точка  $А$  лежит на

горизонтالي 70 м. Для определения глубины залегания данной плоскости напластования из отметки рельефа надо вычесть отметку поверхности напластования в заданной точке:  $70 - 10 = 60$  м.

Таким образом, глубина залегания данной поверхности напластования в точке  $А$  равна 60 м.

### 2.2.3. Определение мощности слоев по геологической карте

Определение истинной мощности слоя по геологической карте можно сделать несколькими способами.

1-й способ. Построить геологический разрез вкрест простираения пород (т.е. по падению) так, чтобы линия разреза пересекала кровлю и подошву слоя. Мощность в данном случае замеряется на разрезе (рис.15).

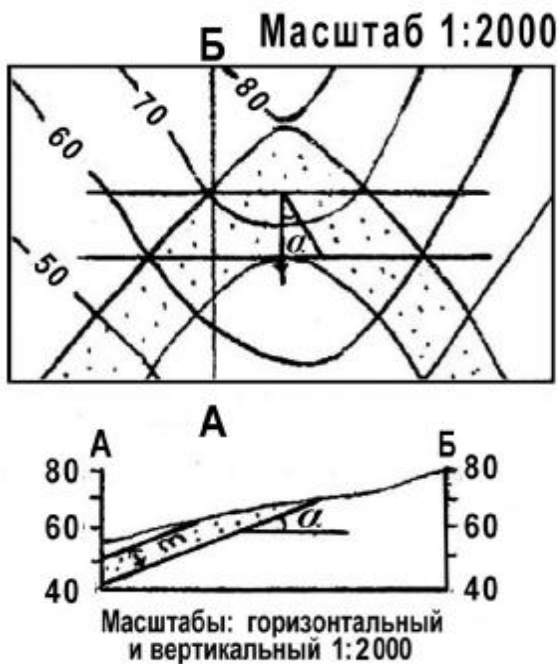


Рис. 15

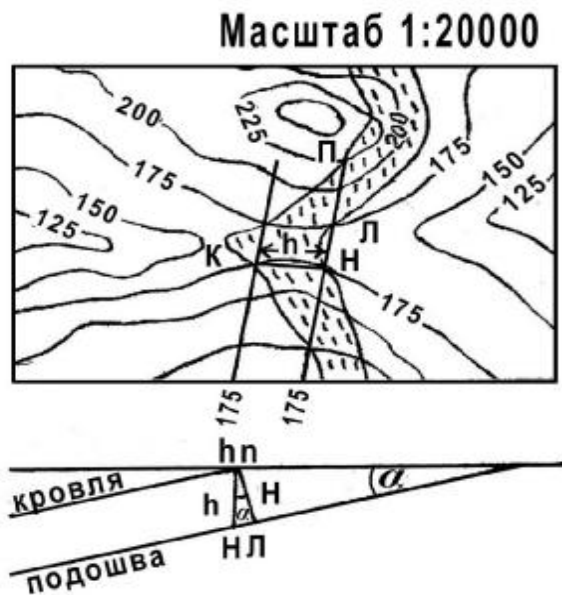


Рис.16 и 17

2-й способ. Этот способ определения мощности слоя заключается в определении отметок кровли и подошвы слоя по одной и той же линии простирания. В примере на рис.16 высота кровли слоя в точке П равна 225 м, а высота подошвы слоя в точке Л, расположенной по той же линии простирания, равна 175 м. Превышение точки П над точкой Л есть вертикальная мощность слоя ( $h$  на рис.17). Как видно из разреза на рис.17, истинная мощность слоя ( $H$ ) равна вертикальной мощности, умноженной на косинус угла падения слоя, т.е.  $H = h \cdot \cos \alpha$ . Вертикальная мощность слоя  $h = 225 - 175 = 50$  м, отсюда истинная мощность слоя  $H = 50 \cdot \cos 12^\circ$ ,  $H = 50 \cdot 0,978 = 48,9$  м. При углах падения до  $13^\circ$  поправку можно не вводить, т.е. принимать вертикальную мощность за истинную, так как ошибка находится в пределах точности наших измерений.

Упражнение № I по карте № 6 из атласа карт проф. Е.В.Милановского. Определить мощности слоев 1, 2 и 3 и элементы залегания.

3-й способ. В случае, когда не удастся одной и той же линией простирания пересечь обе поверхности напластования (это чаще всего происходит при совпадении простирания пород и элементов гидрографии), для определения вертикальной мощности можно воспользоваться понятием заложения. Для этого достаточно провести по одной из поверхностей напластования линию простирания и опустить на нее перпендикуляр из точки, расположенной на другой поверхности напластования (точка А на рис.18), отметка которой известна. На перпендикуляре необходимо отложить отрезки, равные величине заложения и, зная направление падения, определить отметку линии простирания, проходящей через точку А, но для той поверхности, по которой проведена исходная линия простирания. Теперь остается сравнить отметку этой новой линии простирания для первой поверхности и точки А, расположенной на другой поверхности (в на-

шем случае вертикальная мощность равна 300 м). Истинная мощность определяется как и в предыдущем случае с помощью  $\cos$  угла падения.

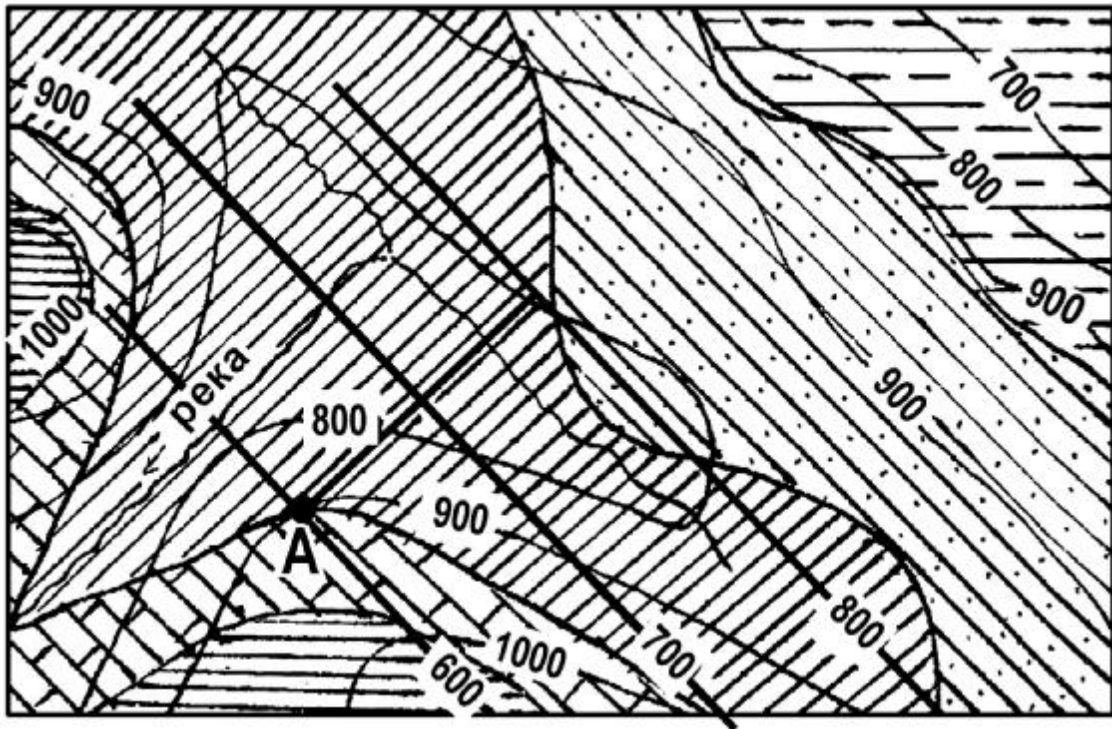


Рис.18

#### 2.2.4. Построение выходов наклонно залегающих слоев на карте с горизонталями (положение слоев)

Выходы на поверхность наклонных слоев могут иметь различные очертания, которые зависят от угла падения слоев и особенностей рельефа. При расчлененном рельефе выходы слоев на поверхность имеют вид непрерывных зигзагов. При выравненном плоском рельефе выход кровли или подошвы наклонного слоя будет иметь вид прямой линии (при постоянном простирании) или изогнутой линии (при изменении простирания). При вертикальном залегании конфигурация выхода поверхностей наслоения на геологической карте не зависит от рельефа и обусловлена лишь изменениями простирания слоев. В случае постоянного простирания таких слоев их геологические границы на карте имеют вид прямых линий.

В практике геологоразведочных работ нередко возникает необходимость построения полного выхода на поверхность наклонного пласта полезного ископаемого, если он обнажен в одной лишь точке, где можно замерить его элементы залегания и истинную мощность. Например, пласт угля обнажен в береговом уступе в русле ручья, а на остальной территории перекрыт покровными отложениями. Для эффективного вскрытия пласта с помощью разведочных канав необходимо предварительно наметить на геологической карте его выход под маломощным чехлом четвертичных отложений.

Построение выхода наклонного пласта на поверхность произво-

дится следующим образом (рис.19). Предположим, пласт вскрыт в точке А, в которой замерены его элементы залегания (по кровле) и мощность: аз.пад.  $170^\circ \angle 30^\circ$ , мощность 20 м. Построение выполняется на топографической карте масштаба 1:5000 с сечением горизонталей через 10 м. Через точку А, расположенную в кровле слоя, проводим в соответствии с исходным азимутом линию падения (точнее горизонтальную проекцию этой линии) и перпендикулярно к ней - линию простирания. Абсолютная отметка этой линии простирания будет равна 60 м. Продолжим линию простирания за рамку карты и дальнейшие построения будем выполнять на миллиметровой бумаге, которая подклеивается к карте таким образом, чтобы продолжение линии простирания совпало с одной из линий на миллиметровке.

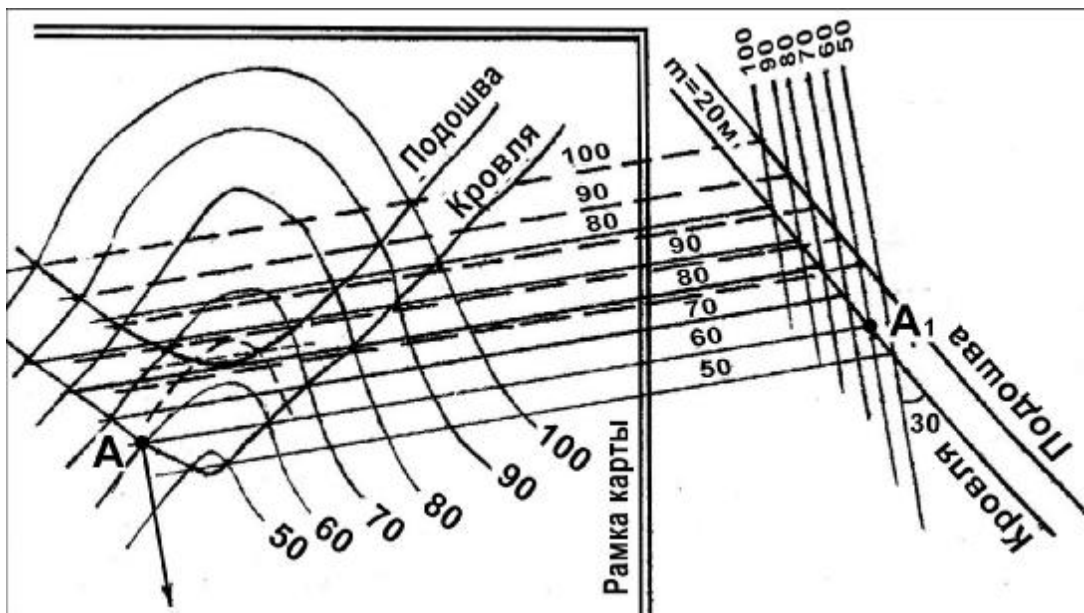


Рис. 19

К исходной линии простирания в произвольно выбранной точке  $A_1$  проводим перпендикуляр, обозначающий след одной из горизонтальных плоскостей, которыми в дальнейшем будем пересекать угольный пласт. К данной линии (принятой за горизонтальную линию) через точку  $A_1$  под углом  $30^\circ$  (углом падения) проводим прямую, которая и будет обозначать кровлю пласта. Таким образом, чертеж, на котором показано положение кровли, развернут под углом  $90^\circ$  к исходной линии простирания, проходящей на карте через точку А. Далее пересечем кровлю пласта горизонтальными плоскостями через интервалы, равные сечению горизонталей в масштабе карты. В принятом масштабе (1:5000) и при сечении горизонталей через 10 м этот интервал будет равен 2 мм.

Следы горизонтальных плоскостей, рассекающих пласт, обозначены на чертеже серией линий, параллельных исходной секущей линии, проходящей через точку  $A_1$ . Количество линий, пересекающих кровлю, опреде-

ляется разницей абсолютных высот самой низкой и самой высокой горизонталей в пределах карты. Точки пересечения этих линий с кровлей пласта обозначают следы линий простираия, проведенных по кровле. Отметки этих точек будут соответствовать отметкам секущих линий, которые определяются относительно высотной отметки исходной линии (60 м) с учетом интервала сечения (через 10 м). При этом абсолютные отметки кровли в указанных точках должны уменьшаться по падению пласта и увеличиваться в направлении его восстания. Из этих точек проводим линии простираия, которые параллельны исходной линии простираия, проходящей на карте через точку А. Расстояние между соседними линиями простираия и будет величиной заложения. Оно должно быть постоянным при выдержанном угле падения и выбранном интервале сечения. Высотные отметки линий простираия равны высотным отметкам кровли пласта в соответствующих точках. Линии простираия проводятся через всю карту с одновременной фиксацией точек их пересечения с соответствующими им по высоте горизонталями. Именно в точках, где высотные отметки линий простираия совпадут с отметками горизонталей рельефа, кровля пласта должна выходить на поверхность. Соединение этих точек плавной кривой даст изображение полного выхода кровли пласта в пределах всего участка (рис.19). При этом линия выхода кровли (подошвы) пласта не должна пересекать линии простираия и горизонталей рельефа иначе как в указанных точках. При пологих углах падения и изрезанном рельефе линии выхода пласта приобретают сложные очертания, приближающиеся к конфигурации ближайших горизонталей в случае падения пласта в сторону, противоположную уклону рельефа (рис.20).

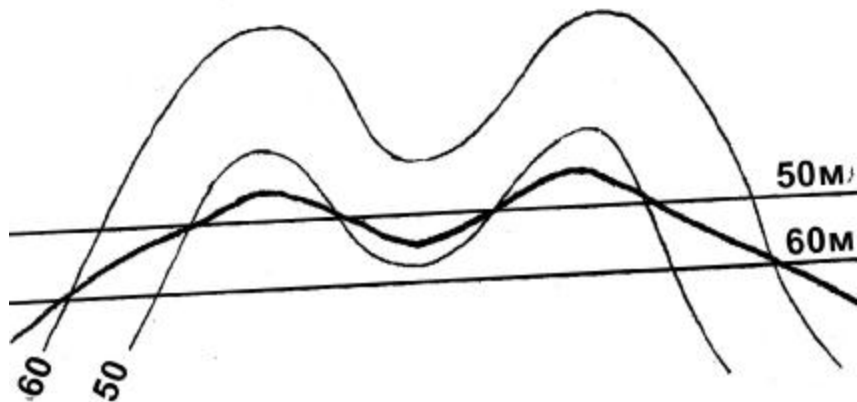


Рис. 20

Проложение подошвы пласта производится аналогичным способом. Для этого необходимо в масштабе карты в направлении более низких отметок-секущих линий отложить мощность пласта и провести подошву парал-



лельно кровле. Далее находим точки пересечения подошвы с горизонтальными линиями, рассекающими пласт, и через них проводим линии простирания (на рис.19 обозначены пунктиром). В отдельных случаях (когда вертикальная мощность пласта будет кратной сечению горизонталей и при пологих углах падения) эти линии могут совпадать с линиями простирания, ранее проведенными по кровле пласта, но будут иметь иные высотные отметки. В тех случаях, когда исходные элементы залегания измеряются по выходу подошвы, все построения проводятся аналогично описанным, но для проведения кровли мощность пласта откладывается в направлении более высоких отметок секущих плоскостей.

Для уточнения положения выхода пласта на поверхность в местах перегибов поверхности рельефа следует провести дополнительные горизонталь и линию простирания с промежуточной высотной отметкой.

#### 2.2.5. Построение геологических разрезов при наклонном залегании слоев

При построении геологических разрезов для участков с наклонным залеганием слоев возможны различные случаи:

1. Слои имеют одинаковый азимут и угол падения, т.е. лежат моноклинально, и изображены на карте с горизонталями.
  2. Элементы залегания не нанесены на карте, рельеф показан высотными отметками и гидрографической сетью (горизонталей нет).
  3. Построение геологических разрезов по скважинам.
- Рассмотрим каждый из случаев.

##### 1. Слои лежат моноклинально, рельеф показан горизонталями

На карте с горизонталями легко установить моноклиналиную форму залегания, если произвести замер элементов залегания для каждого слоя. После этого выбирается линия разреза, которая должна пересечь максимально возможное количество слоев и проходить в направлении падения слоев (вкрест простирания). Топографическая основа для геологического разреза (топографический профиль) строится обычным способом по горизонталям, при этом надо обязательно помнить, что вертикальный масштаб разрезов должен быть равен горизонтальному, т.е. масштабу карты. На таких разрезах углы падения слоев будут равны их истинным значениям, измеренным по карте. Однако встречаются такие условия, при которых вертикальный масштаб разреза приходится увеличивать. Это необходимо делать в тех случаях, когда на разрезе, имеющем мелкий вертикальный масштаб, показываются слои с небольшой мощностью и с незначительным углом наклона, или когда на разрезе вместе с наклонным изображаются слои, залегающие горизонтально и имеющие небольшую мощность. При увеличении вертикального масштаба разреза по отношению к горизонтальному углы наклона слоев увеличиваются по сравнению с их истинными значе-

ниями (см. приложение № I).

Не всегда можно задать разрез в направлении падения слоев, что обычно бывает связано с наличием нескольких комплексов наклонно залегающих слоев, имеющих различные элементы залегания. Если разрез идет не по падению (косое расположение), то на разрезе откладывается угол падения, взятый по таблице поправок (приложение № 2, 3).

Если при построении разреза необходимо увеличить вертикальный масштаб и вводить поправку на косой разрез, то вначале вычисляют измененный угол для косого разреза, полученное значение угла пересчитывают с помощью таблиц в соответствии с отношением горизонтального масштаба к вертикальному. Необходимо иметь в виду, что на разрезах с увеличенным вертикальным масштабом истинная мощность слоев (за исключением залегающих вертикально), как и углы падения, будут искажены.

При учете всего вышесказанного разрез через участок с наклонным залеганием слоев строится просто. На подготовленную топографическую основу разреза сносятся точки пересечения геологических границ с линией разреза и из этих точек в направлении падения слоев откладывается угол падения (рис.21).

Упражнения по картам №№ 8, 9, 11, 13 из атласа Е.В.Милановского.

## 2. Элементы залегания не нанесены на карте, рельеф показан высотными отметками и гидрографической сетью

При отсутствии горизонталей топографический профиль строится по данным высотных отметок карты и на основе анализа гидрографической сети. Отсутствие на карте элементов залегания и невозможность их замерить вызывают необходимость проводить линию разреза так, чтобы она дважды пересекала одну и ту же поверхность напластования (кровлю или подошву какого-либо слоя). Соединение этих двух точек пересечения на разрезе и дает угол наклона слоя (по линии разреза), а при моноклинальном залегании и всей толщи.

## 3. Построение геологических разрезов по скважинам

В случае, когда коренные породы, залегающие наклонно, перекрыты довольно мощным чехлом четвертичных отложений, для построения геологического разреза используются результаты бурения. Наиболее достоверные построения получаются при наличии так называемых "перекрытых разрезов", когда скважины пробурены по профилям и, по крайней мере, две соседние скважины вскрывают одну и ту же поверхность напластования.

Для построения геологического разреза необходимо, как всегда, построить топографический профиль, вынести на него скважины в виде вертикальных линий и на последних отметить глубины залегания контактов различных типов пород. В первую очередь необходимо провести подошву четвертичных отложений, а затем последовательно соединить одноимен-

ные контакты одних и тех же пород по двум соседним скважинам и продолжить их до подошвы четвертичных отложений. Глубина разреза определяется глубиной скважин (рис.22).

Упражнение по карте № 131.

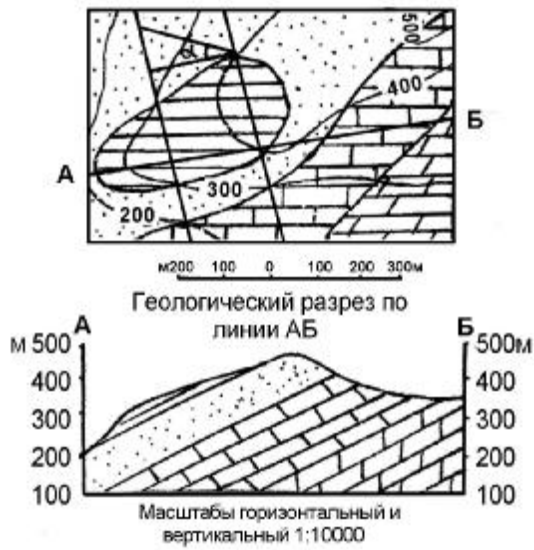


Рис.21

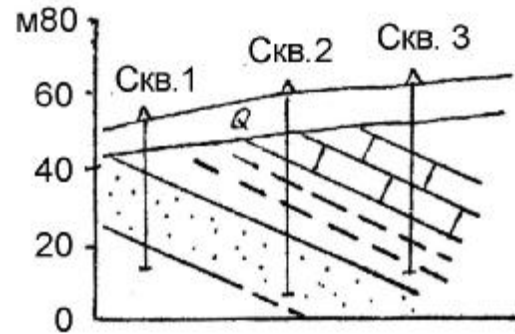


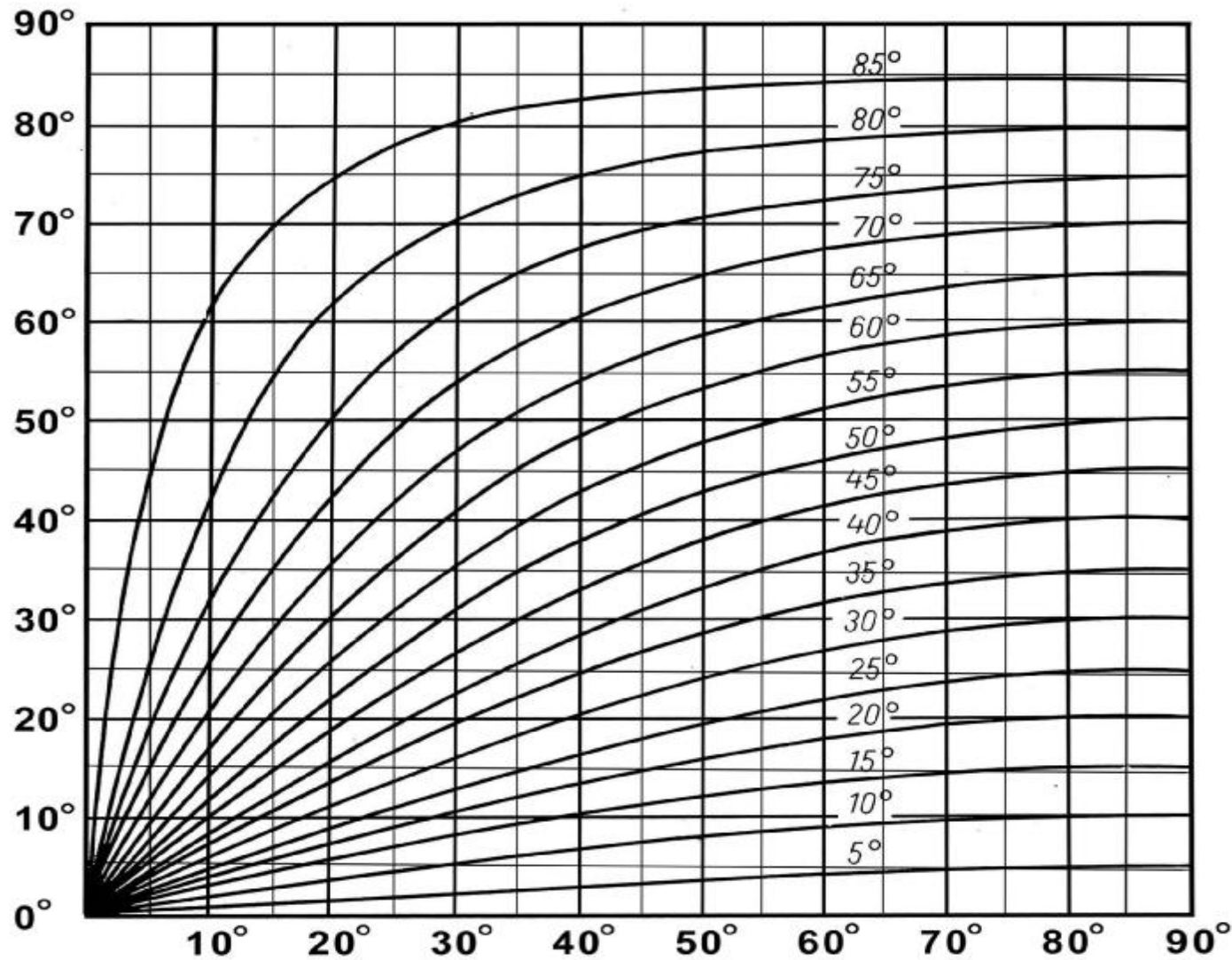
Рис.22

Упражнение по карте № 131.

## Приложение №1

**ТАБЛИЦА ИСКАЖЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ УГЛА ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ В  
ПРЕУВЕЛИЧЕННОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ МАСШТАБЕ РАЗРЕЗА (по Е. Е. Милановскому,  
упрощено до 0,5°).**

Относи- тельное увеличение вертикаль- ного мас- штаба	Истинные углы падения																
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	89°
х2	10	19	28	37	43	50	54,5	59	63,5	67	71	74	77	80	82,5	85	87,5
х3	15	30	39	47,5	54,5	60	65	68,5	72	74,5	77	79	81	83	85	87	88
х4	19	35	47	55,5	62	66,5	70	72,5	76	78	80	82	83	85	86	87,5	89
х5	23	41,5	53	61	67	71	74	77	79	81	82	83	85,5	86	87	88	89



## Приложение №2

**Номограмма для определения угла наклона в косом разрезе.**

Кривые - истинные углы падения; по оси ординат (сбоку) - углы в косом разрезе; по оси абсцисс (внизу) - углы между простиранием пласта и линией разреза. Например: простирание пласта СВ  $20^\circ$ , падение ЮВ  $110^\circ < 45^\circ$ , разрез проведен по азимуту  $57^\circ$ ;  $57 - 20 = 37$ . Направляясь вверх по перпендикуляру  $37^\circ$  до пересечения с кривой  $45^\circ$ , находим на этом пересечении горизонтальную линию, соответствующую углу наклона пласта на разрезе,  $x = 31^\circ$ .

**Приложение №3**  
**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ.**

Эратема		Система			Отдел (звено)	
Название	Индекс	Название	Индекс	Цвет	Название	Индекс
Кайнозой	KZ	Четвертичная	Q	Желтовато-серый	Современное Верхнечет- вертичное Среднечет- вертичное Нижнечет- вертичное	Q <sub>IV</sub> Q <sub>III</sub> Q <sub>II</sub> Q <sub>I</sub>
		Неогеновая	N	Желтый	Плиоцен Миоцен	N <sub>2</sub> N <sub>1</sub>
		Палеогеновая	P	Оранжево-желтый	Олигоцен Эоцен Палеоцен	P <sub>3</sub> P <sub>2</sub> P <sub>1</sub>
Мезозой	MZ	Меловая	K	Зеленый	Верхний Нижний	K <sub>2</sub> K <sub>1</sub>
		Юрская	J	Синий	Верхний Средний Нижний	J <sub>3</sub> J <sub>2</sub> J <sub>1</sub>
		Триасовая	T	Фиолетовый	Верхний Средний Нижний	T <sub>3</sub> T <sub>2</sub> T <sub>1</sub>
Палеозой	PZ	Пермская	P	Оранжево-коричневый	Верхний Нижний	P <sub>2</sub> P <sub>1</sub>
		Каменно-угольная	C	Серый	Верхний Средний Нижний	C <sub>3</sub> C <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
		Девонская	D	Коричневый	Верхний Средний Нижний	D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
		Силурийская	S	Серо-зеленый (светлый)	Верхний Нижний	S <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
		Ордовикская	O	Оливково-зеленый	Верхний Средний Нижний	O <sub>3</sub> O <sub>2</sub> O <sub>1</sub>
		Кембрийская	E	Сине-зеленый (темный)	Верхний Средний Нижний	E <sub>3</sub> E <sub>2</sub> E <sub>1</sub>

## Приложение № 4

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА**  
(ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 4. ГЕОЛОГИЯ. 2004. № 6)

Эратема (Эра)	Система (Период)	Отдел (Эпоха)	Ярус (Век)
Кайнозойская	Квартер	Голоцен	
		Плейстоцен	Верхний
			Средний
			Нижний
	Неогеновая	Плиоцен	Гелазский
			Пьяченский
			Занклийский
		Миоцен	Мессинский
			Тортонский
			Серравальский
			Лангийский
			Бурдигальский
			Аквитанский
	Палеогеновая	Олигоцен	Хаттский
			Рюпельский
		Эоцен	Приабонский
			Бартонский
			Лютетский
			Ипрский
		Палеоцен	Танетский
			Зеландский
			Датский
Мезозойская	Меловая	Верхний	Маастрихский
			Кампанский
			Сантонский
			Коньякский
			Туронский
			Сеноманский
		Нижний	Альбский
			Аптский
			Барремский
			Готеривский
			Валанжинский
			Берриасский

Эратема, (Эра)	Система (Пери- од)	Отдел (Эпоха)	Ярус (Век)
Мезозойская	Юрская	Верхний	Титонский
			Киммериджский
			Оксфордский
		Средний	Келловейский
			Батский
			Байосский
			Ааленский
		Нижний	Тоарский
			Плинсбахский
			Синемюрский
			Геттангский
	Триасовая	Верхний	Рэтский
			Норийский
			Карнийский
		Средний	Ладинский
			Анизийский
		Нижний	Оленекский
			Индский
Палеозойская	Пермская	Лопингий	Чансинский
			Уцзяпингский
			Кептенский
		Гваделупий	Вордский
			Рoadский
		Предуралий	Кунгурский
			Артинский
			Сакмарский
			Ассельский
	Каменноугольная	Верхний	Гжельский
			Касимовский
			Московский
			Башкирский
		Нижний	Серпуховский
			Визейский
			Турнейский



Эрагема (Эра)	Система (Период)	Отдел (Эпоха)	Ярус (Век)
Палеозойская	Девонская	Верхний	Фаменский
			Франский
		Средний	Живетский
			Эйфельский
		Нижний	Эмсский
			Пражский
			Лохковский
	Силурийская	Пржидолий	
		Лудловий	Ладфордский
			Горстский
		Венлокий	Гомерский
			Шейнвудский
		Лландоверий	Теличский
			Аэронский
			Рудданский
	Ордовикская	Верхний	Хирнантский
		Средний	Дарривильский
		Нижний	
			Тремадокский
	Кембрийская	Верхний (Фуронгий)	
			Паибский
		Средний	
		Нижний	

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В.В. Структурная геология : учеб. пособие / В.В. Белоусов. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 287 с.
2. Живаго Н.В., Геоморфология с основами геологии / Н.В.Живаго, В.В. Пиотровский. - М. : Недра, 1971. – 287 с.
3. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 / М. : Роскомнедра, 1995. – 305 с.
4. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование : учеб. / А.Е. Михайлов. – М. : Недра, 1984. – 464 с.
5. Смирнов В.Н. Структурная геология : учеб.-метод. пособие для студ. – Магадан : СВКНИИ, 2004. – 39 с.
6. Сократов Г.И. Структурная геология и геологическое картирование : учеб. пособие / Г.И. Сократов. - М. : Недра, 1972 . – 280 с.

Авторы: Коваль Сергей Анатольевич, Лукьянов Владимир Федорович,  
Старухин Александр Александрович, Шишов Вячеслав Васильевич.

Редактор - Тихомирова О.А.

