

В. Н. ВЕБЕР

**ПОЛЕВАЯ  
ГЕОЛОГИЯ**

---

ОНТИ • НКУП • СССР • 1937

Проф. В. Н. ВЕБЕР

550.8  
В 26

550.8  
В 26

# ПОЛЕВАЯ ГЕОЛОГИЯ

(для геолого-разведочных техникумов)

Утверждено ГУУЗ НКТП СССР  
в качестве учебника для  
геолого-разведочных техникумов

350-129

~~БИБЛИОТЕКА  
Геологического Ин-та  
Академии Наук СССР~~



О Н Т И • Н К Т П • С С С Р

Г Л А В Н А Я Р Е Д А К Ц И Я

ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ЛЕНИНГРАД • 1937 • МОСКВА



В книге проф. В. Н. Вебера „Полевая геология“ изложены: подготовка к полевой работе, методика геологической съемки и анализа обнажений различных горных пород, техника полевой работы и камеральная обработка материалов.

Книга является учебным пособием для студентов геолого-разведочных техникумов и руководством для техников-геологов и старших коллекторов.

Отв. редактор *Г. И. Сократов.*

Техн. редактор *Е. В. Климина.*

Корректор *М. А. Волочкевич.*

---

Изд. № 30. Тираж 3000. Сдано в набор 11/VI-37 г. Подписано в печать 13/VII-37 г.  
Формат бумаги  $62 \times 94 \frac{1}{8}$ . Уч.-авт. л. 13,45. Бум. л.  $5 \frac{3}{8}$ . Печ. зн. в бум. л. 101 000.  
Заказ № 1055. Ленгорлит № 3730. Выход в свет июль 1937 г.

---

3-я тип. ОНТИ Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Если в геолого-разведочных техникумах введен курс «Полевая геология» с обширной программой, то, очевидно, признано желательным, чтобы и техник мог самостоятельно разобраться в поле и сознательно участвовать в работе полевого геолога или разведчика, не будучи слепым исполнителем заданий последнего по чисто технической работе: выкопать шурф, смерить рулеткой от одного места до другого, вычертить кошию, упаковать коллекцию и т. п. Необходимо, чтобы и техник знал — зачем проводится шурф и что в нем видно, зачем и что он измеряет рулеткой, какое содержание имеет то, что он копирует, и т. д., так как нет хуже (бесполезнее иногда вреднее) помощников, которые не понимают того, что они делают.

Более того, геологически грамотный и освоивший приемы полевых наблюдений техник в значительной мере может разгрузить геолога в его исследовательской работе, не говоря уже о тех случаях, когда технику приходится заменять квалифицированного геолога. Поэтому нельзя провести резкой грани между курсами «Полевой геологии» для вузов и техникумов.

В составленных мною учебниках (изд. 1923, 1933, 1934 гг.) я принимал, что в них не должно быть повторений того, что излагалось подробно в многочисленных учебниках «Геологии», но поскольку программой, составленной в 1934 г. для геолого-разведочных техникумов (объема которой я должен был придерживаться), предусмотрены и эти вопросы, — они введены в настоящий курс, в возможно более сжатой, конспективной форме.

В программу введен отдел по «Инженерной геологии», по которой для гидрологической специальности в техникуме есть отдельный курс, по отделу же «Гидрология», столь важному для приложения геологии к инженерному (и военному) делу, имеются отдельные курсы для всех специальностей техникума, поэтому вопросы гидрологии в нашем курсе затронуты лишь вкратце.

Настоящий курс представляет собой переработку моей книги «Методы геологической съемки» («Полевая геология») (2 дополн. изд. 1934 г.) с сокращениями и дополнениями согласно программе 1934 г.; по желанию редакции в «Дополнении» даны нормы и способы повышения производительности (не вошедшие в программу).

В настоящем издании мне пришлось несколько изменить порядок изложения и прибавить главу о чтении геологических карт, что является обязательным для слушателей техникумов, но не вошло в программу.

## ПОСОБИЯ

Целью настоящей книги является ознакомление учащихся с теми приемами, которые употребляются при разнообразных условиях работы и заданиях в поле.

У нас в обиходе не распространен немецкий термин «картирование», но обыкновенно полевую работу по составлению геологических карт называют *геологической съемкой* или более широко — *геологическими исследованиями*. Русский термин «полевая геология» есть сокращенный термин «методов полевых геологических исследований» или «ведения геологической съемки».

Из руководств на русском языке, где более подробно изложены вопросы «полевой геологии», кроме В. Вебера, Методы геологической съемки (Полевая геология), изд. 2, 1934 г., можно указать следующие.

### 1. Акад. В. А. Обручев, Полевая геология, т. I и II.

Учебник этот во многих отделах (например, об экспедиционном снаряжении) полнее книги Вебера, содержит и повторения из курсов «Геологии», а весь второй том касается вопросов (инженерная и военная геология, гидрогеология и др.), совершенно не затронутых в курсе Вебера. Кроме того, приведена обширная литература по отдельным вопросам.

### 2. Методы и организация комплексной геологической съемки.

Принята научно-техническим советом и утверждена начальником Союзгеоразведки акад. Н. М. Губкиным 1 июня 1933 г. (составлена как инструкция под редакцией А. А. Блохина, Е. В. Милановского, Г. Ф. Мирчика, Н. С. Шатского и Ю. М. Шеймана). Геолразведиздат. 1933.

Это справочник-инструкция для полевых исследователей-геологов. Содержит в сжатой форме инструкцию не только по геологической съемке, но и по специальным исследованиям (поиски, опробование и т. п.). Предполагается новое издание.

### 3. Э. Гринли, Х. Вильямс, Методы геологической съемки.

Пер. с англ. Н. К. Дыбовской под редакцией и с дополнением проф. Е. В. Милановского. Горно-геолог нефт. изд. 1933.

Интересная книга для желающих усовершенствоваться в выработке приемов полевой работы, так как трактует их с точки зрения английских геологов, работающих на подробных съемках.

### 4. К. Лейкс, Исследовательская работа геолога в поле. Руководство для начинающих геологов.

Пер. с нем. В. И. Соболевского, редакция и дополнение И. И. Никшича. Геолразведиздат. 1933.

Хорошее краткое руководство.

Некоторые руководства касаются отдельных вопросов, излагаемых в «Полевой геологии».

5. Е. В. Милановский, проф. Геологические карты, их чтение и построение (по Platt and J. Challinor. Simple Geological Structures. A Series of Notes and Map Exercises). Геолразведиздат. 1933.

6. Е. В. Милановский, проф. Атлас схематических геологических карт для упражнений (приложение к предыдущей книге).

Касается исключительно предмета заглавия. Атлас очень полезен для практических занятий по чтению геологических карт и разного рода построений.

7. К. П. Калицкий, Подземное картирование, Нефт. изд. 1933.

Излагаются исключительно вопросы построения «структурных» карт, применяемых, главным образом, для нефтяных месторождений.

Кроме того, существуют учебники специальные (по геоморфологии, гидрогеологии, инженерной и военной геологии и т. п.), а также инструкции для наблюдений по частным геологическим вопросам, указанные нами в тексте. Наконец, надо указать на книжку С. Н. К. Разумовский, Спутник геолога (справочные указания и таблицы для расчетов при геологическом картировании. Геолразведиздат. 1932).

Необходимая книжка для полевых геологов. Она в сжатой форме содержит, кроме ряда нужных таблиц, также многие геометрические построения, введенные в наш курс.

---

## ВВЕДЕНИЕ

Под *геологической съемкой* следует понимать не только составление геологической карты, но и тесно связанные с этим составлением работы геолога: определение в поле залегания пород, их мощности, последовательности напластования (*стратиграфической*) и фациальных изменений (т. е. изменений условий отложения в пределах того же пласта), тектонических нарушений и вулканических явлений; взаимоотношение различных образований дается как в виде карты, так и разрезами, схемами, диаграммами, наконец, описанием.

Совокупность работы геолога называется *геологическими исследованиями*, к которым относятся: 1) подготовка к полевой работе, 2) сбор и запись полевого фактического материала, анализ его, привязка наблюдений к карте, изображение собираемого материала картами, разрезами, рисунками, 3) обработка материала: построение и вычерчивание карт, разрезов, диаграмм и пр. и 4) составление описания геологического строения исследованного района.

Ценность геологических исследований, помимо их научного значения, не всегда признается в той мере, в какой они заслуживают внимания для поисковой и разведочной работы.

а) Для поисковой работы эти исследования дают отправные вехи: они намечают придуроченность тех или иных полезных ископаемых к определенным породам, свитам, тектоническим линиям или контактам и дают на карте распространение таких полос или линий. При выборе мест под сооружения (гидротехнические, дорожные, военные и др.) геологические исследования являются важным фактором.

б) Для разведочных работ геологические исследования без больших затрат используют все, что обнажила природа, в то время как чисто разведочные работы состоят в создании искусственных обнажений (канавы, шурфы, скважины), требующих сравнительно больших затрат средств и времени. Да и во время этих разведочных работ каждое полученное искусственное обнажение анализируется так же, как и естественное. Нельзя представить себе хорошего разведчика, который не был бы полевым геологом.

Цель такого курса, который стремится преподавать приемы полевого геологического исследования для геолога и разведчика, поскольку поисковая и разведочная работа служит непосредственно для отыскания и выявления запасов полезных ископаемых, ясна из всего, изложенного выше.

## ПОДГОТОВКА К ПОЛЕВОЙ РАБОТЕ

### 1. Подготовка научная

**Литература, коллекции.** Прежде чем отправиться на геологическую съемку, надо детально изучить литературу, касающуюся геологического строения местности, подлежащей исследованию. Литературу с 1885 по 1901 г. можно быстро подобрать по «Геологической библиотеке», изданной бывшим Геологическим комитетом с указанием по местностям. Литературу до 1885 г. можно выписать по указателям «Горного журнала», издания обществ Минералогического, Географического, Естественных испытателей и др.; если существуют местные издания (сборники, статистические обзоры), то их следует просмотреть в поисках полезных указаний.

Литературу после 1901 г. собирать труднее. Важно найти статью наиболее позднюю, от которой уже можно по литературным ссылкам идти назад. Очень важны всякого рода сборники и компилятивные работы вроде т. IV «Естественных производительных сил России» «Полезные ископаемые».

Выписывая литературу, не следует избегать старых авторов, где встречаются указания на давно забытые месторождения или явления, поразившие автора и им не объясненные.

Изучая литературу, следует делать выписки, составлять конспекты выводов автора, выписывать схемы по стратиграфии, тектонике, отмечать неразрешенные вопросы, наконец, регистрировать маршруты предшественников, — короче, все то, что давало бы возможность в поле знать, что было сделано предшественниками, чтобы новые исследования служили продолжением старых. Полезно сразу же начинать составление карточного каталога литературы с кратким содержанием статей. Заглавие статьи писать надо полностью, также необходимо обозначать название журнала, год, том, а при выписках и страницы. Экономия времени, полученная в минутах при неполных выписках, в дальнейшем может стоить часов.

Геологические исследования не представляют собой механического сбора фактов, вроде собирания статистического материала по вопросному листу, но индивидуальны; поэтому разные последователи часто приходят к различным выводам из одного и того же ряда фактов, даже сами факты, как это ни странно, описываются часто

весьма различно. Поэтому, пользуясь выводами предшественников, не следует смотреть на эти выводы как на установленную истину, но из известного ранее и вновь добытых фактов следует создавать выводы собственные, доказывая их, если они получатся иными.

При изучении литературы не следует жалеть труда и времени, потому что самая продуктивная работа — та, которая ведется по заранее составленному плану, по намеченным вопросам.

Кроме литературы, если возможно, надо ознакомиться с коллекциями, так как общее знакомство с палеонтологией, минералогией и петрографией не может заменить изучение коллекций именно данного района. Полезно знакомство с породами района для возможности приблизительного определения главнейших типов на месте, еще важнее изучение палеонтологических коллекций, чтобы уже в поле можно было определять возраст горизонтов, что особенно важно в тектонически сложных местностях. Полезно зарисовать, для памяти, руководящие окаменелости района.

Наконец, должен быть изучен картографический материал. По нему может быть предварительно выбран список маршрутов, способы передвижения, время, потребное на покрытие площади маршрутами, а при детальной площадной работе могут быть намечены отправные базы, места стоянок, а следовательно, и условия жизни.

Ознакомившись по литературе, коллекциям и картам с предстоящей работой, приступают к оборудованию.

## 2. Оборудование для полевой работы

**Карты.** Прежде всего надо выяснить — какой существует картографический материал. Лучшие карты те, на которых выражен точно рельеф. Необходимо достать сборные листы съемок, по которым выписать шифры необходимых листов, т. е. указать цифру (или букву) горизонтального ряда и вертикального столбца — листа. В продаже имеются лишь карты мелких масштабов, более же детальные необходимо заказывать в виде фотографических копий, причем, по возможности, не синего цвета, а коричневого, так как на синих плохо выделяются цветные обозначения и карандашные полевые пометки.

Так как процедура копирования карт требует времени, то необходимо заблаговременно сделать заказ в местное учреждение, ведающее топографическими картами.

Иногда полезно заказать копии в увеличенном (например в два раза) масштабе. При этом, конечно, точность основы и детальность изображения рельефа не увеличиваются, но если карта густо зарисована, а обнажений предполагается много, то на увеличенной копии легче разместить все геологические обозначения.

Кроме карт, снятых специальными топографическими учреждениями, бывают специальные карты и планы других ведомств, например, лесные, карты берегов морей и больших озер, карты судоходных рек, железнодорожные нивеллировки и т. п.; такие карты иногда являются единственным материалом.

В каком бы масштабе не намечалась геологическая съемка для полевой работы, необходимо иметь карты самого крупного (на

существующих) масштаба. Эти карты, на которые будут наноситься в поле геологические обозначения, разрезаются на прямоугольники по размерам кармана (например,  $8 \times 14$  см) и наклеиваются на колленкор. Если карта мелкая, например 10-верстная, то размеры прямоугольников могут быть меньше; при крупных масштабах размеры карты в сложенном виде — наибольшие, чтобы возможно реже приходилось иметь дело со сгибами.

При наклеивке расстояния между прямоугольниками должны быть настолько широкими (2—3 мм), чтобы карта сгибалась во всякой комбинации; расстояние это зависит от величины листа карты, т. е. числа сгибов, и от толщины ее бумаги. Так как работа ведется медленно, и некоторая часть карты служит продолжительное время, иногда удобно карту разрезать по размеру записной книжки и брать с собой в поле отрезок, нужный в данный день. Наклеенные на картон, отрезки прикрепляются резиновыми кольцами к переплету книжки.

Кроме разрезанных полевых карт, должны быть карты неразрезанные того же масштаба, для перечерчивания вечерами на белом. Этот второй экземпляр не берется с собой в маршрут, а остается на стоянке или идет с караваном. При перечерчивании замечаются недочеты или пропуски полевой работы, могут быть сделаны некоторые обобщения, наконец, составляется копия такого важного документа, как полевая карта.

Для общей ориентировки необходимо иметь и карты более мелких масштабов, т. е. независимо от масштаба съемки надо иметь с собой набор карт почти во всех масштабах.

**Инструменты.** Здесь не будем касаться вопроса об инструментах, необходимых для работ специальных или сопряженных с легкими разведками, например, для исследований гидрографических, торфяных болот, озерных руд, осадков моря, полезных ископаемых или четвертичных отложений, а также вопросов снаряжения в экспедициях, при которых предполагаются не только геологические наблюдения; будем говорить о чисто геологическом снаряжении.

Нормально геолог пользуется лишь теми приборами, которые дает природа или работа других (дорожные выемки, разведочные работы и пр.); всякого рода расчетки, даже весьма небольшие, отнимают много времени и ими приходится пользоваться лишь при детальных съемках, с большой экономией.

Инструменты геолога, которые он берет с собой при всяких исследованиях, очень немногочисленны и просты. При выборе этих, так сказать, «основных» инструментов следует избегать всего сложного и комбинированного.

*Геологический молоток* у нас наиболее употребителен златоустовского (фрейбергского) типа (рис. 1, а). Чем легче молоток, тем резче им можно сделать удар; но для отбивания первоначального куска от скалы необходим молоток более тяжелый, особенно для изверженных пород. На рис. 1, а дан размер среднего (скорее малого) молотка.

Молоток имеет с одного конца плоский четырехугольный боек, с другого — поперечно-острый; уплотняется почти исключительно плоский конец, его переднее ребро (рис. 1, в), так что бывают молотки без острого конца (рис. 1, а), острый же нужен для отделки образца. Молоток-кайла А. П. Павлова имеет эту сторону молотка.

в виде четырехгранной кайлы. Этот тип для пород трещиноватых (например, известняков), не рыхлых и не особенно крепких. Для рыхлых же пород, также для каменноугольных и нефтяных месторождений, удобнее пользоваться кайлой французского образца не с пирамидальным острием, как у кайлы Павлова, а с поперечно-плоским; таким инструментом (рис. 1 *c, d*) легко вскопать нанос, прочистить

в вертикальной стенке разрез слабых пород и пр.

Геологический молоток имеет коническое отверстие для рукоятки, которая пропускается при насадке вся. Рукоятки хороши из гикори, кизили или ясеня, рябины; берзовые — слабы, дубовые — хрупки.

Хорошо посаженная рукоятка, при правильном употреблении молотка, может прослужить целое лето. Рукоятка выстругивается так, что кроме головной части она имеет сечение головного отверстия (заднего) молотка; приблизительно с последней четверти рукоятка должна входить в молоток очень туго — при резких ударах деревянной клянки по головке; при тупом звуке удара, когда молоток дальше не подается, рукоятка осторожно утоняется напильником; лишний кончик головки отпиливается вровень с молотком; никаких клиньев не надо — к ним прибегают лишь тогда, когда головка молотка уже сбита, и желательно продлить ее службу

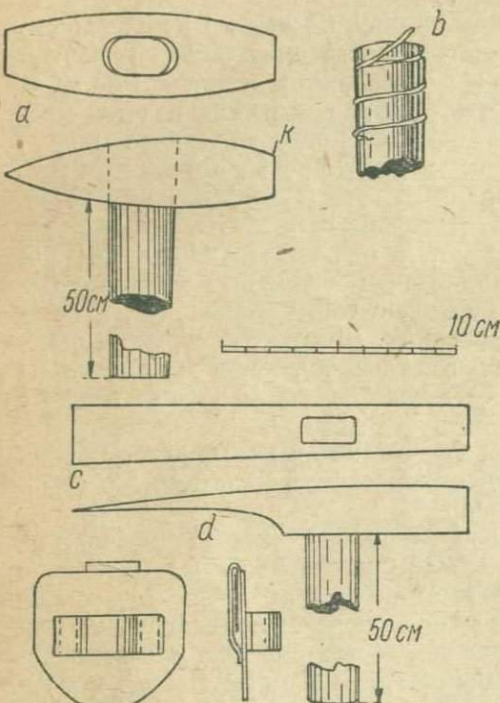


Рис. 1. Геологические молотки.

*a* — златоустовский тип; *b* — обмотка проволокой сбитой головки рукоятки; *c, d* — кайла для рыхлых пород; внизу слева — кожаное приспособление для ношения молотка.

еще на некоторое время. Рекомендуется в таких случаях не забивать клиньев, ослабляющих головку, но сделать напильником на наружной стороне рукоятки винтовую бороздку (3—4 оборота), обмотать стальной проволокой по головке так, чтобы часть проволоки была утоплена в дерево, часть торчала наружу (рис. 1. *b*). На сажи и вать молоток надо самому и на сухую рукоятку. Для продления службы рукоятки американские молотки имеют удлиненное отверстие, в которое входит рукоятка.

Так как молоток у геолога всегда при себе, то на ремennom поясе вешается для него клапан. Лучшее всего — сложенный кусок кожи с вертикальным клапаном для ремня с внутренней стороны и горизонтальной кожаной нашивкой снаружи для молотка (рис. 1). Никакой крышки, том более застегивающейся, не надо. Верх вну-

тренного (для пояса) прореза должен приходиться, примерно, у конца молотка; если он будет очень высок, то молоток будет болтаться, если низок, то молоток легко выпадет

Для мелких расчисток полезно иметь *лопату* с короткой рукояткой, саперного типа.

Второй, всегда имеющийся при себе инструмент — *горный компас* (рис. 2). У нас распространена модель Герляха; удобны модели с удлиненной по N-S доской, но многие предпочитают четырехугольные за их легкость (бывают компасы алюминиевые). Хорошо иметь запасный компас. Необходимо иметь *запасное стекло* или прозрачный целлулоидный лист, из которого можно вырезать кружок вместо разбитого стекла.<sup>1</sup>

Надо иметь *рулетки* двух размеров — 2 и 10 м (20 м громоздка), лучше хлещевые, а не стальные; на них лучше видны деления, они удобны при измерениях по отвесу, легче и дешевле, наконец, могут быть спиты, если порвутся. Рулетка должна быть с метрическими мерами. Постоянно при себе необходимо иметь 2-м рулетку. Некоторые на рукоятке молотка нарезают деления через 5 см, а рукоятку делают полуметровую.

Также при себе надо иметь какой-либо прибор упрощенной конструкции для нивелирования, лучше *эклиметр*, которым можно измерять вертикальные углы.

Существует много систем ручных уровней, из них наименее удобны стеклянные в виде трубки с жидкостью, согнутой кольцом или четырехугольником — они громоздки и ломки. Портативны различные отвесики; те из них, которые снабжены вертикальным лимбом, дают возможность измерять и вертикальные углы (эклиметры). Наиболее удобен из эклиметров — английский, Абнея, с уровнем и нониусом. Дальше мы увидим, насколько разнообразно применение эклиметра (при съемках, при измерении мощности пластов и пр.).

Эклиметром удобно определять вертикальные углы, визируя стоя на одной точке, на глаза помощника, стоящего на другой (см. рис. 39).

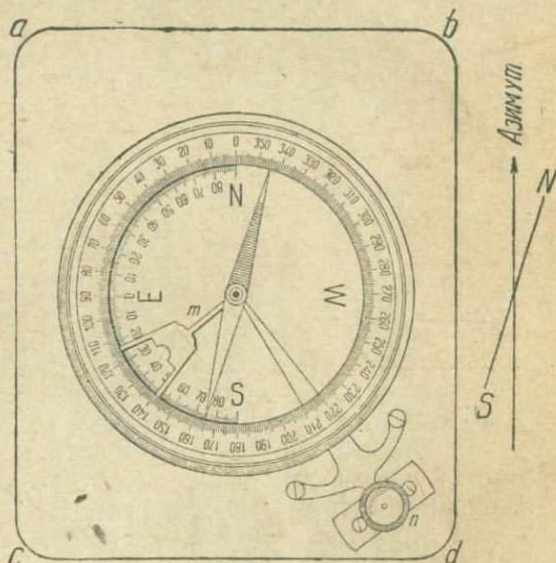


Рис. 2. Горный компас. Сторона *ab* обращена в сторону определяемого азимута, сторона *ac* прикладывается для определения вертикального угла отвесом *m*; винт *n* служит для закрепления стрелки.

<sup>1</sup> При неполадках в компасе перочинным ножом снимается кольцо и придерживаемое им стекло. Не следует сильно завинчивать головку винта, закрепляющего стрелку.

Необходимо иметь *флакон с соляной кислотой* для исследований в области осадочных образований. Флакон должен иметь стеклянную палочку, притертую к горлышку, или, лучше, аптекарский капельник, и, кроме того, стеклянный, тоже притертый, колпачок. Флакон помещается в эбонитовый футляр. Геологи, работающие в нефтеносных областях, берут с собой какой-либо нефтяной растворитель, лучше всего *бензол*, для простейшего (полевого) определения нефтеносности.

Также при себе держится *луна*. Удобна с 6-кратным увеличением.

Многие, особенно близорукие, должны всегда иметь при себе *бинокль*. Лучше — призматический. Увеличение больше 6-кратного излишне (большин объем и вес, меньшая светосила).

Перечисленными инструментами (молоток или кайла, компас, рулетки, эклиметр и лупа, флакон с соляной кислотой и, по желанию, бинокль) исчерпывается набор того, что постоянно необходимо иметь при себе.

Другие инструменты, как анероид, гипсотермометр, барограф, термометры воздушные и водяные, различные геодезические инструменты для точной и глазомерной работы могут и не быть взятыми, в зависимости от предстоящей работы, лишь фотграфическая камера небольшого размера является необходимой при всякого рода работе.

*Фотографическая камера*, как аппарат, доставляющий геологические документы, необходима. Лучше иметь для постоянного употребления камеру небольшого размера и стереоскопическую, так как ею можно снимать и простые изображения, а некоторые снимки геологических образований лишь в стереоскопе являются убедительными. К употреблению фотографии мы еще вернемся.

**Основное снаряжение для работы в поле.** Кроме инструментов, при себе держится *записная книжка*. Лучше всего — продолговатая пикетажная книжка с клетчатой бумагой в парусиновом переплете. Таких книжек надо взять из расчета 2—3 книжки на месяц полевой работы; несмотря на двухнедельную только службу, записная книжка сильно треплется; полезно охватить резиновыми кольцами каждую часть книжки (написанное начало и чистый конец книжки); при таких кольцах книжка сразу открывается на том месте, где надо писать, и свободные листки не треплются ветром; для корешка переплета самым вредным является перегиб его.

*Карандаши* надо употреблять твердостью Н; крепкими карандашами писать утомительно, но запись прочнее.

При себе надо иметь небольшой *циркуль* с навинчивающимся чехлом, а в записной книжке и на картах — наклеенные *масштабы*, лучше печатные.

Мы не касаемся пока материала для коллектирования, так как его подбор зависит от условий работы, но небольшое *зубило* надо иметь при себе всегда, также как и несколько пронумерованных *мешков* (см. ниже) и *пробирок* для хрупких объектов.

Таким образом, к прежнему списку инструментов, находящихся при геологе, прибавились: записная книжка, циркуль, зубило, мешочки и пробирки, кроме карт, по которым ведется съемка в поле;

часто к этому перечню надо прибавить *цветные* карандаши, если раскраска ведется на месте.

Перечисленные выше предметы всегда держатся при себе во время работы, ведется ли она верхом, в лодке или пешком, так как у обнажения все это — предметы первой необходимости.

Большинство геологов предпочитает *сумку* через плечо или лучше на поясе (справа), в которой размещается все необходимое. Такие сумки имеют то преимущество, что геолог не связан определенным костюмом, и сумка сбоку у него всегда под рукой.

При пешей работе необходимо иметь за плечами *спинной мешок* с материалами для коллектирования и для складывания образцов. Спинной мешок удобнее боковых сумок, так как последние, будучи нагружены, оттягивают одно плечо и мешают работе, когда наклоняешься.

Чтобы боковая сумка с инструментами не болталась при ходьбе и, когда геолог наклоняется, не мешала работе, ее следует прикрепить к поясу клаланом, лучше, как было сказано, на самом поясе. Так как на поясе получается довольно большой груз (молоток, сумка, иногда компас, бинокль, анероид), то хорошо пояс подвешивать на один ремень через плечо или на два (по военному образцу).

Очень важно распределить все предметы по определенным карманам или отделениям сумки и этого расположения не менять, чтобы никогда не приходилось ничего искать, и чтобы отсутствие вещи на своем месте сразу показало, что она забыта.

**Снаряжение для вечерней работы.** Снаряжение для вечерней работы — набор *цветных карандашей* для раскраски карты и эскизов в записной книжке, *миллиметровая бумага* для составления нормальных разрезов, *цветные инки* для вытягивания по карандашу на полевом планшете и на белом опорных горизонтов, сбросов и пр., *треугольные линейки*, наконец, обычные канцелярские принадлежности.

Очень удобно все, что нужно для вечерней работы, сосредоточить в одном *ящичке*, куда помещаются также записные книжки, разрезы, вообще весь рукописный материал по работе. Все размещается по соответствующим отделениям ящичка, перегородки которого не позволяют уложенному материалу смещаться.

Удобство ящичка заключается в том, что для вечерней работы все хранится в одном месте. При путешествии этому ящичку, как содержащему кроме коллекций всю работу, оказывается особое внимание — его кладут в сухое место, оберегают от дождя, не едят в багаж и пр.

Полезно иметь с собой набор *паяльной трубки*.

**Материал для упаковки коллекций.** Этот материал, как толсто-стенные различного размера *пробирки* с пробками, *оберточная бумага*, *вата*, *шпагат*, коленкоровые *мешочки* для рыхлых пород, часто должен быть взят с собой при снаряжении.

Кроме того, для коллектирования заказываются парусиновые *мешочки* для образцов, размерами 15 × 20 см, с завязками из английского шпагата и *номера* на обеих сторонах от 1 до 100. в нижней части мешочка.

Наконец, заказываются книжечки с корешками для отрывных *этикеток*, на которых хорошо иметь напечатанными год исследова-

ния, фамилию с инициалами геолога, район работы, «обн.» (номер обнажения) и названия пород.

**Личное снаряжение.** Личное снаряжение, конечно, в большей степени зависит от местных условий работы.

Большие заботы о личном снаряжении нужны лишь при исключительных экспедициях, когда геолог надолго и далеко уходит от культурных мест, например, при полярных экспедициях, где снаряжение, обдуманное до мелочей, — залог успеха.

Одна часть костюма — *сапоги* — имеет преимущественное перед другими значение, потому что работа геолога в значительной доле состоит в ходьбе. На обувь не следует жалеть расходов. Понемногу мы освободились от предрассудка, что сапоги должны быть высокими, и по возможности перешли к шнурованным ботинкам. Лишь для болотистых мест высокие сапоги удобны, в мокрой же траве голенища высоких сапог хорошо заменяются брезентовыми крагами. Лишний килограмм за плечами не обременяет пешехода, но полкилограмм в сапогах очень заметны, поэтому не рационален способ оковывать подошву и каблуки рядом промадных гвоздей. Несколько шурупов с полукруглыми шляпками в подошве и каблуках удлиняют срок службы сапог и препятствуют скольжению на травянистых склонах.

Вообще же надо помнить, что при любом снаряжении, даже если мы располагаем неограниченным вьючным караваном, даже путешествуя в лодке по большой реке, ничто так не стесняет, как вещи. Брать с собой надо *минимум* вещей обычных и лучшего качества. Чем меньше с собой вещей, тем больше независимости и тем больше остается времени для своего прямого дела и для отдыха.

К этому правилу минимума есть, однако, поправка. Полевая работа геолога тяжела физически, поэтому ему нужен хорошо обставленный отдых. Геолог должен брать с собой *складную кровать*, обыкновенную (не надувную) подушку и одеяло; на холоду вместо одеяла применяется *спальный мешок* (шириной в 75 см), который имеет зашитую нижнюю часть и застегивающуюся верхнюю; идея мешка в том, что нет доступа холодному воздуху; в меховом мешке можно спать на морозе. Человек, проведший на ногах весь день, должен для следующего дня хорошенько отдохнуть, что можно сделать только на кровати, на которой тело лежит без напряжений от уклона или неровностей почвы, а кровать типа Грум-Гржимайло, весом в 7—8 кг, не столь тяжела и громоздка, чтобы от нее отказываться.

Второе, что является необходимым, это *палатка*, при всех тех работах, где почевки не будут под крышей. Палатка размерами 2×2 м с брезентовым полом и двойной легкой крышей, весит около 15 кг и поставить ее можно в ¼ часа. Через ¼ часа геолог имеет свое изолированное помещение, в котором кроме него никого нет, где сразу можно расположиться по своему усмотрению, начать свою работу в любое время, словом, палатка — это независимость на ночлеге. Конечно, палатка не нужна при стационарной работе, если есть квартира, но своя кровать и в этих случаях полезна.

Наиболее поместительный и употребительный тип палатки — датский, в виде домика; ветру лучше сопротивляются английские палатки (пирамидальные), но в них меньше места; для большого числа

людей (10—15 человек) можно брать «турецкую» палатку — круглую, вроде самоедского чума. При датской палатке великолепна американская система двойной крыши; идея такой крыши состоит в том, что вместо толстой, слабо промокающей ткани, ставятся как бы две палатки, одна внутри другой. Вторая крыша принимает на себя большой дождь, а на основную палатку приходится уже отдельные капли, которые легко скатываются. Палатки из толстого брезента, однако, теплее двойных из легкой ткани. При сильных ветрах напор на стойки бывает столь силен, что нередко они ломаются. Полезно давать посредине как задней стенки, так и передней, где она открываеся, оттяжки, которые прикрепляются к коньковым веревкам.

Для одного человека надо брать датскую палатку  $2 \times 2$  м, в палатке  $2 \times 1\frac{1}{2}$  слишком тесно, выгода же в весе и объеме ничтожная; в палатке  $2 \times 2$  м хорошо жить вдвоем, но для троих уже надо  $2 \times 3$  м. Если излишний вес не обременителен, то в палатке  $2 \times 3$  м можно жить и одному, уже с большим комфортом. Палатки больше  $4 \times 3$  м лучше заменять несколькими меньшими: чем больше палатка, тем в ней холоднее, ее дольше и труднее ставить, труднее выбрать ровное место для постановки, длины стойки и т. д.

*Брезент* на полу палатки необходим везде: в сырых местах он предохраняет от сырости, в жарких — от пыли на полу, и везде — от ветра из-под основания палатки.

Складной *стол* удобен (но не со шторной, скатывающейся столешницей), хотя легко обходиться и без него, устраиваясь на выючных чемоданах, писать же можно на доске ящика, на коленях. Стулья излишни, можно сидеть на кроватях; если же брать, то складные, трехногие, или с 4 ножками, но с брезентовым сиденьем, избегая складывающихся вдвое с деревянным сиденьем.

Если работа предстоит в населенных местах, то личное снаряжение проще: нет обзаведения посудой, нет выючного и палаточного снаряжения, короче — дом, кухня обеспечены; гораздо сложнее выючное снаряжение.

При выючном способе передвижения все, по возможности, должно быть компактно и облегчено. Палатка снабжается составными палками, ясеневыми, а не сосновыми, лучше брать только две стойки (при палатке датского типа коньковую палку заменяют стальным тросом, боковых вовсе не берут). Палатка при этом провисает, легче пропускает дождь, менее поместительна, но зато исключаются три палки из пяти; при работе с лодки или экипажа палки лучше взять все.

Для выючного передвижения необходимы *переметные сумы*, брезентовые (мягкие), или *чемоданы* (из переклейки, обшитые брезентом или кожей, бывают даже стальные). В мягкие больше укладывается, они растяжимы и поэтому для разной кухонной рухляди, постельных вещей, грубых инструментов удобнее. Для вещей, боящихся ударов, и тех вещей, которые приходится укладывать без тщательной упаковки, — лучше жесткие чемоданы. Мягкие сумы прочнее, потому что лошадь обламывает края переметных чемоданов, зацепляясь за скалы, деревья, или ломает их, свалившись, но вещи в переметных чемоданах сохраннее. Таким образом, для выючного передвижения

надо иметь с собой и мягкие брезентовые сумы и жесткие чемоданы из переклейки.

При вьючке важно, даже необходимо, чтобы вьюки были уравновешены, иначе вьюк собьется на сторону и его придется перевьючивать.

Вопрос о вьючных седлах — большой, и при форсированных вьюках не разрешенный. Если дорога состоит из беспрерывных спусков и подъемов, а вьюки тяжелые, то избежать натирания спины лошади трудно. Помогают туго подтянутые нагрудники и подфоя, уравновешенность вьюка, сосредоточенность его веса в продольном направлении, главное — хорошая пригонка седла и мягкость потников, которые ежедневно должны перетираться; но наиболее действительный способ избежать порчи лошади — легкость вьюка.

При всяких условиях работы можно рекомендовать холщевые или брезентовые мешки с затягивающимся верхом, различного размера, от 30 до 80 см длиной. В эти мешки можно укладывать провизию, белье, а также завернутые коллегции. Удобство таких мешков состоит в том, что упрощается укладка вещей, и при нужде в каком-нибудь предмете открывается определенный мешок, при укладке упаковываются определенные мешки, а не отдельные предметы. Такие мешки заменяют собой толстую оберточную бумагу, в которую пришлось бы заворачивать известную серию предметов.

Из всех способов передвижения самое спокойное в лодке и в автомобиле. Если реки не очень мелки, то не приходится очень скупиться на груз, но если предстоит доходить до вершин мелких притоков, волоком перетаскиваться в другие системы, или предстоит плавание по мелкой или порожистой реке, то и при лодочной работе приходится руководствоваться принципом минимума. При лодочном и колесном способе передвижения в дождливых местах необходимы брезенты для покрытия вещей.

Если приходится считать неуместным геологу самому охотиться, то все же для мест, где есть дичь или рыба, надо взять охотничьи и рыболовные принадлежности; всегда найдутся охотники.

Полезно иметь с собой ацетиленовый фонарь кроме фонаря «Летучая мышь», для осмотра выработок и в случае необходимости яркого освещения, например, при потере нужной вещи, при позднем возвращении, для освещения пути в опасном месте и т. п.

Всегда нужна небольшая аптечка, какой-нибудь лечебник, а также запас употребительных лекарств для раздачи населению.

Также при всяких условиях работы надо иметь небольшой набор инструментов для мелких поделок и починок в кожаном или деревянном футляре (отвертку, буравчик и пр.), материалы для починок белья и платья, при наличии лошадей — шорный и подковный инструмент и т. п. Всегда нужен топор.

На этом мы закончим с вопросом о снаряжении. Начинающий всегда берет с собой больше, чем нужно, и только в работе приходит к тому необходимому минимуму, с которым работаете удобно и бодро. В городе кажется, что то и другое может пригодиться, но этого брать не стоит, надо взять лишь то, что наверняка пригодится, без чего нельзя обойтись, и в зависимости от условий жизни и передвижения можно прибавить из вещей то, что вероятно пригодится.

### 3. План работы

Приступая к геологическим исследованиям, прежде всего надо строго определить задание работы, т. е. является ли она рекогносцировкой площади больших размеров и в новой местности или должна заключаться в составлении детальной карты, т. е. короче, задание выражается масштабом будущей геологической карты.

Какова бы ни была детальность работы, она ведется с самыми детальными картами в руках, но во все время работы необходимо помнить заданный масштаб или степень точности выполнения задания. Например, задание состоит в описании какого-либо месторождения, а маршрутная геологическая съемка служит лишь для общего геологического освещения местности, — в этом случае надо иметь в виду основную задачу и соразмерять время, потраченное на маршруты; с другой стороны, на таком маршруте могут встретиться места, дающие ключ к пониманию строения самого месторождения; здесь, очевидно, времени жалеть нельзя. Или детальная работа имеет задачей получение определенного ответа, который можно дать лишь при условии легких разведок; очевидно, в этом случае даже разведки не могут считаться лишними, наоборот, если задача — рекогносцировка для будущих детальных исследований или выбор места вырешения стратиграфических вопросов, — здесь никакие расчистки неуместны, надо бегло объехать возможно больше.

Вникнув в задание работы и ее внешние условия (климат, рельеф, способы передвижения, условия стоянок, удаленность от населенных пунктов и т. д.), изучив картографический материал, составляют приблизительный план работы. В этом плане выбирается база (одна или несколько) в населенном пункте, где может быть оставлено завезенное про запас снаряжение и продовольствие (здесь же и почтовый адрес). При маршрутной работе намечают маршруты, по возможности не больше 10 км в день,<sup>1</sup> стараясь расположить их направление вкрест общему простиранию и с расчетом, чтобы они не повторялись. При детальной съемке намечаются приблизительно места стоянок, которые выгоднее чаще менять, чтобы ходить не надо было дальше 3—4 км от стоянки. Лошадьми можно пользоваться и при детальных работах для быстрейшего достижения места съемки. Возможность пользования автомобилем может сильно сократить сроки выполнения работы, так как много времени теряется на бесполезное передвижение к месту работы и на перемену стоянок.

БИБЛИОТЕКА  
Геологического Ин-та  
Арт. Фил. Наук АН Арм. ССР



<sup>1</sup> Если обнажения редки.

## ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПОЛЕВОЙ РАБОТЫ

Задачей полевого геолога является сбор материала для выяснения геологического строения, зависимости рельефа от этого строения (геоморфология), выявление и изучение месторождений полезных ископаемых, водоносности и часто специальных вопросов строительства.

Объектами для сбора геологического материала являются *обнажения*, т. е. выходы на поверхность горных пород, не закрытые новейшими наносными отложениями, причем используются геологом в одинаковой мере как обнажения естественные, т. е. вскрытые природой, так и искусственные, созданные работой человека; к последним принадлежат обнажения, произведенные как для строительных целей (дорожные выемки, карьеры и пр.), так и со специальной целью их создания при разведках (шурфы, каналы, буровые скважины).

Природа настолько разнообразна, что нельзя выработать какую-либо всеобъемлющую инструкцию для геологических исследований. Можно привести несколько типичных примеров, дать общее понятие о работе и посоветовать никогда не работать в качестве бессознательного сборщика фактов. Надо все время иметь в виду конечную цель съемки и, непрерывно анализируя и оценивая встречающиеся факты, стараться предугадать, что будет встречено впереди. В разведочном деле такое предвидение совершенно необходимо, в деле же геологического картирования разница с разведкой будет заключаться в том, что для проверки своего предположения мы не можем создать обнажения (т. е. сделать его искусственно), но можем его и скатать. Работа с таким подходом не только наиболее продуктивна, но и интересна. Однако следует предостеречь полевого исследователя, чтобы он, в угоду создавшейся в его представлении идее строения, не толковал факты пристрастно в пользу этой идеи.

Последнее замечание мало имеет отношения к детальной съемке на хорошо обнаженной площади, где обычно нет места для произвольных построений, где на карте выражено все то, что обнажили природа и человеческий труд; но оно приобретает значение при съемках не детальных или в плохо обнаженных местностях и особенно при маршрутной съемке, при которой материал собирается отрывочный и часто случайный (по маршруту).

Геологическая съемка основана частью на *наблюдениях* (в обнаженных местах), частью же (в необнаженных) на *геометрических построениях* (сечение пластов рельефом поверхности), на-

конец, на предположениях, основанных на косвенных признаках, начиная от геоморфологических до таких, как развитие растительности и т. п.

В результате сбора фактического материала и его обработки должно явиться описание этого материала и графическое изображение геологического строения в виде геологической карты, на которой показывается распространение на поверхности тех или иных геологических образований, причем для осадочных пород принимается возрастной или стратиграфический признак.

Хотя при составлении геологической карты разделение различных обозначенных площадей или полос берется для осадочных пород по возрасту, в процессе съемки собственно принимается литологический признак, так как на основе карты проводятся границы или контакты литологически различных образований, и уже

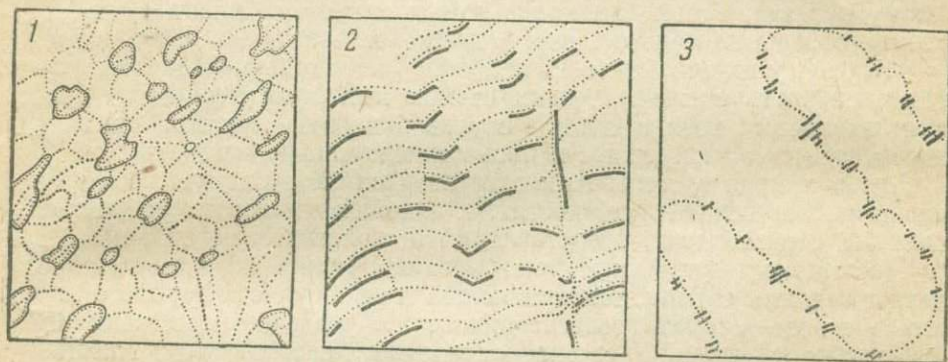


Рис. 3. Три способа расположения маршрутов при геологической съемке: 1 — ооконтуриванием обнажений; 2 — съемкой по простиранию, по контактам; 3 — маршрутно, вкрест простирания. Пунктир — маршруты.

в дальнейшем по возрастному признаку, одним каким-либо условным обозначением, соединяются свиты, могущие различаться литологически.

Таким образом, важнейшим моментом геологической съемки является нанесение контактов — *стратиграфических*, *интрузивных* или *тектонических*.

В дальнейшем будет сказано, что надо наблюдать, как надо наблюдать и какие выводы из наблюдений можно сделать.

Вообще может быть три способа, с помощью которых можно покрывать подлежащую исследованию площадь:

- 1) осмотром обнаженных мест, изучая и *ооконтуривая* их на основе, т. е. работая по всевозможным направлениям;
- 2) нанесением на основу контактов, т. е. работая по простиранию;
- 3) пересечениями вкрест простирания.

Часто даже при съемке какого-либо одного района приходится применять комбинированные способы. На рис. 3 показаны эти три метода съемки, причем пунктиром показан маршрут геолога на площади съемки. Выбор способа зависит от детальности съемки, от степени обнаженности, геологического строения и его сложности.

## 1. Задание и масштаб съемки

Задание геологической съемки может быть очень разнообразным и находится в зависимости от того времени, которое может быть уделено на съемку известной площади. Съемка может быть *детальной*, *маршрутно-площадной* и *маршрутной*.

При *детальной* съемке должны быть обойдены все обнажения, необходимые для понимания строения исследуемой площади, при *маршрутно-площадной* — площадь покрывается густой сетью маршрутов, но карта получается закрашенной сплошь, наконец, при *маршрутной* — маршруты располагаются настолько редко, что карта может быть закрашена лишь полосами, а если и закрашивается сплошь, то весьма приблизительно. Хорошо различимыми типами являются только крайние два.

Детальные съемки производятся только в тех районах, которые заключают какие-либо полезные ископаемые, и масштаб таких съемок обычно не мельче 1 вер. в дюйме, или 1 : 50 000.

*Маршрутно-площадные*, или региональные съемки, составляют часть систематических съемок всей территории под ряд, лист за листом, хотя и в этом случае в первую очередь снимают листы заведомо интересные в промышленном отношении.

Чисто *маршрутные* съемки ведутся в геологически совершенно не освещенных местностях, и задачей их служит получение, хотя бы схематически, представления о геологическом строении.

Масштаб существующей уже топографической основы не определяет задания съемки, так как можно и на хорошей, крупного масштаба основе работать рекогносцировочно, редкими пересечениями; но, наоборот, задание съемки определяет необходимый масштаб основы, так как нельзя составлять геологической карты более крупного масштаба, чем масштаб топографической основы. Однако только масштаб карты еще не определяет ее детальности, так как и при сравнительно мелком масштабе может быть исчерпывающе показано геологическое строение, если последнее очень просто, например, при горизонтальных отложениях и редких обнажениях; с другой стороны, обилие материала (т. е. обнаженность) и очень сложное строение для исчерпывающего его изображения требует очень крупных масштабов.

Возможная полнота и точность съемки зависят от количества обнажений, так как на обнажениях мы получаем материал, имеющий значение фактов. Поэтому при съемках очень крупного масштаба (при разведках) прибегают к созданию обнажений искусственных. Так как искусственные обнажения, стоящие денег и времени, создаются в местах особо важных для выяснения геологического строения, — они должны изучаться очень внимательно, но ошибочен взгляд, что факты, даваемые скважинами или шурфами, важнее тех, которые мы можем получить из естественных обнажений.

Масштабы карт *детальных* берутся не мельче 1 : 50 000,<sup>1</sup> (1 в. в 1 д.), но при очень простом геологическом строении *детальными* могут считаться и съемки 1 : 125 000 (3 в. в 1 д.). Масштабы *маршрут-*

<sup>1</sup> В Англии 1 : 10 000.

ных и маршрутно-площадных съемок очень разнообразны и зависят часто от существующих топографических карт. Еще разнообразнее масштабы карт маршрутных.

## 2. Изучение обнажений

Чем больше обнаженность, тем точнее и полнее полевая работа. Каждое место наблюдения должно быть точно фиксировано на карте, причем особенно важно относительное расположение обнажений (или точек наблюдения). Как было указано, при горизонтально залегающих породах большее значение приобретает точность величины относительных высот по сравнению с точностью определения точки наблюдения на карте; последнее важно при отложениях не горизонтальных.

**Определение положения места обнажения на карте.** Определение положения места обнажения на карте упрощается при инструментальной геологической съемке. Также легко ориентироваться на аэрофотоснимках, если местность не покрыта густым лесом.

Найти точку стояния по карте, если она на ней не выражена, приходится либо засечками, помощью горного компаса на отмеченные на основе пункты, или отсчитыванием расстояний шагами от таких точек. Основа (как, впрочем, и всегда) держится ориентированной по компасу (принимая во внимание магнитное склонение), и карандашом на-глаз прокладывают линии засечек или направления для счета шагов.

При хорошей основе необходимо двигаться, не теряя ориентировки. Двигаясь по намеченному на карте направлению (река, дорога), обыкновенно приходится отмечать только расстояния, если нет по пути достаточного числа отметных точек. Во всяком случае при каждой отмеченной по пути точке следует проверить полученные расстояния и начинать счет времени или шагов снова.

При сборе материалов необходимо всегда иметь в виду задание работы, а потому и цель сбора того или иного материала. Поэтому не следует затруднять себя сбором того, «что может быть кому-нибудь пригодится». Времени мало и на то, чтобы выполнить заведомо необходимое.

Второе, что надо помнить, это правило, по которому «незаписанное — не наблюдалось». На память полагаться нельзя, все надо записывать. Как бы ни было свежо впечатление наблюдавшегося, со временем оно будет затмнено новыми наблюдениями. Материал должен собираться так, как будто он будет обрабатываться кем-то другим.

**Записная книжка и дневник.** Главный материал заключается в записной книжке и полевой карте. Каждая книжка должна иметь на первой странице: кем она заполнялась, год работы, местность или планшет и просьбу (в случае утери) доставить по определенному адресу.

Каждый день записи начинается датой и указанием места работы; если в какой-либо день работы в поле не было — все равно это отмечается в книжке. Геологические наблюдения записываются только на правой стороне для лучшего сохранения написанного, левая оставляется для схематических разрезов, рисунков и пр.

При *детальной съемке* главный след работы оставляется не в записной книжке, а на карте, в книжке же записываются наблюдения над измеряемыми разрезами, разного рода контактами и другими геологическими явлениями, которые нельзя изобразить на карте.

Каждая запись должна быть приурочена к определенному месту, точке наблюдения, которое на карте, в книжке и в коллекциях обозначается «номерами обнажения»<sup>1</sup>. Даже в том случае, если запись касается очень длинного обнажения, совершенно однородного, выбирается типичная точка, к которой приурочено описание, затем уже может быть указано, что то же самое или с такими-то изменениями протягивается на таком-то расстоянии.

Принято на полевой карте обозначать место обнажения маленьким кружком с номером обнажения.

Писать в книжке надо карандашом, четко, без сокращений. Вечерами в той же книжке (или в особой тетради) надо писать дневник (лучше чернилами, если тетрадь особая), отделяя этот дневник чертой от фактических полевых наблюдений.

В дневнике пишется общий обзор виденного и сделанного, любыми обобщениями, какие бы ни пришли в голову.

В полевую записную книжку заносится все, касающееся геологической стороны работы; не следует засорять ее посторонними записями (адресами, расходами); полевая книжка есть документ, и под таким углом зрения и надо смотреть на полевые дневники.

При *маршрутных* работах книжка ведется в таком же порядке; она приобретает здесь еще большее значение, так как в записной книжке отображается вся работа геолога, часто даже топографическая, если ведется глазомерная съемка. Система нумерации обнажений проводится здесь еще строже. Вечерами запись дневника за день еще необходимее, потому что при *детальной* работе истинное понимание геологического строения из карты выступает само собой, а *маршрутная* работа — схематическая, и построение схемы в несравненно меньшей степени опирается на факты, так как при *маршрутных* работах на единицу площади приходится несравненно меньше наблюдений фактических, а потому запись должна вестись подробнее; каждое место может быть по большей части посещено лишь однажды; таким образом только то, что записано, в дальнейшем послужит материалом для описания, досмотреть пропущенное или неясное уже будет нельзя.

**Полевые обозначения.** С картой в руках геолог при *детальных* исследованиях обходит выбранные горизонты, контакты изверженных пород, жилы, сбросы. Если к какому-либо месту относится запись в книжке, на карту ставится маленький кружок с порядковым номером обнажения.

Полевые обозначения собраны на рис. 4, причем в скобках поставлены некоторые обозначения, употребляемые в других странах.<sup>2</sup> Конечно здесь приведены не все обозначения для других частных случаев. Например, в районе могут встретиться какие-либо характерные явления (древние стоянки человека, конечные морены, кар-

<sup>1</sup> Неточный, но утвердившийся термин.

<sup>2</sup> Первые три обозначения таблицы (контакты) следует изображать возможно тонкой линией.

стовые воронки, кировые потоки, отложения источников и т. п.), положение которых на карте стоит отметить. Не надо считать себя обязанным всюду ставить соответствующие значки, иначе можно ис-

<p>— — — контакт согласно и непрерывно пластуныщихся свит (наблюдаемый и предполагаемый)</p> <p>— — — контакт трансгрессивный или с угловым несогласием (наблюдаемый и предполагаемый)</p> <p>— — — контакты активные изверженных пород (наблюдаемые и предполаг.)</p> <p>— — — контакты тектонические (набл и предп) (жирные или красные линии)</p> <p>○ 325 обнажение и его №</p> <p>⬭ выход пород (внутри) среди наноса</p> <p>↘ 25 простираение, падение и угол падения</p> <p>⊕ горизонтальное залегание</p> <p>⊕ ↗ вертикальное залегание (стрелка в сторону кровли)</p> <p>↘ 35' опрокинутое падение и угол падения</p>	<p>⚡ рудник работающийся — — — заброшенный</p> <p>□ (■) шахта и штольня</p> <p>⊙ буровая скважина</p> <p>♀♂ родник холодный и горячий</p> <p>●● тоже минеральный</p> <p>⊖ горячее жидкое</p> <p>■ — — — твердое</p> <p>⊕ газы</p> <p>+<sup>Pb</sup> металлическое ископаемое</p> <p>(○) D ○ ≠ ⊕ ⚡ ⚗ ♂ ⚗ Au Ag Cu Mn Ni Pb Sn Fe Zn</p> <p>⊕ неметаллическое ископаемое</p> <p>△ строительные материалы</p>
<p>⤴ преобладающее падение</p> <p>⤴ нарушенные пласты купол</p> <p>1 ↘ 2 сброс вертикальный (супавшим крылом) (1) и неопределенного на правления (2)</p> <p>↘ 60 сброс, падающий 60°</p> <p>↘ 60 взброс (или надвиг), падающий 60°</p> <p>↘ 60 направление (25°) борозд скольжения на сбрасывателе под 25° (стрелка — движение высшего крыла)</p> <p>↘ 60 тоже, когда известен только наклон борозд скольжения</p> <p>↘ 60 свдиг падающий 60°</p> <p>⤴ — (⤴) ось антиклинали</p> <p>⤴ — (⤴) тоже синклинали</p> <p>⤴ — → направление погружения шарнира антиклинали</p> <p>⤴ — → тоже синклинали</p> <p>⤴ — (↘) опрокинутая антиклиналь и падение крыльев</p> <p>⤴ — (↘) тоже синклинали</p>	<p>⊖ бараний лоб</p> <p>(○ — ⊖ — ⊖ — ⊖ — ⊖) (10)</p> <p>× + * эрратические валуны</p> <p>1 ↘ 2 морские террасы</p> <p>2 ↘ речные — — —</p> <p>⤴ террасовые уступы</p> <p>⤴ береговые валы</p> <p>⤴ кары</p> <p>⚡ ↗ места надрезок позвоночных</p> <p>⊖ ⊖ — — — беспозвонок { пресноводных морских</p> <p>⊖ — — — растит. остатков</p> <p>⤴ фотографические снимки</p>

Рис. 4. Полевые обозначения. В скобках некоторые обозначения других стран.

пейнить полевую карту до такой степени, что на ней ничего нельзя будет разобрать. Это замечание особенно касается последних 12 значков, если не ведется специальная съемка четвертичных отложений.

Много вариантов значков было предложено для изображения величины угла падения. Самое простое было бы изображать величину пропорциональной котангенсу угла падения, но невозможно выбрать такой масштаб котангенсов, который был бы пригоден одновременно и для крутых и для пологих углов.

**Ведение карты.** Работа вечером, как и глазомерная съемка, обводится иenkами и карта раскрашивается цветными карандашами. Карминовый иenk оставляется для сбросов, остальные цвета распределяются таким образом, чтобы соседние горизонты, по возможности, отличались друг от друга; при выборе легенды цветов для раскраски карандашами полевой карты нет надобности придерживаться какой-либо установленной легенды, цвета подбираются так, чтобы соседние, по возможности, контрастировали.

Каждый планшет должен иметь на полях легенду обозначений.

На полевых картах наблюдаемое от предполагаемого должно в обозначениях отличаться; последнее проводится пунктиром.

Если съемка ведется пересечениями, то маршруты наносятся на карту; если сеть маршрутов слишком густая, то их наносить надо на отдельную карту. На карту же наносятся места стоянок, с обозначением времени пользования ими; такие указания на маршруты и стоянки помогают, как документ при коллекциях, и зачастую легко устраняют встречающиеся при обработке материала неясности.

Кроме того, на карту могут наноситься и другие обозначения, например, места фотографических снимков, даже с указанием стрелкой, в каком направлении снимок сделан, и номер снимка, но полевыми обозначениями не следует загружать карту, и обязательными являются номера обнажений, границы контактов, линии разрывов и осей складок; стрелки залегания ставятся уже не везде.

При всякой съемке, особенно при детальной, необходимо переносить дневную работу на чистой неразрезанный экземпляр карты. При этом выясняются пропуски в работе, рассматриваются под свежим впечатлением неясности, допущенные в условиях полевой работы; на такой копии можно обобщать фактический материал (пунктир) без ущерба для объективности; наконец, в чистовом экземпляре мы имеем на случай утери оригинала копию такого важного документа, как карта.

Если при геологической съемке будут замечены неправильности или пропуски в основе, то их надо исправлять с перенесением на чистой экземпляр. Но следует избегать излишнего критицизма к работе топографа. Если съемка плоха, то не дело геолога ее исправлять: у него есть свои обязанности и нет времени и инструментов сделать это хорошо. Исправлять надо явные погрешности, сильно влияющие на верность передачи картой геологического строения.

### 3. Различные условия съемки

В тех случаях, где возможно картирование по простиранню, оно так и ведется; но в условиях слабой обнаженности, например, на нашем севере или в средней полосе, где ведется систематическая

10-верстная съемка, или в таежных условиях Сибири, «протягивание» пластов невозможно. В лесистых (Урал, Сибирь), заросших густой растительностью, местностях сначала проходят все тропы и речки (часто наоборот: сохраняются обнаженными водораделы). Работа сводится к поискам обнажений и принадлежит к типу, изображенному на рис. 3, 1, т. е. к оконтуриванию обнаженных мест. Если отложения не горизонтальны, то положение точек обнажений становится весьма важным, а так как в лесистых местах и топографические съемки хуже и ориентировка затруднительна, то геологическая съемка дает результаты, не соответствующие затраченному труду.

Наиболее простые условия съемки, если исключить трудности обстановки, — среди горизонтальных отложений в условиях пустынного рельефа, так как обнаженность хорошая, рельеф своеобразен (легко ориентироваться). Да и при негоризонтальных отложениях пустыня благоприятствует картированию, так как ничто так не затрудняет геолога, как нанос, скрывающий то, что изучается.

#### 4. Колонка

При съемке среди осадочных пород громадную роль играет установление *колонки* или *нормального разреза*, т. е. последовательности отложений с их характеристикой — мощности, петрографического состава, окаменелостей и других свойств, которые могут характеризовать отдельные пласты и целые свиты. Без знания колонки ведущий геологическую съемку принужден описывать каждый раз состав пород в обнажениях, вне связи с наблюдениями на обнажениях соседних. Только при установленной колонке можно разгрузить запись от повторений и сопоставлять между собой наблюдения на разных обнажениях для выяснения тектоники исследуемой местности.

#### 5. Запись и зарисовка разрезов, составление колонки

В природе нормальный разрез обычно бывает гораздо сложнее, чем та запись, которую надо сделать. Не следует гнаться за очень большими подробностями, потому что за деталями легко потерять общий характер перемежаемости пластов. Между тем, каждый разрез должен передавать этот характер так наглядно, как рисунок. В некоторых случаях нет никакой надобности замерять прослойки и даже пласты; например, цементная свита на Черноморском побережье сложена тысячами прослоек так называемого «трескуна» различных оттенков; если вся толща однообразна, несмотря на ее мощность, то она должна быть измерена как одно целое, а для примера перемежаемости можно смерить пачку десятка в 2—3 прослойков. Если среди пласта известняка чистого попадаются тонкие пропластки железистого или глинистого, но весь пласт выделяется как целое, то в этом случае обозначается пласт известняка лишь с указанием на существование таких прослоек; можно указать и число их.

Характерные прослойки, хотя бы и не бросающиеся в глаза, надо выделять; такие прослойки, которые при некоторой устойчивости могут быть отысканы в других местах свиты, пригодны

как *опорные* или *руководящие* для картирования и для параллелизации.

Расчленив измеряемый разрез на горизонты, придаем каждому из них букву латинского алфавита. Кроме резко выделяющихся пластов, снабженных буквой, тоже одной буквой будет обозначена целая свита мелких прослоек, если мы не расчленим ее. Часто необходима разметка буквами не только пластов и нерасчлениваемых пачек, но и толщи осадков, содержащих несколько наших горизонтов. Такие объединенные толщи, размеченные буквами другого алфавита, выделяются или по возрасту (чаще всего) или при явной смене режима отложения осадков; например, имеем расчлененную буквами толщу песчано-глинистую, которая сменяется известняками с прослойками мергеля, дальше разнообразные соленосные и гипсоносные породы и т. п.

Измерением разреза в одном месте или в двух ограничиться нельзя; надо измерения повторять, чтобы получить понятие об изменениях в свите в горизонтальном направлении как в *фациальных* отношении, так и по мощности. В этих случаях помогают *руководящие* горизонты, т. е. те, которые дают возможность ориентироваться в новом обнажении по своей характеристике и неизменяемости, идя от которых вверх и вниз толщи, можно найти и другие горизонты или же установить их выклинивание, а также вклинивание новых.

**Зарисовка разреза.** Измеряемый разрез зарисовывается в книжку (с левой стороны), что важно для запоминания разреза, а также для наглядности записи и для характеристики внешнего вида, в каком пласты обнажаются. На такой зарисовке помещаются буквенные разметки, углы замеренных падений, углы склона и азимуты, по которым мерили, и измерения расстояний в метрах, например, как на рис. 5.

Здесь до пласта песчаника в 0,9 м ( $f_3$ ) мерили вниз по склону, причем до каждого пласта до  $e$  взята отдельная буква, а начиная с отложений ниже  $e$  все объединено под буквой  $f$  до горизонта  $g$ . Показаны места измерений падения со знаком  $\angle$  (слева), справа показаны при стрелках углы склона, под которыми производились измерения. До почвы  $e$  мерили вкрест простирания, начиная с  $f$  измерения были под некоторым углом к восставанию, что показано в скобках при стрелках (азимуты измерений). Пропуски в обнажении показаны знаком вопроса; если для мест этих пропусков (на соседнем обнажении) встретились выходы, которые следовало бы отметить, пришлось бы менять буквенные обозначения, потому буквы со значком  $f_2$ ,  $f_3$  и так далее оставляются для мелких отличий в пределах пласта или горизонта  $a$  или  $f$ . Если предполагается, что на пропуске могут быть породы, которые потребуют выделения особыми буквами, лучше оставить для них особую букву ( $g$ ). Вся толщу обнажения можно разбить на две свиты  $A$  и  $B$ , а с  $h$  начинается новая свита  $C$ .

Пересчитанный на истинную мощность разрез вычерчивается в масштабе в виде *колонки* (правая сторона рис. 5), причем все такие нормальные разрезы в виде колонок надо вычерчивать в одном и том же масштабе для удобства сравнения их между собой. Можно

лишь наметить себе несколько масштабов для разнородных свит, так как некоторые свиты, например, третичные, допускают очень дробное деление, другие, например, мощные палеозойские, вышли бы при крупном масштабе излишне длинными.

Типичные нормальные разрезы хорошо в копиях иметь при себе в поле. Если свиты тесно окрашены, то и копии эти полезно соответственно раскрасить, так как цвет пород резко бросается в глаза.

**Зарисовка обнажений.** Запись наблюдаемого по возможности должна сопровождаться чертежом или рисунком. Здесь, казалось бы, достаточно фотографического снимка, который точно передает

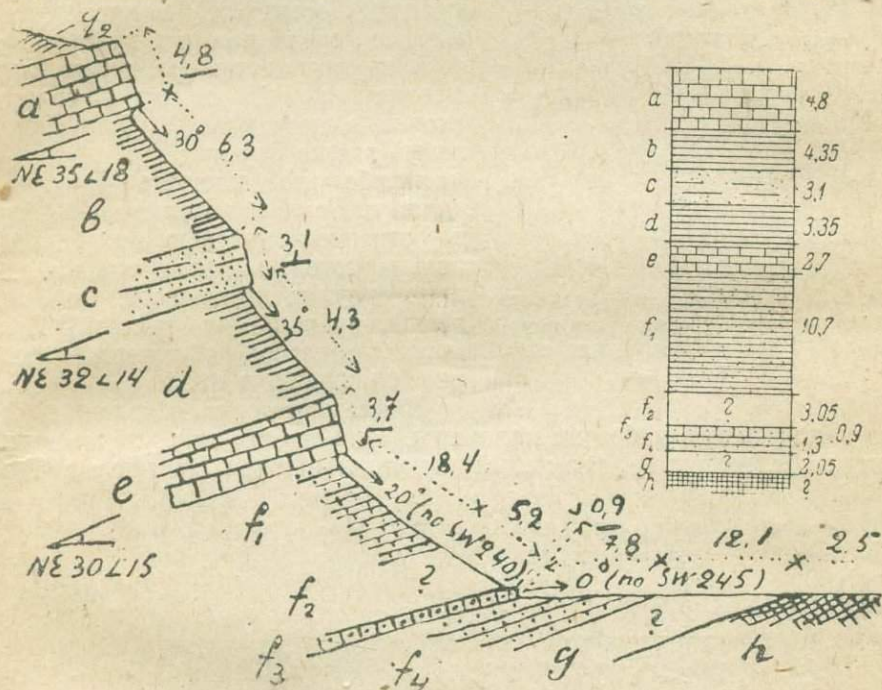


Рис. 5. Зарисовка замеряемого разреза свиты. Справа помещена колонка, у которой даны пересчитанные истинные мощности.

природу. Однако с этим согласиться никак нельзя — фотографический снимок безразличен. На снимках отлично выходит передний план, очень плохо отдаленные предметы, главный же недостаток — однообразие в важном и неважном.

Рационально принять за правило, что все снятое фотографическим способом должно быть, кроме того, зарисовано.

Обнажения зарисовываются в записной книжке на левой странице, сопровождаются номером обнажения, ориентировкой по странам света или азимутом, до которому срисовывается обнажение, а для предметов близких — масштабом, который выражается либо клеткой бумаги, либо на самом рисунке стрелками. Зарисовка снабжается буквами на интересных точках, с пояснениями тут же на полях значений этих букв, которые со-

ответствуют описанию обнажения на правой странице книжки, можно от этих точек выводить линии на поля, где пишутся пояснения значения этих мест.

Зарисовать следует каждое оригинальное обнажение. Иногда важна последовательность пород, т. е. разрез, но в этом случае описание с размерами пластов еще не дает полного представления, так как на рисунке показываются и формы выхода, например вертикальные обрывы крепких пород

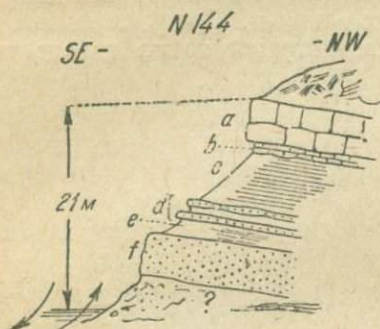


Рис. 6. Зарисовка обнажения (№ 144) в виде разреза. Стрелки слева показывают на каком берегу находится обнажение.

(рис. 6), как известняки *a*, под которыми пологий склон, частью закрытый осыпями, скрывающими мергели, среди которых ниже могут торчать пропластки песчаника или известняка *d*, внизу — толсто-слоистые песчаники *f*. Такие разрезы важно сразу зарисовать в масштабе по клеткам записной книжки. Если обнажение на берегу, то стрелкой показывается направление течения (левая стрелка нашего рисунка показывает, что берег левый, правая — что правый). Примеры зарисовок обнажений дают рис. 25, 29, 36 и 83.

Кроме зарисовки обнажений часто надо сделать набросок панорамы, если наблюдается интересный ландшафт, например, размытый пенеплен в горах Кара-тау в Тур-

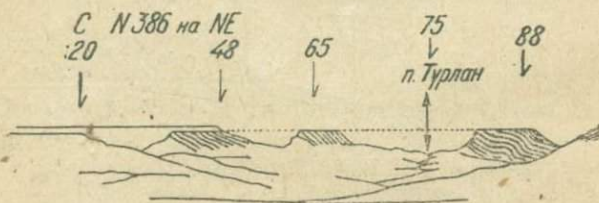


Рис. 7. Набросок панорамы (поверхности пенеплена).

кестане (рис. 7). На рисунке изображено лишь самое существенное — размытые поверхности пенеплена и видимые падения пластов; цифрами показываются засечки с точки стояния.

## 6. Коллектирование

Коллекции могут собираться с тройкой целью: 1) для обработки и сравнения между собой отдельных наблюдений, 2) для иллюстрирования строения известного района в музее и 3) с целью сбора интересных по своему научному или педагогическому значению образцов.

Для первой цели часто берется в поле временный образец, например, для сравнения с ранее взятым из того же горизонта или той же изверженной породы; такие образцы в коллекции будут повторными,

могут служить дубликатами. они не выбиваются столь тщательно и берутся меньших размеров, чем образцы для музея.

**Отбивание образцов горных пород.** Образцы для музея отбиваются тщательно в виде параллелепипеда, толщиной около 1,5 см и размерами 6 × 9 или 9 × 12 см (размера фотографических пластинок). Образец должен иллюстрировать свежую породу, для чего от скалы сначала отбивается верхний выветрелый слой (рис. 8), причем уже готовится одна свежая грань для будущего образца, затем отбивается другой кусок, с таким расчетом, чтобы при отбивании образца молотком получилась другая параллельная грань; получив таким образом плоский образец больших, чем надо, размеров, уже на руке обколачивают его до требуемых размеров.

При обколачивании образец держат в левой руке и бьют передней гранью четырехугольного бойка молотка, а не его острием. Каждый удар должен быть рассчитан на его результат; поэтому для каждого удара должно быть выбрано соответствующее место; если кусок отбивается,



Рис. 8. Отбивание образца. Заштрихована кора выветривания.

то боли в левой руке нет, больно лишь при безрезультатном ударе. Бить образцы на земле или на другом камне, а не на руке — по большей части бесполезно, во всяком случае образцы получатся прыжные и обтрепанные. Мелкие углы можно доравнивать острым концом молотка. Острые, режущие углы образца притупляются молотком, чтобы они не рвали бумаги и не портили соседних по упаковке образцов.

Для отбивания образцов изверженных пород хорошо пользоваться балдой (кувалдой), помощью которой иногда только и можно добывать свежие образцы. Иногда для демонстрации результатов выветривания берут именно разрушенные образцы; можно и при свежем образце сохранить с одного бока поверхностную корку выветривания, если она не очень толста.

Отбивание образцов пород требует навыка, который необходимо приобрести, не жалея левой руки.

Для изверженных пород, к которым предполагается приготовить шлифы для микроскопического исследования, берутся еще небольшие осколки, получившиеся при отбивании образца (именно эти), а для тех, которые предполагается анализировать химически, еще берутся образчики в 1—1½ кг.

Для третьей категории образцов, имеющих самостоятельный интерес, нет ограничений в размерах и форме; сюда относятся шлифы минералов, руд, иллюстрации к интересным явлениям выветривания, кливажа, контактов, следы действия каких-либо геологических агентов — штриховки ледниковой, сбросовой и т. п.; другими словами, размер и форма образца прежде всего удовлетворяют той цели, с которой они берутся. Об окаменелостях речь будет впереди.

Образцы пород должны браться из всех пород измеряемого нормального разреза. На отдельных обнажениях образцы берутся тех пород, которые являются или новыми при исследованиях или иллюстрируют какие-либо изменения в породах уже встречавшихся, наконец, тех пород, определение и сравнение которых в поле является затруднительным. Если условия работы допускают, лучше взять больше, чем уже при обработке материала жалеть, что образец взят не был, тем более что можно брать временные небольшие образцы. При маршрутных работах или когда обнажения вообще редки, лучше брать образцы из всех обнажений.

В контактах изверженных пород надо брать серию образцов: один образец, если возможно, содержащий обе породы, и несколько образцов с различных расстояний от контакта в обе стороны; при дайках тоже надо брать образцы из центра и с боков.

В осадочных свитах часто наблюдается большое разнообразие пород в вертикальном направлении в виде мелких прослоек. Собирать все образцы часто бывает невозможно. В этом случае нужно руководствоваться, с одной стороны, чувством меры, а с другой стороны, масштабом работ и количеством обнажений. Как при измерении разрезов не все прослойки признаются заслуживающими выделения, так точно должно быть и в собирании образцов.

При взятии образцов руд надо брать не только большие штуфы красивого вида, но и с тем расчетом, чтобы образцы иллюстрировали месторождение со всех точек зрения: минералогической, генезиса, ассоциации рудных и нерудных элементов, наконец, с точки зрения состава руды.

**Пробы.** Как берутся средние пробы — известно из курсов разведочного дела, но для таких проб необходимы предварительная добыча сравнительно большого количества руды, специальные приборы (дробилки, делители) и затрата большого количества времени.<sup>1</sup> Полевому геологу для предварительного представления о среднем содержании металла все же недостаточно взять штуф для анализа; обычно штуфы невольно берутся содержания выше среднего. Необходимо взять хотя бы приблизительно объективную пробу; можно пробить зубилом несколько канавок поперек жилы или пласта и все осколки собрать; или накопить хотя бы 20—30 кг руды определенной мощности, разбить ее на мелкие куски и взять пробу на уменьшение крестом — это не займет много времени; если почему-либо нельзя и этого сделать, то надо взять несколько образцов с указанием на глаз: «бедный, средний, богатый» штуф. При взятии рудных проб надо следить, чтобы они соответствовали различным охарактеризованным участкам (мощность, отдельные части жилы и пласта и т. п.); зарисовки необходимы.

Для каменных строительных материалов образцы берутся следующих размеров: 25 × 25 × 40 см, если берется один, и 20 × 20 × 20 см, если три. Если на образце не видно направления плоскостей наложения или трещиноватости (бедности), то на

<sup>1</sup> Для взятия проб ГГУ изданы специальные инструкции: одна в 1931 г., другая в 1932 г. Серию таких инструкций полезно иметь в поле.

нем это помечают, потому что сопротивление раздавливанию по различным направлениям часто разное. Рыхлые строительные материалы, например, дорожные, берутся в количестве 15—20 кг.

При взятии образцов угля необходимо отмечать, в каком состоянии от поверхности они взяты, так как иногда до 40 м от поверхности угольный пласт превращен в сажу. Кроме того, берутся образцы кровли и почвы пласта. Образцы угля берутся и для анализа; так как качества угля весьма изменчивы даже в пределах одного пласта, то кроме образцов для коллекций должны быть взяты для анализа средние пробы. Для микроскопического анализа образцы должны иметь отметки верха и низа пласта. Для фосфоритовых залежей пробы берутся на 1 м<sup>2</sup> площади.

Кровельные сланцы должны удовлетворять многим условиям: способности пробиваться гвоздем, обрезаться, сопротивляться проникновению влаги перпендикулярно слоям и выветриванию, из которых некоторые можно установить наблюдениями на обнажении.

Полевая проба на содержание нефти в породе получается вытяжкой в растворителе (например, бензоле). Испытуемая порода в мелком порошке заливается бензолом в пробирке; получаемое бурое окрашивание сразу или после подогревания, или, наконец, бурое кольцо на часовом стекле после испарения профильтрованного на него раствора указывают на присутствие нефти.

Выходы природных газов могут принадлежать редким газам (например, гелию). Для взятия пробы газа надо его собирать опрокинутой воронкой, от которой газ отводится резиновой трубкой в 2-м бутыл, опрокинутую горлом в воду, причем бутыл сначала наполняют водой. Как только газ вытеснит из бутыл воду на  $\frac{5}{6}$  ее объема, горло бутыл закрывают пробкой и замазывают ментоловской замазкой. Бутыл с пробой газа хранится опрокинутой горлом вниз.<sup>1</sup>

Образцы (пробы) воды берутся в количестве около 2 л в бутыл, которые многократно оцоласкиваются водой пробы. Температура источника измеряется особыми «ленивыми» термометрами, сравнительно долго держащими свою температуру (пока термометр будет выниматься).

Расход воды в источниках измеряется каким-либо сосудом по секундам наполнения.

Для измерения расхода воды в потоке измеряют в двух местах площадь живого сечения потока и поверхностную скорость по плавок между этими сечениями.

Пробы соляной рапы берутся через 0,5 м особым прибором в количестве 2 л для полного анализа и 300 г для неполного.

**Сбор окаменелостей.** При сборах окаменелостей часто бывает, что долгое время в породе их не находят, а после первой находки сборы идут уже быстро. Это зависит от того, что глаз приравнивается к характеру фауны и способу ее сохранения. Очень часто

<sup>1</sup> См. Инструкцию по регистрации и опробованию выходов природных газов. 1933.

нелые породы не дают сборов даже в продолжение целого дня поисков; но если окаменелости необходимы, а порода такова, что в ней они сохраниться могут, то нужна большая выдержка и сила воли, чтобы продолжать поиски.

Окаменелости собираются из строго определенного слоя; смещение фаун из разных горизонтов иногда ведет к выводам, засоряющим науку и затемняющим практическое применение палеонтологии. Но весьма часто в крепких палеозойских породах послойный сбор очень труден, потому что заметить окаменелости в скале не удается или выбить их из скалы трудно. Поиски в осыпях быстро приводят к положительным результатам, ибо самые глыбы в осыпях выветрились, раздробились, и выколачивание из них фауны легче. Из осыпей и делаются, главным образом, сборы палеозойских фаун, если только осыпь заведомо приурочена к определенному горизонту, к которому мы относим фауну. В этом случае надо пометить на этикетке: «из осыпи».

Выбивание и препарировка окаменелостей, так же как и отбивание образцов, — искусство. Окаменелости удобно выбивать следующим образом: порода дробится тупым концом молотка в поисках по изломам окаменелостей; дальше, если окаменелость надо выбить, то, для того чтобы раскол прошел по желаемому месту, кладут кусок на другой большой камень так, чтобы удару острого конца молотка сверху противостояло снизу сопротивление камня — наковальни; обычно при таком ударе, как бы с двух сторон, камень расколется между ударом и сопротивлением; дальше обкалывают камень таким же способом острым концом молотка вблизи окаменелости. На руке бить опасно — сопротивление около окаменелости обычно слабее, а упавший кусочек найти в отвалах невозможно.

Для верности удара часто лучше бить зубилом, но непременно на каменной наковальне.

На месте не следует выбивать окаменелостей начисто, надо лишь облегчить образец от лишней породы, но нельзя и вовсе отказаться от уменьшения образцов, потому что в таком случае много будет привезено пустой породы, из которой, быть может, ничего не будет отпрепарировано интересного.

Разломавшиеся окаменелости или на месте склеивают или делают на осколках пометки карандашом и; завернув каждый осколок отдельно, заворачивают все вместе в одну бумагу.

Вечером следует еще ближе подойти к окаменелости; удобно при этом пользоваться острогубцами, которые откусывают куски породы очень точно. В случаях, когда окаменелость требует очень осторожной препарировки, непрерывного склеивания или заливки гипсом, брать надо большие куски. Также надо брать крупные штуфы без препарировки, если они переполнены окаменелостями.

*Растительные остатки*, отпечатки которых нежны, выгоднее было бы везти, не раскалывая сланец или песчаник по слоям; если же отпечаток обнажен раскалыванием, то нельзя оба куска везти сложенными вместе, но непременно упаковать их отдельно, прослаивая ватой или бумагой.

Сбор остатков *позвоночных*, представляющих большую редкость, надо делать с особой осторожностью. Обыкновенно на месте нельзя

без предварительной подготовки организовать заливки в гипс, что необходимо, если кости хрупки. Иногда лучше, взяв несколько ответственных частей с собой, остальные оставить до специально оборудованной экспедиции. Вместо гипса хорошо кости упаковывать в глину с резаной соломой. Во всяком случае, если образцы берутся, надо зарисовать относительное положение костей в обнажении и нумеровать их отдельно.

Окаменелости должны собираться в неограниченном количестве. Только среди уже изученных отложений, т. е. возраст которых хорошо известен и фауна или флора описана, можно не тратить время на сбор больших коллекций.

**Этикетки.** Каждый взятый образец должен быть упакован с этикеткой. Когда в поле берутся образцы, то до вечера их надо пометить. Самый удобный способ — это нумерованные мешочки. Геолог запасает сотню холщевых мешочков с шпагатовыми завязками, размерами около 13—17 см; с каждой стороны нижней части мешка есть номер (мешков с повторяющимися номерами иметь не надо). Небольшой запас таких мешков имеется в поле у геолога или его помощника. Каждый образец без этикетки кладется в мешочек, а в записной книжке отмечается, что такой-то образец положен в мешок с таким-то номером. Можно для себя установить правило — писать эти временные до вечера номера слева, обводя номер, например, кружком.

На другой день вчерашние мешки снова идут в дело. Вечером коллекция снабжается этикетками. На отрывных этикетках должны быть написаны или напечатаны: 1) год работы, 2) фамилия геолога с инициалами, и пишутся: 3) дата взятия образца и 4) в двух противоположных углах этикетки номер обнажения (эти же номера пишутся на корешке). Этикетки складываются и заворачиваются в угол той бумаги, в которую заворачивается образец.

Нумерация на образцах должна строго соответствовать нумерации в записной книжке и на карте; каждое обнажение имеет лишь одну свою цифру, отдельные горизонты обозначаются буквами около цифры, а если из одного и того же слоя взято несколько образцов, то при буквах еще ставятся цифровые значки (например 285 *b*<sub>2</sub>). Дубликаты имеют одно обозначение с основным образцом.

Бумага обертывается так, чтобы она равномерно охватывала образец. Если образцы в завернутом виде укладываются в большие мешки, то перевязывать их бечевкой — лишнее. Количество оберточной бумаги зависит от дальности пути; обыкновенно бумага в труху обращается лишь от дальнего колесного пути, все же иные способы перевозки мало отражаются на сохранности коллекций.

Для рыхлых или рассыпающихся образцов надо иметь запас коленкоровых мешочков, куда надо укладывать и этикетки. Количество заготавливаемых мешочков зависит от тех отложений, с которыми предполагается иметь дело.

Еще раз напомним, что все должно быть сделано аккуратно и совершенно однообразно зарегистрировано, никаких условных пометок в расчете на память не должно быть. Все должно быть сделано так, чтобы любой человек, да и сам геолог, через много лет

по этикетке легко мог установить, откуда взят образец. Образец без этикетки выбрасывается.

**Упаковка коллекций.** Образцы пород сохраняются завернутыми в бумагу, рыхлые породы — в мешочках, хрупкие окаменелости заворачиваются либо в бумагу, либо в вату, каждый кусок отдельно, и все вместе с общей этикеткой — в новую бумагу, перевязанную бечевкой. Мелкие окаменелости хорошо укладывать в толстостенные пробирки или в вату и коробки от консервов и т. п. Сено, как упаковочный материал, не пригодно.

По мере накопления коллекции упаковывают в ящики или мешки, снабженные внутри общей этикеткой, на которой указываются пределы номеров обнажений и даты сборов. Эти же данные обозначаются и снаружи ящика химическим карандашом или у мешка на привязанной деревянной дощечке.

Укладка должна быть плотная; образцы перетираются, когда они могут двигаться друг относительно друга. Маленькие образцы для шлифов следует отсылать почтой к шлифовальщику заранее, чтобы не обременять его потом сразу большими заказами.

## НАБЛЮДЕНИЯ НАД ОСАДОЧНЫМИ ПОРОДАМИ

Нельзя дать определенные для всех случаев указания, что является существенным и потому заслуживающим записи и измерений и что можно без ущерба оставить без внимания, потому что часто и мелкие признаки играют существенную роль при сравнении различных обнажений или дают ключ к решению крупных геологических вопросов.

Например, какой-нибудь легко распознаваемый признак породы (запах сероводорода, издаваемый при ударе в известняках, характерная форма обломков при распадении от выветривания, особый цвет породы) дает материал для отождествления пород из различных мест; гальки в устье притока дают указания на породы, встречающиеся по течению притока, состав гальки в конгломерате может дать указания о перерыве отложений, штриховка на валунах — о работе ледника, не говоря уже об окаменелостях, дающих возраст отложений и условия, в которых жили ископаемые животные или растения (море, пресноводный бассейн, суша).

Обязательным является определение залегания и измерение мощностей (о чем ниже), но если какой-нибудь слой выклинивается, то нет надобности часто его мерить. Мощность его измеряется в 2—3 местах и то только для того, чтобы показать, что он выклинивается; а при пloyчатости и залегание замерять бесполезно.

На полевой карте помечается лишь место обнажения, линия выхода пласта или контакта двух пород, помечаются элементы залегания и т. п., но нет возможности изобразить все то, что дают обнажения, и приходится прибегать к описанию.

Записи приурочиваются к отдельным «обнажениям», или точкам наблюдений, обозначенным на карте кружком с номером. В дальнейшем подробнее остановимся на приемах определения мощности и элементов залегания, здесь же коснемся вкратце того, что является существенным для записи.

Если под растительным и почвенным слоем видны какие-либо породы, то такое место будет *обнаженным*; если обнажены породы древнее современного аллювия, делювия, пролювия, то такие породы называются *коренными*, а места, где они обнажены, — *выходом*. При исследовании свойств обнаженных пород следует различать *первичные* свойства, т. е. одновременные образованию пород (например, слоистость), и *вторичные* свойства, приобретенные ими при последующих изменениях (например, при выветривании, динамометамор-

физме). Важно определить при обнажении рыхлого материала, имеем ли мы дело с разрушенной на месте породой или с перенесенной из другого места; в районах слабо обнаженных часто геолог имеет лишь дело с *высыпками*, иногда только в корневищах деревьев, в которых нельзя определить залегание пород, в случае, если они слоистые, но однородность состава обломков выщелки и их неокатанность служат признаком того, что в этом месте недалеко залегает коренная порода материала выщелки.

### 1. Наблюдения на поверхности обнажений

На поверхности обнажающихся пород можно наблюдать ряд признаков, которые подчас являются важными как для сравнения пород разных обнажений; так и для определения происхождения породы и изменений, которые она претерпела.

**Цвет.** Прежде всего бросается в глаза цвет породы, который является признаком простым для сравнения и определения в поле. Цвет породы может быть первичным, например, обусловленный цветом минералов, слагающих породу, цветом обломочных частиц или цемента, или быть вторичным, позднейшего происхождения.

Черный, серый и темнобурый цвета у изверженных пород зависят от темных минералов (биотит, роговая обманка, авгит, магнетит), то же наблюдается у песчаников, особенно от магнетита; в песчаных, сланцах, известняках черный и темносерый цвет часто дает углестое вещество. Темнобурое и черное окрашивание с поверхности, часто блестящее — вторичного происхождения (загар пустыни) и представляет собой тонкую пленку окислов железа и марганца, легко стбиваемую молотком; такой загар наблюдается не только в пустынях, но и в ледниковых областях на валунах морен.

Желтый и бурый цвет почти всегда является вторичным окрашиванием, получающимся при разложении и гидратизации железосодержащих минералов породы.

Красный и малиновый цвет может быть первичным, например, у конгломератов и песчаников, сложенных частицами красных пород, от разрушения которых они произошли (например, аркозовые песчаники, содержащие красный полевошпат). Красный цвет обязан часто тонкорассеянному гематиту ( $Fe_2O_3$ ) и, как некоторые думают, присущ образованиям пустыни, где нет органических веществ, восстанавливающих железистые соединения.

Белый цвет и светлые оттенки могут быть или первичными (например, мел) или результатом обесцвечивания. Обесцвечивание может происходить при превращении окрашенного полевошпата в белый каолин; в сухом климате могут образоваться карбонатные корки на поверхности пород.

Зеленый и серый цвета обязаны присутствию органических веществ или серый цвет дают темные минералы, редко рассеянные в породе. Нередко серые и зеленоватые цвета распределены полосами или пятнами на красных породах или, наоборот, наблюдаются красные пятна на зеленом преобладающем поле; в этих случаях зеленые части соответствуют местам скопления рас-

кисляющих органических веществ. Ржавые пятна часто бывают в местах разложения пирита.

Изменение цвета породы иногда связано с зоной разломов, трещин и контактов, где циркулирующие растворы окрашивают или обесцвечивают породу. Нередко можно наблюдать концентрическое ржавое окрашивание у глыб, ограниченных трещинами.

**Полировка.** Полировка на поверхности породы может получиться от весьма различных причин. Она присуща крепким породам, способным полироваться и сохранять сглаженные поверхности. Полировка ветром сравнительно несовершенна, такова же и произведенная волнами и потоками, лишь на гальке крепких пород, обыкновенно расколотошихся от инсоляции на двух-, трех- и более гранички, наблюдается очень тонкая полировка. Полировка ледниковая бывает более совершенной, но особенно хорошо полируются породы при сбросах, так что недаром такие поверхности называются зеркалами скольжения.

Полированные поверхности могут иметь борозды (см. ниже); ветровые обычно находятся на поверхности земли, ледниковые могут быть покрыты моренным материалом, сбросовые обнажаются только тогда, когда эрозия удалила часть одного крыла сброса.

**Царапины и жолоба.** Жолоба на поверхности наслоения могут быть первичными у лавовых потоков, а у осадочных пород — в виде донной ряби и структурных борозд. Царапины же всегда вторичны и произведены либо при дислокационных движениях, либо при эрозии. Если царапины параллельны, то они или наблюдаются на зеркале скольжения, или образованы оползнем, в последнем случае внизу крутого склона видны и оползневые материалы; но и ледниковая штриховка может быть параллельна, однако заштрихованная поверхность сопровождается другими ледниковыми явлениями, например, покрывается моренным материалом.

Ледниковые валуны (рис. 9) обыкновенно имеют одну сторону отшлифованной лучше; чаще штриховка образуется в нескольких направлениях, так как при движении ледника валун подвергается; штриховка же водными потоками и ветром встречается очень редко, менее правильна и короче, а сглаженные поверхности очень неровны. Жолоба, с грубой зернистой поверхностью в различных направлениях, не связанных со структурой породы, могут быть расположенными в направлении склона и разделяются острыми ребрами; это жолоба растворения (рис. 10, а) (в известняках, например); а параллельные слоистости произведены дифференциальным выветриванием более слабых прослоек (рис. 10, б).

Борозды скольжения на сбросовых зеркалах обычны и редко отсутствуют, если порода крепкая. Борозды скольжения могут идти по любому направлению на поверхности сброса, так как в любом направлении может произойти передвижение крыльев по сбрасывателю, поэтому определение положения линии любой полосы борозды

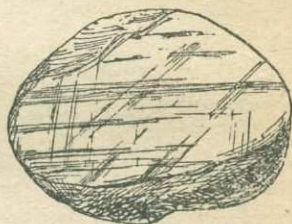


Рис. 9. Ледниковый валун.

в пространстве всегда делать следует (см. рис. 30). Эти борозды прямые и всегда параллельны.

Лучшим способом для различных борозд, жолобов и шлифовки сбросовой и ледниковой все-таки служит условие нахождения изборужденной поверхности; у сбросов почти всегда можно найти эту поверхность, прикрытую неразмытым крылом, а у ледниковых поверхностей — штриховку либо по дну долины, либо на ее боках (параллельно уклону дна), сопровождающуюся моренным материалом. Ледниковая штриховка начинается более резко на одном конце, неизменно пропадая на другом (на стороне, куда двигался ледник).

**Формы выветривания.** Формы выветривания должны отмечаться — и для определения ценности породы как строительного материала (если порода предполагается для этой цели пригодной) и в целях внешней характеристики породы, так как форма обнажений породы и ее обломков дает исследователю внешний признак, легко отличимый. Здесь могут быть характерными отдельность (на-

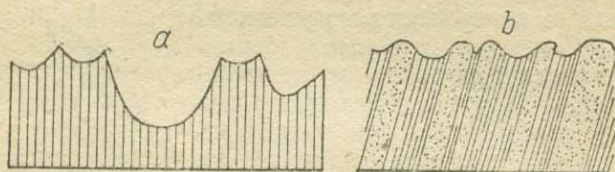


Рис. 10. Жолоба растворения (а) и дифференциальное выветривание (b) (в разрезе).

пример, матрацеобразная у гранита), сопротивление выветриванию (торчащие дайки, обрывистые склоны, бедность осыпью); некоторые породы легко рассыпаются в мелкий щебень (иногда характерной формы), другие разваливаются на большие глыбы, третьи легко подвергаются лущению («десквамации»), и т. д.

Часто выветривание и разрушение пород являются настолько сильными, что запись о свойствах породы по образцам, добытым с большим трудом на известном расстоянии от зоны выветривания, не является характерной для описания внешних свойств породы на обнажении (необходимо не только описывать в таких случаях породу в выветрелом состоянии, но и брать образцы с поверхности породы).

Обнажаться могут осадочные и изверженные породы.

## 2. Наблюдения над осадочными породами

При осадочных породах, кроме определения литологического характера породы и ее залегания следует искать окаменелости, причем не следует жалеть на это труда, потому что окаменелости дают возраст отложений и условия среды, в которой осадки образовались.

**Обломочные породы.** При породах обломочных необходимо наблюдать размер и степень сортировки обломков, что определяет по-

роду — глину, песок, гравий, и соответственно сцементированные породы — глинистый сланец, песчаник, конгломерат (или брекчия).

Иногда важно определить величину частиц обломочной породы, когда можно подметить изменение этой величины в горизонтальном направлении. Такой факт изменения должен опираться на измерения (например, в нескольких местах у того же пласта надо измерить гальку на квадратном метре); направление увеличения частиц ведет к бывшему источнику, откуда брался материал для породы.

Затем важен состав породы, наконец, форма частиц обломочной породы, т. е. хорошо ли они окатаны и какую форму при этом приобрели — правильную или нет (особенно правильную форму имеет прибойная галька, так как работа волн однообразна и продолжительна) или же частицы угловаты или остроугольны. Если галька угловата и притом отполирована, то она обработана ветром, если остроугольна, то это указывает на близость источника переноса (например, ледник или вулканические выбро-

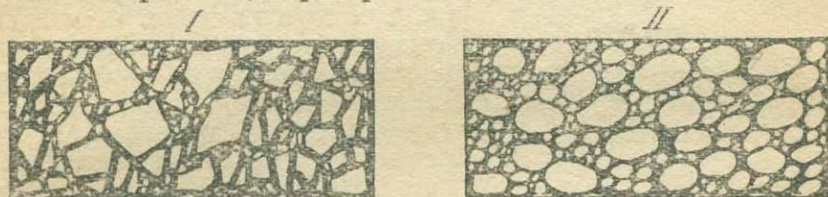


Рис. 11. I — структура брекчии, II — структура конгломерата.

сы). Иногда угловатость является вторичным признаком при растрескивании галек от «инсоляции», причем могут получиться значительные площади, покрытые такими угловатыми обломками (в щебневых пустынях). Форма гальки иногда зависит от свойств породы распадаться при выветривании определенным образом, например, у сланцев на пластинки, палочки.

*Брекчия* (рис. 11, I) может быть также сцементированной осыпью и брекчией трения. Какой-нибудь тонкий ил не служит показателем непременно продолжительности переноса; тонкозернистая порода может произойти и от разрушения другой обломочной породы, может получиться в результате эоловой эрозии или истирания ледником. Таким образом, простых литологических признаков нет, но способ образования породы определяется по сумме признаков как в ней самой, так, главным образом, в связи с ее местонахождением, залеганием и сопровождающими породами.

Изучение *конгломератов* (рис. 11, II) должно вестись систематически и в связи с изучением всей толщи, содержащей конгломераты. При этом изучении могут быть получены ответы на два главных вопроса: 1) о возрасте конгломерата и 2) о направлении бывшего потока, отложившего конгломераты. В некоторых случаях систематическое изучение конгломератов приводило к определению места коренного залегания пород гальки.

*Возраст конгломератов* может быть определен по окаменелостям, находящимся в цементе конгломерата или в про-

слояках между конгломератами. Находка окаменелостей в гальке показывает нам, во-первых, что конгломераты моложе породы гальки, во-вторых, что где-то в промежутке между возрастными гальки и конгломерата был перерыв в отложении и размыв отложениям возраста гальки.

Направление потока, который отложил конгломераты, может быть иногда определено по направлению наклона ко-сосоистости в песчаных пропластках конгломерата, иногда по общему наклону самих галек, располагающихся наклонно (рис. 12). Направление потока может быть получено и при систематическом измерении среднего объема гальки. Это измерение делается по объему вытесненной этими гальками (например, в количестве 50 или 100 штук) воды в ведерке, путем обмера подъема уровня воды складным метром.

Цемент обломочных пород тоже должен отмечаться, причем иногда можно различить первичный, т. е. отложившийся одновременно с обломочным материалом, например, глинистый песчаник,

→ поток

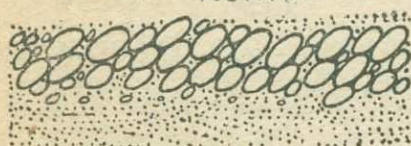


Рис. 12. Расположение плоской гальки в потоке, текущем в сторону стрелки.

или вторичный, т. е. спаявшийся отложенные рыхлые осадки осадением из растворов, циркулировавших через эти осадки, например, известковистый песчаник. Отсутствие цемента показывает, что осадок был отложен водой, неспособной выделить связующие вещества, или что цемент впоследствии был водой выщелочен. Таким образом, происхождение цемента — вопрос более слож-

ный, чем происхождение самих зерен обломочной породы.

*Однородность состава* породы указывает или на близость источника породы, или на продолжительность водной сортировки, когда играет роль твердость и удельный вес минералов. Наоборот, неоднородность указывает на разрушение различных пород или же, когда смесь является в постоянной пропорции, как, например, у аркозовых песчаников, — на разрушение одной сложной породы (например, гранита).

*Однообразное сложение* пласта на большом протяжении указывает на однородные условия отложения во всей площади, на которой пласт сохраняет это сложение, *мощность* же однородного пласта указывает на продолжительность этих условий во времени. Такая однородность обыкновенно свойственна осадкам, отложенным под водой; наоборот, разнородность сложения обычно свойственна континентальным осадкам и некоторым прибрежно-морским.

*Слоистость* осадочных пород указывает на какие-либо изменения в условиях по мере их накопления. Она внешне выражена параллельными плоскостями, разделяющими породу на «слои» или «прослойки» однородного литологического состава поперек напластования. У обломочных пород чаще всего эти изменения заключаются в перемене силы, переносящей обломки, ибо чем сильнее поток или ветер, тем более крупный материал они могут переносить;

при работе ветра изменение состава отложенных осадков может зависеть и от перемены в направлении ветра (у вулканического пепла и пылевых наносов). Особенно интересна слоистость, связанная с «сезонными» изменениями (у соли, в «ледничных» глинах, у некоторых морских осадков), так как она дает продолжительность накопления в годах.

Нередко, однако, породы лишены слоистости, если откладываемый материал однороден по своему составу и его накопление идет быстро или продолжительно; иногда отложение происходит столь быстро, что материалы не успевают отсортироваться, как, например, при оползнях или силевых потоках; наконец, самый способ отложения может не давать условий для сортировки, например, у осыпей и особенно у ледниковых отложений (тиллиты), если они не перебиты потоками, вытекающими из-под ледника. Отложения обвалов осыпей тоже не сортированы, но легко отличаются от силевых и ледниковых однородностью материала (соседних коренных пород), например, у плотин горных плотинных озер.

Тонкослоистость или даже листоватость пород указывает на отложение в спокойной воде и либо на медленное накопление, либо на частую смену условий отложения.

Нередко в песках и песчаниках замечается слоистость *диагональная* или *косослоистость*, обыкновенно сопровождающаяся рябью (см. стр. 44). Косослоистость получается у отложений эоловых, временных потоков, речных, дельтовых и прибрежно-морских (или озерных).

Эоловые косослоистые пески в обнажениях не имеют горизонтальных прослоев, углы падения разнообразны по величине и направлению, материал же отлично сортирован, тонкозернист (зерна меньше 0,75 мм), округлен и отшлифован (рис. 13, I).

Временные потоки дают отложения, у которых горизонтальные слои сложены тонким и однородным материалом и чередуются они с крутыми, косыми слоями, сложенными грубым, иногда плохо окатанным материалом, наклоненным в одну сторону, более или менее одинаково (рис. 13, II).

В отдельности имеется мало таких признаков, которые были бы решающими для определения генезиса обнажающихся косослоистых слоев, и необходимо для решения вопроса брать сумму мелких признаков. Как всегда, не меньшее значение имеет наблюдение условий, в которых исследуемые обнажения находятся по отношению к другим соседним обнажениям района.

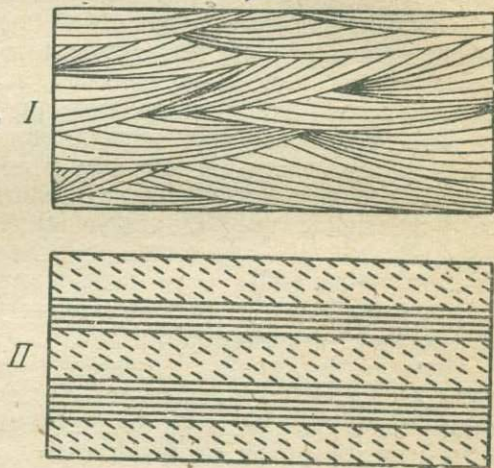


Рис. 13. Косослоистость: I — эоловая; II — временных потоков.

**Химические и органические осадки.** Химические и органические осадки представляют собой часто более простую задачу для объяснения их происхождения. При наиболее распространенной породе такого рода — известняках должна быть проявлена особая настойчивость в поисках окаменелостей. Необходимо обращать внимание на присутствие магниевых солей, пористость породы наводит на мысль о доломитизации известняка, следует его попробовать каплей соляной кислоты; если порода в свежем изломе не вскипает, то она будет вскипать в порошке, т. е. на подараламной поверхности; соляная же кислота отличает мергели от глин, определяет известковый цемент песчаников и пр.

Для известняков отмечаются цвет, излом (например, раковистый), прочность (крепкий, слабый), примеси (глинистый, песчанистый, кремнистый), сложение (мраморовидный, крупно- или мелкозернистый, конгломератовидный, плотный, скрытозернистый, землистый, мелкоподобный, марающий и т. п.), форма залегания (массивный, толсто- или тонкослоистый, плитняковый), отдельность, прослойки, прожилки и включения, продукты выветривания и пр.

**Залегание слоистых пород.** Залегание слоистых пород может быть в обнажении *первичным* и *вторичным*. Первичное залегание это то, которое получилось в момент отложения, а вторичное — измененное последующими нарушениями. Обычно первичное залегание практически в обнажениях горизонтально, но оно может быть сильно наклонным, если поверхность, на которую отлагались породы, была резко негоризонтальна; чаще это наблюдается у континентальных отложений.

При непрерывном накоплении осадки залегают согласно; если цикл накопления прерывался долгим периодом эрозии, то слои после этого перерыва лежат несогласно, причем, если перед эрозией более древние слои не были выведены из горизонтального положения, получится *параллельное несогласие* (рис. 14, *d*), если же были погнуты, то *угловое несогласие* (рис. 14, *a*). И то и другое имеет значение для геологической истории района, но особенно второе, так как оно кроме изменений режима дает возраст тектонических циклов.

При несогласных залеганиях важно внимательно наблюдать в контакте подстилающую и налегающую породы. На поверхности подстилающей породы могут быть замечены различные интересные признаки пород (см. стр. 45), дающие указания на природу геологических агентов, предшествовавших накоплению новых, несогласно покрывающих отложений. В основании налегающей несогласно породы обычно можно наблюдать *базальный конгломерат* (рис. 14, *a, b, d, f*), лежащий таким образом на поверхности эрозии или поверхности несогласия. Присутствие базального конгломерата при угловом несогласии дает нам гарантию в том, что угловое несогласие действительно обусловлено тектоническими нарушениями, происшедшими в период между отложением нижней и верхней толщ, а не произошло от *дисгармоничных* складок, столь частых в сильно складчатых районах при породах различной сопротивляемости изгибу (см. рис. 27). Однако присутствие базального конгломерата при условии несогласия — необязательно,

Иногда может получиться *скрытое несогласие*, тогда нет ясной поверхности несогласия, но налегающие осадки в основании переходят в разрушенную на месте и не унесенную эрозией породу, происшедшую из коренной подстилающей (рис. 14, с).

Затем бывают *местные несогласия* (рис. 14, е), одним из примеров которых является диагональная слоистость; вообще местные несогласия отличаются от регионального, о котором было сказано выше, сравнительно незначительными размерами.

Местное несогласие может произойти при деформации слоев еще в то время, когда они были не сцементированы и затем перекрылись новыми горизонтальными слоями. Такие деформации на поверхности незатвердевших пород могут получиться при движении по дну льда, плавающего в реках и стоячих водах, при выпахивающей работе ледника над подстилающими рыхлыми породами и при подводных оползнях.

Наконец, поверхность, на которой отлагались осадки могла быть настолько неровная, что осадки заполняли сначала наиболее глубокие впадины, а затем, перекрывали и выступы. В этом случае получится прилегание более новых осадков к выступавшим старым, и в зависимости от того, горизонтальны ли были последние, получится *параллельное* или *несогласное прилегание* (рис. 14, f).

**Признаки на поверхности наслоения.** Признаки на поверхности наслоения иногда дают ключ к пониманию условий отложения; наиболее часто встречающиеся образования на поверхности песчаников — это *рябь*,<sup>1</sup> которая могла образоваться ветром на наветренной стороне дюн (ветровая рябь), на дне потоков и бас-

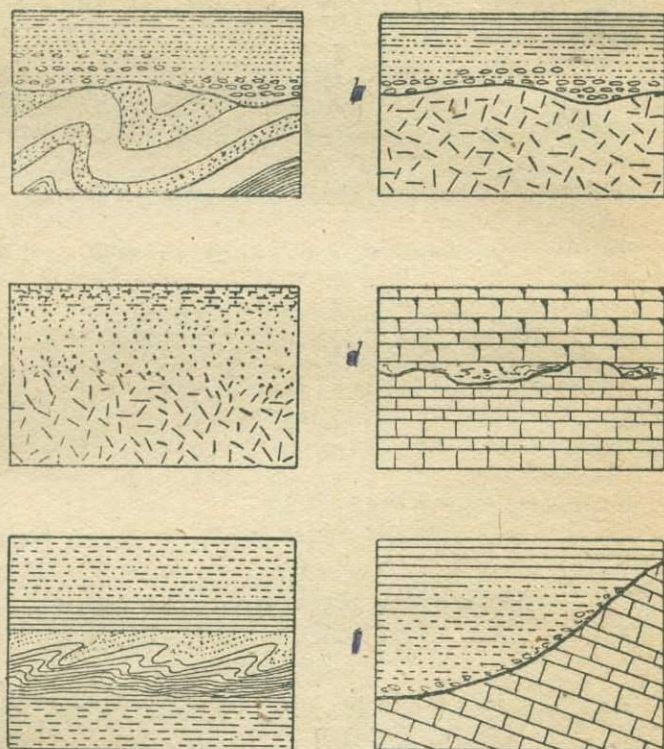


Рис. 14. а и b — угловое несогласие; с — скрытое несогласие; d — параллельное несогласие; е — местное несогласие; f — прислоненные пласты (несогласное прилегание).

<sup>1</sup> Название «волноприбойные знаки» для такой ряби — неудачно, так как она образуется и ветром.

сейнов стоячих вод (*донная рябь*); такая рябь видна или на поверхности пластов или в сечении обнажения, в виде фестончатых полос. Рябь, образованная на дне стоячих водоемов, как отражение волнения на поверхности воды, имеет обыкновенно равносклонные гребни (рис. 15, *a—c*), причем более крупные зерна песчинок располагаются в углублениях; в углублениях донной ряби иногда образуется гребень (рис. 15, *a* и *b*, справа), при опрокинутых залеганиях позволяющий различить профили донной ряби (*a* отличить от *c*).

Рябь, образованная морским течением или приливом, будет иметь свойства речной донной ряби. Рябь, образованная ветром и на дне потоков, имеет несимметричные склоны (рис. 15,

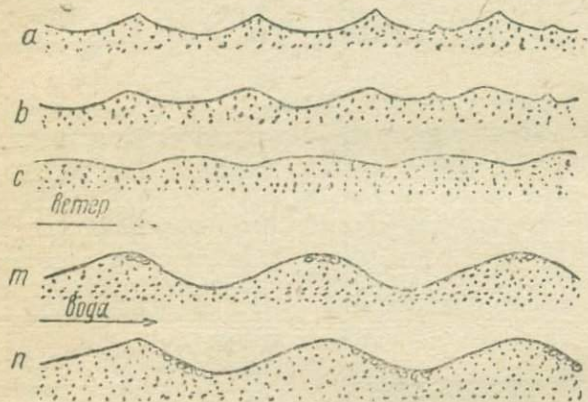


Рис. 15. Сечение ряби на поверхности песчаников  
*a—c* — донная рябь стоячих бассейнов; *m* — ветровая; *n* — на дне потоков.

*m* и *n*), более крутые с подветренной стороны, и более грубый материал находится на гребнях ветровой ряби (рис. 15, *m*), в то время как у ряби, образованной потоками (рис. 15, *n*), более грубый материал располагается в углублениях и на коротком, крутом склоне; также на крутом склоне скапливаются листочки слюды (муоковит, реже биотит).

Несравненно реже сохраняются знаки, образовавшиеся на пляже, морей и озер, например, *волноприбойные знаки* (рис. 16, *I*) дугообразно-чешуйчато перекрывающие друг друга, или *струевые знаки* (рис. 16, *II*) в виде ветвящихся углублений или углублений, идущих от какого-либо препятствия вроде гальки на песке, и т. п. Эти береговые знаки сохраняются реже и ограничены узкой береговой полосой.

Из засушных образований на поверхности, если они сохраняются, можно иногда заметить «окаменелые» *трещины усыхания* на глинах (рис. 16, *III*), указывающие на сухой жаркий климат и на пониженные места или на отмели озер; отдельные полигональные пластины изгибаются выпуклостью вниз, самые же трещины могут быть заполнены пылевым или песчаным материалом. Очень редко наблюдаются отпечатки дождевых капель, ветвистые следы действия мороза и следы ног животных.

Не надо забывать, что налегающие слои дают выпуклые отпечатки вогнутых образований. Очевидно, что если перечисленные признаки встречаются в обнажении на нижней поверхности пласта (при условии, что они не являются как бы «негативным» от-

печатком с подстилающего слоя), то это значит, что данный пласт залегает в опрокинутом положении.

**Прочие признаки.** Включения часто характерны для осадочных пород, например, конкреции кремня для мела, мергелей, фосфорита, сферосидерита, пирита и пр. Если включения очень мелкие — они составляют *вкрапления*, например, кубиков пирита в глинистых сланцах, глауконита в известняках. Включения посторонних тел, например, обломков нижележащей породы, дают повод подозревать перерыв в осадении при согласном налегании одной свиты на другую.

Отмечается *трещиноватость* породы, имеющая значение для определения ее водопроницаемости, жилки и жилы, т. е. заполненные кварцем, кальцитом и реже другими минералами трещины. Водонепроницаемость пласта легко узнается по ряду родников, расположенных вдоль выхода пласта, или непосредственно тем, что он является

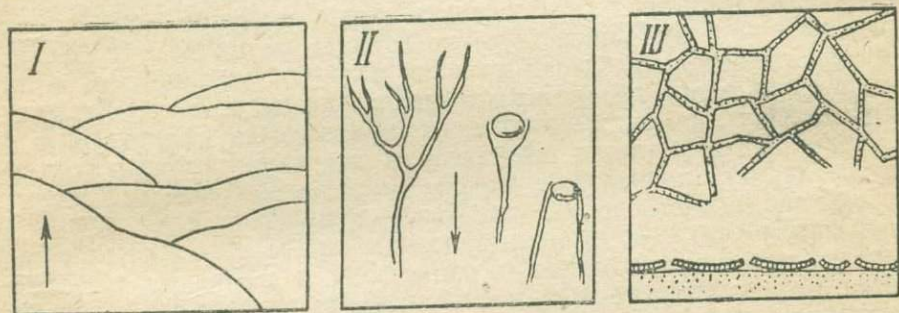


Рис. 16. I — волноприбойные знаки на пляже, волны бьют в направлении стрелки II — струевые знаки, волны стекают в направлении стрелки III — трещины усыхания; снизу, в разрезе, корочки при усыхании изогнулись.

сырым; обычно такой пласт подстилается водонепроницаемой породой.

*Полезные ископаемые* пластовые (уголь, гипс и др.) видны непосредственно; пласты могут содержать конкреции фосфорита, сферосидерита, а пески и песчаники — нефть (проба бензолом) и т. д. Необходимо определить, нет ли каких-либо полезных ископаемых в жилах, заполненных кварцем, кальцитом, баритом и т. д.

#### Примерная запись обнажения № 285

285) На правом берегу реки *Лаба* сверху под навесом обнажается нависающий карниз известняка (a), желтоватого с раковистым изломом, толсто-слоистого, сильно трещиноватого и пересеченного густой сетью прожилок кальцита; внизу известняк более глинистый и приобретает бурый оттенок. Окаменелостей нет. Мощность 5 м. Ниже плитняковый, серый, сильно глинистый известняк (b), местами песчанистый, содержащий неопределимые ядра пелеципод и башенковых гастропод (*Cerithium*). Мощность 1,2 м. Ниже зеленовато-бурый делювий (глины?) и т. д.

С левой стороны полевой книжки изображается рис. 6.

## НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ИЗВЕРЖЕННЫХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОДАХ

Изверженные породы, в отличие от пород осадочных, обыкновенно не имеют геометрической правильности, если только они не заполнили трещины, ограниченной параллельными плоскостями. Проникая в толщу земной коры по каналам различной формы, изверженные породы, обладая высокой температурой, не только изменяют или *метаморфизуют вмещающие* породы, т. е. те, в которые они проникли, но могут частично их и расплавить. Соприкасаясь со сравнительно холодными вмещающими породами и проплавляя их (*ассимилируя*), изверженные породы сами тоже вблизи вмещающей породы могут иметь другие свойства, чем вдали от нее.

Таким образом, изверженные породы, кроме определения самой породы, требуют наблюдения (и записи): 1) ее *структуры*, т. е. зернистая ли она (крупно, мелко) при том равномерно зернистая или порфировая (с выделением крупных кристаллов какого-либо минерала среди мелких), 2) *текстуры* или расположения определенных элементов породы: флюидальная ли она (в лавах и контактах интрузий) или полосчатая (в гранитах) шаровая, миндалекаменная или, наконец, пирокластическая. Все остальные внешние признаки, как цвет, отношение к выветриванию и т. п., отмечаются, как и при осадочных породах.

Изменения в структуре указывают на условия затвердевания породы, например, мелкозернистое или стекловатое сложение контактовой зоны с грубозернистым ядром указывает на ожидающее действие соседней породы или атмосферы; зернистое сложение в контакте показывает, что порода более старая была сильно нагрета, что могло происходить от остывания на большой глубине; флюидальное сложение в контактовой зоне показывает на движение как-раз во время застывания, и т. п.

Особый интерес поэтому представляют контакты, которые следует исследовать особенно тщательно. Образцы в контактах надо брать в большом количестве, последовательно в различном расстоянии от контакта в ту и другую сторону, для иллюстрации изменений в сложении обеих контактирующих пород.

### 1. Контакты

Отмечают форму контакта. Если он в разрезе прямолинейна или зигзагообразна, — то это может служить ука-

занием, что магма проникла в зону разлома и что вмещающая порода была холоднее расплава, а волнистый контакт показывает, что разница в температуре магмы и вмещающей породы была не велика.

Резкость контакта указывает на быструю интрузию и застывание или что магма не обладала способностью изменять и растворять вмещающую породу (рис. 17, *a*). Слепой контакт (рис. 17, *b*)

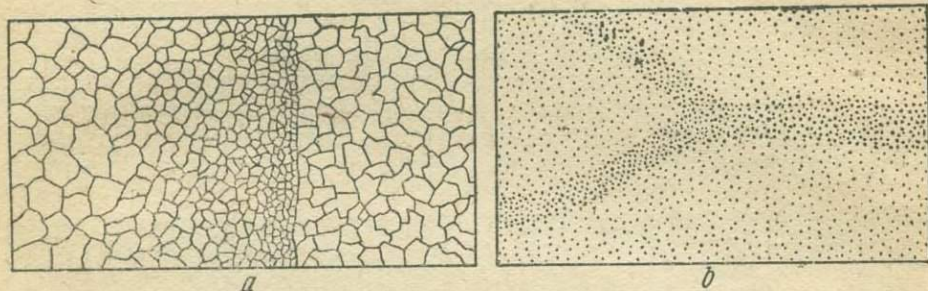


Рис. 17. *a* — резкий контакт двух изверженных пород; левая порода моложе, так как ее структура тонкозернистее у контакта, где кристаллизация около холодной правой породы была затруднена; *b* — ветвистая дайка со слепым контактом.

указывает, что изверженная порода проложила свой путь в сильно прогретую вмещающую породу, причем линия контакта, вследствие сильного взаимодействия и смешивания пород, совершенно теряется.

В контактовой зоне наблюдения делаются как в изверженной породе, так и во вмещающей.

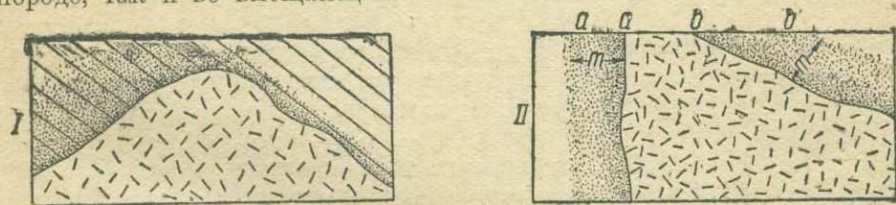


Рис. 18. *I* — слоистая порода (штриховка) метаморфизована (точки) интрузией (черточки) на меньшую ширину поперек слоев. *II* — одинаковая толщина метаморфизма *m*, вследствие формы интрузии, дает разную ширину на поверхности *a-a* и *b-b*.

а) В изверженной породе наблюдают изменение структуры, которая, обыкновенно, более крупнозернистая внутри, чем у контакта (рис. 17 *a*).

б) Во вмещающей породе контактовый метаморфизм может занимать полосу мощностью от сантиметра до нескольких сотен метров, в зависимости от размеров интрузии, ее температуры и состава вмещающей породы, причем в осадочных породах зона метаморфизма осадочных пород толще, если контакт сечет пластование поперек. Так, на рис. 18, *I* метаморфизованная полоса слева шире, чем справа. На поверхности при одинаковой ширине *m* у вмещающей

породы могут получиться (рис. 18, II) разной ширины полосы метаморфизма (слева  $a-a$  и справа  $b-b$ ), в зависимости от положения контакта.

Наблюдаются изменения в породе, как обжиг, обесцвечивание, минералогические и химические изменения. Экструзивные породы часто дают контактовые явления в виде обжига, при котором глины и пески делаются твердыми, сланцы превращаются в роговики, кварцевые песчаники в кварциты; после эрозии такие места породы часто образуют на поверхности гребни, а метаморфизованные породы — пониженные места.

Минералогические и химические изменения происходят, главным образом, при действии водяных паров и газов, шневматолиза; образуются контактовые, новые минералы, глинистые сланцы становятся пятнистыми, вследствие стяжения карбонатного, хлорито-



Рис. 19. Разрез части батолита (белое и точки) в различных стадиях затвердевания (черное — вмещающая порода).

$A$  — точки, показывают ту часть интрузии, которая была раскристаллизована и образовала оболочку расплавленной части.  $B$  — последующим движением магма была внедрена в эту оболочку.

вого и другого материала и т. п. При этом может произойти и обесцвечивание, например, при дегитратизации или декарбонизации; может, наоборот, получиться яркое окрашивание гематитом в красный цвет.

В контактах тщательно наблюдаются включения, которые могут быть однородными с интрузией и инородными ей; первые того же происхождения, что и окружающая магма (при повторной интрузии), вторые представляют собой обломки вмещающей породы. Важно отмечать форму включений, как-то: оплавленная, угловатая и пр. На рис. 19 показаны примеры таких включений, причем справа показан случай повторной интрузии (белое).

## 2. Форма интрузивного тела

Определение формы интрузивного тела, если оно больших размеров, как батолит (рис. 20, IV,  $a$ ) или лаколит (рис. 20, II,  $b$ ), не может быть сделано на одном обнажении, но лишь по сумме наблюдений на большом пространстве. Тела небольших размеров хотя бы в одном измерении часто могут быть определены непосредственно, например, *пластовая залежь* (рис. 20, I, II,  $c$ ), внедряющаяся между пластами, потому что она залегает согласно в почве и кровле с вмещающими породами, или *дайки* (рис. 20 I, II, IV,  $d$ ) и *апофизы*, се-

кущие вмещающую породу несогласно, или неправильный «хонолит» или столбообразный *некк* (рис. 20, I, II, a).

Иногда трудно отличить залежь от *покрова* (рис. 20, I, b), прикрытого последующими слоями. Покров порист и шлаковиден в кровле, пустоты здесь могут быть заполнены осадочным материалом; сами покрывающие породы могут содержать обломки лавы; залежь же может иметь апофизы, содержать обломки покрывающих пород и метаморфизовать и покрывающие породы. Покровы, несмотря на свои значительные размеры, определяются иногда непосредственно по столовой форме гор или залеганию пластов отдельных излияний.

Дайки и изверженных пород исследуются с той же тщательностью как сами, так и их контакты, кроме того, прибавляется исследование элементов залегания и мощности.

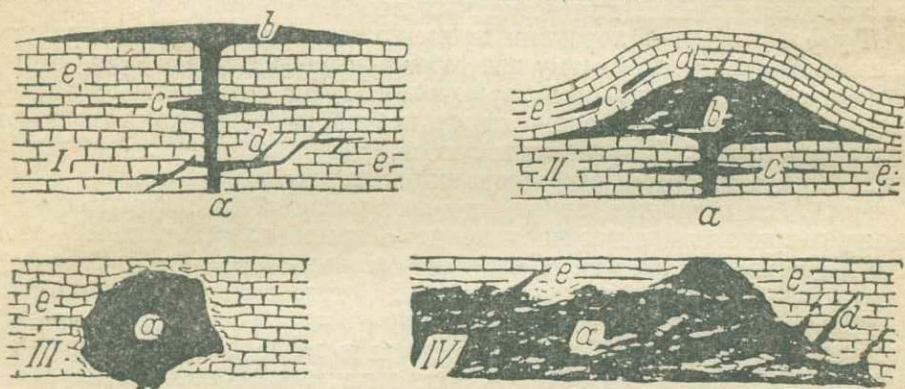


Рис. 20. Различные формы тел изверженных пород.

I — сверху покров (b), излившийся через канал a („некк“), во вмещающую породу (e) проникли пластовые залежи („силлы“) (c), давшие апофизы (d). II — шлаколит (b), ниже жерло (a), силлы (c) и апофизы (d). III — шток (a), вмещающая порода (e) около него метаморфизована. IV — батолит (a) с апофизами (d) во вмещающую породу (e).

Трещиноватость в изверженных породах чаще всего располагается в трех пересекающихся направлениях, давая «параллелепедальную» отдельность. Некоторые системы этих трех направлений связаны с теми давлениями, которые имели место после внедрения магмы во вмещающую породу. Из этих трещин особенного внимания заслуживают те, которые располагаются по плоскостям, лежащим в направлении давления, так как в этом случае трещины могли образоваться зияющими, несомкнутыми, и в этом случае пустоты трещин могли заполняться жильными образованиями из растворов или газов, причем могли получаться жилы, содержащие полезные ископаемые.

Трещины могут образовываться и при последующих, гораздо более поздних давлениях. Во всяком случае трещиноватость пород следует отмечать направление трещин (залегание) измерять, так как трещиноватость влияет на качество породы как строительного материала, облегчая его добычу в карьерах; трещины явля-

ются водопроводящими каналами, т. е. их изучение имеет значение для вопроса о водоносности; наконец, трещины, заполненные жильным материалом, могут быть минерализованы с содержанием полезных ископаемых.

При геологической съемке следует обойти контур выходящей на поверхность изверженной породы и нанести контур на карту, т. е. нанести контакт ее с вмещающей породой. Так как по этому контакту при явлениях *контактового метаморфизма* могут образовываться рудные минералы, то контакт следует тщательно осмотреть в поисках полезных ископаемых (например, в контакте, прорвавшем известняки, последние превращаются в мраморы; в контакте часты скопления магнетита и медных руд и т. д.).

Для эффузивных пород важно определить те же элементы залегания, что и для осадочных пород.

Туфы являются породами промежуточными между осадочными и изверженными. По своему залеганию они относятся к осадочным, а по своему составу — к изверженным. Туфы, отложенные вулканами на небольшом расстоянии от центра извержения, сохраняют свою неизменную вулканическую природу (например, «туфобрекчии», образовавшиеся как отторженцы старых вулканических образований, без обработки водой), но они могли быть перемыты ливнями, сопровождающими извержение, а затем потоками перенесены в отдаленные места уже в виде нормальных осадков (туффиты); могли быть ветром в виде мелкого пепла отнесены на громадные расстояния; могли даже содержать морские окаменелости, при подводных извержениях или когда пепел уносился в море. Ясно поэтому, что в большинстве случаев туфы в поле исследуются как породы осадочные.

### 3. Возраст интрузий

Возраст интрузий определяется теми осадочными породами (или изверженными породами, возраст которых известен), которые они прорывают или не прорывают. Возраст прорываемых пород всегда старше возраста интрузии, т. е. мы в этом случае получаем нижний предел возраста интрузии; но если какие-либо породы не прорываются интрузией, то последняя могла эти породы поднять (лакколит) или не дойти до них; поэтому

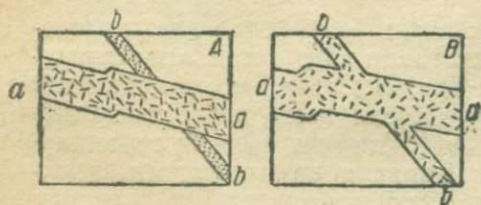


Рис. 21. Различный возраст интрузий. Дайки моложе вмещающей породы (белое); А — из двух даек *a* моложе *b*. В — обе дайки одного возраста.

для получения верхнего предела возраста интрузии необходимо убедиться в том, что интрузия и не могла их прорвать, так как их еще не было. Если же будут найдены следы эрозии в основании налегающей на нее осадочной породы с галькой изверженной породы, то будет установлен и верхний предел возраста (рис. 14, *b*). Из рис. 21, где

изобразены две дайки, ясно видно, что дайка рис. 21А — *aa* моложе дайки *bb*, так как режет последнюю; на рис. 21В эти дайки одного возраста.

Примерная запись обнажения интрузивных пород.

241) На прав. б. р. Каинды скалистое обнаж. гранодиорита, высотой до 30 м, протяж. по реке 120 м. Сверху покрыто лессовидн. суглинками. Порода среднезернистая, с редкими более крупными порфирами. выделениями полевого шпата (р. до 5 см). Общий цвет породы серый до темного, вследствие значительного количества бисиликатов (биотит и в меньшем колич. рогов. обманка). Изредка в ней встречаются угловатые куски метаморфизованного глинистого сл. и песчаника размером от весьма мелких до  $\frac{1}{3}$  м<sup>3</sup>. Порода рассечена в 3 направл. плоскостями отдельности: 1) вертикал. простир. NE 35° (весьма отчетливы и правильны, разбивают породу в обнажении на плиты от 30 до 80 см); 2) менее отчетлив. горизонт. и 3) наимен. отчетлив. паден. NW 330  $\angle$  40°.

#### 4. Метаморфические породы

В поле наблюдение над метаморфическими породами не отличается от наблюдений над осадочными породами, лишь особое значение приобретают наблюдения над второстепенными признаками, как ложная сланцеватость (для определения направления давления) или содержание вторичных минералов, могущих пролить свет на причины метаморфизма; например, андалузит является контактовым минералом, дистен указывает на метаморфизм региональный. Весьма важно среди метаморфических образований следить за степенью метаморфизации как механической, так и по составу.

Среди сланцев, например, аспидных, ложная сланцеватость выразена настолько резко, до листоватости, что часто совершенно затупевана слоистость. Эта слоистость сохраняется иногда едва заметными полосками, косо секущими сланцеватость; на эту скрытую, едва видимую слоистость необходимо обращать внимание, больше того — отыскивать ее, а найдя, определить залегание по двум наклонам слоистости (см. стр. 65).

#### 5. Скрытые коренные породы

В горных странах, а также в пустынных областях на площадях, где развевание уносит весь мелкий поверхностный материал, обнаженность часто бывает полная, но в равнинных областях коренные породы обычно скрыты или мощными наносами или почвами. В таких закрытых местностях для обнаружения контактов пород нельзя пренебрегать не только колодами и канавами, но и отвалами от работы грызунов в своих норах.

Если наносы мощны, то они рассматриваются как определенные четвертичные образования (ледниковые, барханы, дельтовые и т. п.); такие образования имеют и свою морфологию; но если наносы тонки, то на состав скрытых ими пород и контактов могут указать такие наводящие факторы как геоморфологические признаки, состав почвы и особенно подпочвы, растительность, зависящая от состава почвы, и гидрологические признаки.

Дифференциальная эрозия может отметить скрытые более прочные породы, по сравнению с более слабыми, уступы в рельефе

могут идти по сбросовым линиям, резкие повороты рек часто зависят от перемены состава коренных пород и т. д.

Состав элювия подпочвы часто достаточен для определения коренной породы. При делювии на склонах коренная порода находится выше осколков, найденных в делювии, в осыпях, обвалах, оползнях.

Заболоченные места над развитыми водонепроницаемыми породами, рядовое расположение источников над водоносными горизонтами или по линии сброса, провальные воронки над известняками или гипсами — все это часто служит для определения природы скрытых коренных пород или контактов между ними.

Работая в местностях с развитыми наносами, необходимо ознакомиться с работами почвоведов и гео-ботаников. Иногда приходится прибегать и к небольшой расчистке или к легкому буру-щупу, но всегда в видах самопроверки, т. е. для установления того, что предполагается.

В последнее время геофизические методы справляются часто и с мощными наносами, но эти методы могут быть применены лишь при разведках, но не при геологической съемке.

---

## НАБЛЮДЕНИЯ НАД ДИСЛОКАЦИЯМИ

Осадочные породы накапливаются «слоями» или *пластами* (рис. 22, I). Пласты слоистостью разделяются на отдельные слои; тонкие слои называются «прослойками» или *пропластками*; нижняя граница пласта или пропластка называется его *почвой*, верхняя — *кровлей*; кровля нижнего пласта составляет почву вышеле-

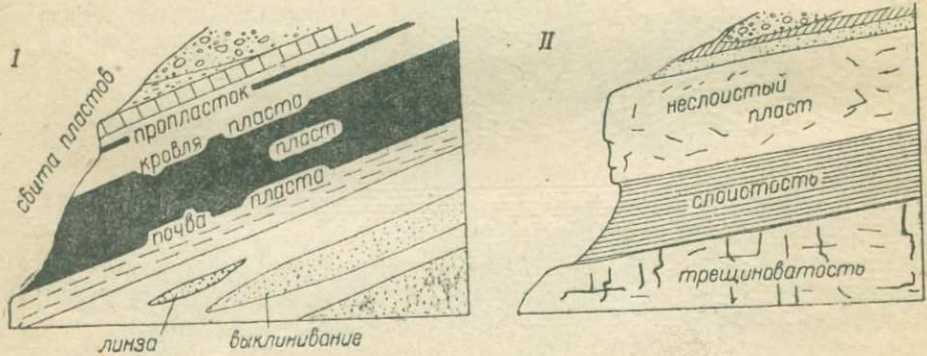


Рис. 22. Различные термины у слоистых осадочных пород.

жащего. Если пласт, уменьшаясь в *мощности* (толщине), наконец пропадает, то говорят, что он *выклинивается*; короткий, выклинивающийся со всех сторон (в разрезе с двух) пропласток называется *линзой*; серия пластов составляет *свиту*.

Осадочные породы откладываются горизонтальными пластами, приобретая *слоистость*, благодаря изменению условий отложения (см. стр. 42); если продолжительное время не было изменений в этих условиях, то получается *неслоистый* или *массивный* пласт (рис. 22, II), который иногда достигает такой мощности, что его уже не называют пластом, но *толщей* (например, «толща известняков» или просто «мощные неслоистые известняки»).<sup>1</sup>

## 1. Складки или «пликативная дислокация»

Если горизонтально отложившаяся свита осадочных пород (рис. 23, I) подвергнется тектоническому давлению, то пласты поте-

<sup>1</sup> Термин «толща» может быть применен и к серии пород, объединенных каким-нибудь общим признаком (возрастным, фаціальным и т. п.).

ряют свое горизонтальное залегание и образуют складки (рис. 23, 2), даже могут разорваться (там же, справа) по плоскостям разрывов, о которых скажем ниже. На рис. 23, 2 показаны складки размытые, верхняя линия есть профиль поверхности, а пунктир — воздушные складки, уже смытые.

У каждой складки у ее перегиба можно мысленно провести осевую плоскость, делящую складку пополам; на рис. 24, I, II и III изображены параллелепипеды (блок-диаграммы) со складками различного типа и в виде белой плоскости, пересекающей пополам складку, — осевые плоскости. На рис. 25 даны поперечные сечения различных

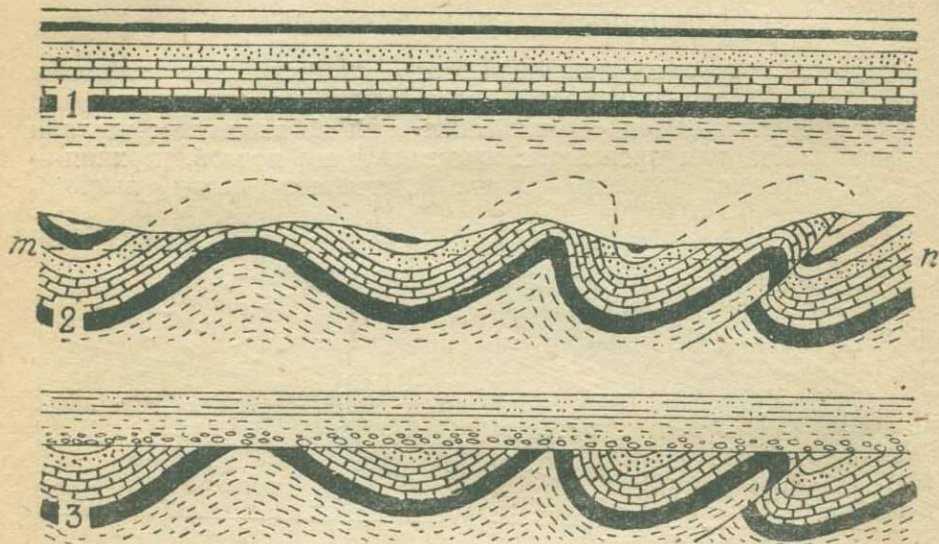


Рис. 23. Согласно и несогласное залегания.

1 — осадки отложены горизонтально; 2 — те же осадки нарушены и собраны в складки, затем часть их была смыта; 3 — размыв дошел до предела по плоскости *mn* и затем несогласно отложилась горизонтально новая серия осадков.

складок со следами осевых плоскостей, *x—x* и *y—y*. В зависимости от положения осевой плоскости различают складки «прямые» (*a*) (ос. пл. вертикальна), *косые* или *наклонные* (*b*) (ос. пл. наклонена), *лежащие* (*c*) (ос. пл. горизонтальна) или *опрокинутые* или *ныряющие* (*d*) (ос. пл. опрокинута).

Перегиб складки, т. е. место, где ее пересекает осевая плоскость, называется ее *замком* или *сводом*, вершиной (у антиклиналей), боковые части — *крыльями*; складки, у которых крылья к замку сходятся опускаясь, называются *синклиналями* (рис. 24, II, IV), а у тех, где крылья сходятся поднимаясь, — *антиклиналями* (рис. 24, I, III) в том случае, если нет опрокинутых залеганий. Синклинальные складки имеют в ядре более молодые породы, а антиклинальные — более старые. Очевидно, какое-нибудь крыло синклинали является крылом антиклинали соседнего участка складок (см. рис. 25, *a*). Если крылья складок параллельны, то

такие складки называются *изоклиналими* (рис. 25, *f, g*); очевидно, что давление, образовавшее изоклиналиные складки, было более сильным, чем у складок с расходящимися от замка крыльями; если давление было еще сильнее, то складки получаются «версобразными» (рис. 25, *e*) в ядре таких складок центральные пласты сильно сжаты и даже могут оказаться выжатыми, т. е. отсутствовать, будучи выдавленными за пределы видимой части складки.

При значительном протяжении наклона пластов в какую-нибудь сторону (причем если не видно перегиба пластов в обратную сторону) говорят, что пласты лежат *моноклиналино*; если при моноклиналином залегании имеется местный перегиб, то последний иногда называется *флексурой* (рис. 25, *h*).

До сих пор мы разбирали типы складок по их поперечному сечению, но можно их рассматривать и в продольном направлении.

Если мы представим себе какую-нибудь линию, лежащую в осевой плоскости этих складок и в каком-нибудь определенном пласте, то эти линии, называемые «шарнирами» складок, могут быть горизонтальными или наклонными, и если они наклон-

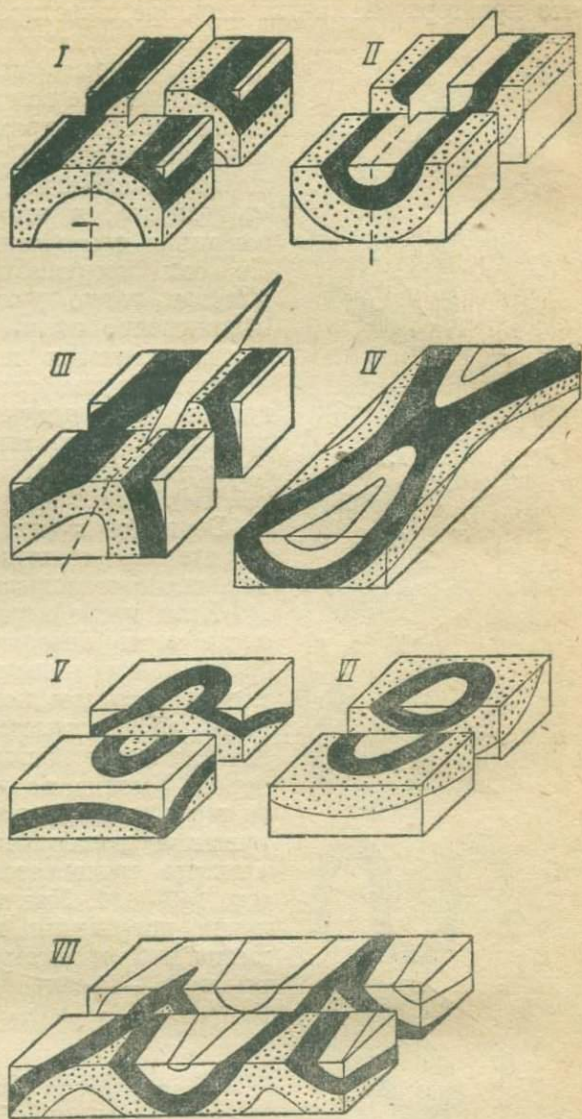


Рис. 24. Блок-диаграммы различных складок, верхняя поверхность — карта, передняя стенка — разрез.

*I* — прямая антиклиналь; *II* — то же, синклиналь; *III* — косая антиклиналь (на *I, II, и III* белые плоскости — осевые плоскости); *IV* — антиклинальное соединение двух синклиналей с погружающимися шарнирами; *V* — брахантиклиналь; *VI* — брахисинклиналь; *VII* — складки, имеющие погружающиеся шарниры.

ны, то говорят, что складка *погружается* в сторону погружения ее шарнира; на рис. 24, VII складки и их шарниры погружаются в сторону от нас, наклонный шарнир прямолинейный. Очевидно, что при горизонтальном шарнире, простирания пластов на крыльях

складки параллельны, а при наклонных сходятся в сторону погружения складки (рис. 116). Однако не всегда и горизонтальные шарниры складок прямолинейны на значительном расстоянии. Складка не может продолжаться бесконечно, где-нибудь она должна «затухнуть», и это происходит тогда, когда залегание слоев становится горизонтальным. По оси погружающейся складки падение пластов равно углу погружения шарнира, обыкновенно очень пологому. Если шарниры погружаются на двух своих концах на незначительном расстоянии и складки затухают, то получают *брахискладки* (с греческого — короткие складки) — *брахиантиклинали* (рис. 24, V), или *брахисинклинали* (25, IV).<sup>1</sup>

Возьмем к рис. 23, 2, где изображено в разрезе вследствие давления образование складок, последовательно более интенсивных вправо. Если после периода складчатости эрозия сметет часть поверхности до плоскости, изображенной на нашем разрезе линией *mn*, то на поверхности мы получим обнажения не одного верхнего пласта, как на рис. 23, 1, но более или менее извилистые полосы различных пород. Умение по расположению этих полос на геологической карте определять, какие нарушения претерпели породы, — есть умение «читать» геологическую карту, о чем см. на стр. 143—161. Умение же определить в поле, какие нарушения испытали породы, достигается наблюдениями над «дислокацией» (с латинского — перемещение).

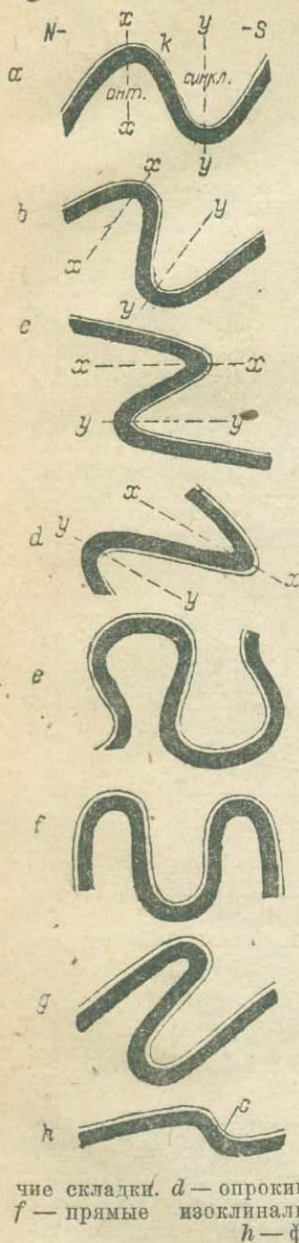


Рис. 25. Различные типы складок в поперечном разрезе.

*a* — прямые складки (*ант.* — антиклиналь; *синкл.* — синклинали; *x-x* и *y-y* — осевые плоскости складок; *к* — южное крыло антиклинали и северное синклинали) *b* — косые (наклонные) складки. *c* — лежа-

чие складки. *d* — опрокинутые (ныряющие) складки. *e* — веерообразные складки. *f* — прямые изоклиналильные складки. *g* — косые изоклиналильные складки. *h* — флексура. *с* — соединительное крыло.

<sup>1</sup> Рекомендуется выкинуть на блок-диаграммах IV—VII в положение линий шарниров складок. На блоке IV и V шарнир изогнут выпуклостью кверху, на блоке VI — книзу.

Нарушения, произошедшие от тектонических причин, надо в обнажениях строго отличать от нарушений, произведенных местными причинами в то время, как породы еще не были затвердевшими, сцементированными. К таким местным нарушениям относятся

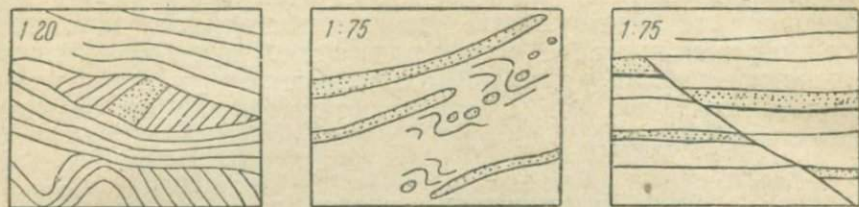


Рис. 26. Зарисовки с натуры подводных деформаций в толще глин акчагыльского яруса. Точками показаны вулканические пеплы.

нарушения, произведенные плавающим льдом, бороздившим дно, подводными оползнями, при которых массы осадков могут смешаться при незначительных уклонах; местные нарушения могут произойти от повторного замерзания и таяния, при переходе ангидрита в гипс и т. п. При этом могут наблюдаться признаки разрывов и скольжения, раздробление (рис. 26). Все такие местные (или «локальные») нарушения распространены на незначительные расстояния и подстилаются горизонтальными или гораздо слабее нарушенными отложениями (если бы описанные нарушения происходили от тектонических причин, то более старые, подстилающие породы не могли бы избежать сильных нарушений).

Складки редко наблюдаются непосредственно; но при замерах падений пород в противоположные стороны на двух обнажениях определяется наличие складок; при изоклиналиных складках складки обнаруживаются повторением серии пластов в обратном порядке, так как падение у обоих крыльев складки одинаковое. Если можно непосредственно видеть перегиб пластов в замке, то можно не только установить наличие той или иной складки, но если перегиб наблюдается на двух, например, берегах реки, то можно эклиметром определить и погружение шарнира по вертикальному углу между двумя точками замка одного и того же горизонта свиты.

Мелкая складчатость на фоне крупной обыкновенно повторяет строение последней, так что наблюдения над мелкой складчатостью следует делать.

Если породы в свите отличаются друг от друга способностью изгибаться, то часто среди более крепких пород (известняки, квар-



Рис. 27. I — некомпетентный пласт между двумя компетентными; II — дифференциальное движение соседних пластов при параллельных складках.

цеты), изогнутых в крупные складки, проходят пласты более слабых (например, глинистые сланцы), погнутых гораздо сильнее, даже пloyчато. Это не местная складчатость, о которой было говорено выше, но результат относительного движения пластов друг по другу, почему они и называются «складками волочения». На рис. 27 внизу показано стрелками направление такого относительного движения, сверху изображен пласт *b* в смятом виде слабой породы среди двух пластов *a* крепкой. «Контакт» (соприкосновение) двух таких пород может дать повод усмотреть здесь угловое несогласие (см. стр. 42), чего на самом деле нет.

## 2. Дизъюнктивные дислокации

*Разрывами* или *дизъюнктивной дислокацией* называются такие нарушения в залегании пород, когда последние передвигаются друг относительно друга по каким-либо плоскостям, которые называются *сбрасывателями*; примыкающие к сбрасывателю части называются

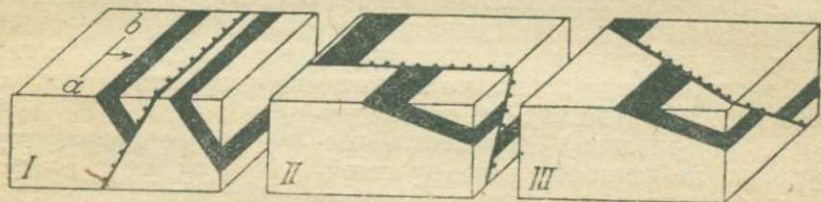


Рис. 28. Блок-диаграмма разрывов.

*I* — продольный, *II* — поперечный и *III* — диагональный. Черточки у сбрасывателей на стороне опущенного крыла, *ab* — простирание пластов.

*крыльями*. Сбрасыватели, или плоскости, по которым произошло передвижение пород, могут быть плоскостными или с кривыми поверхностями, причем всевозможных направлений — от горизонтальных до вертикальных, а само передвижение крыльев по таким любым поверхностям также может происходить по всевозможным направлениям — от горизонтального, т. е. по простиранию сбрасывателей, до перемещения в плоскости падения сбрасывателя.

Положение сбрасывателя определяется, как и для пластов, азимутом падения и углом падения (также есть простирание сбрасывателя), причем если разрыв произошел в слоистых породах, то разрыв может быть *продольным* (рис. 28, *I*), если простирание сбрасывателя то же, что и простирание пород крыльев, *поперечным* (*II*), если простирание сбрасывателя направлено вкrest простирания окружающих пород, и, наконец, *диагональным* (*III*), когда простирание сбрасывателя направлено под более или менее значительным углом к простиранию пород.

Чаще встречаются продольные разрывы. Если мы представим себе вертикальный разрез вкrest простирания разрыва и пластов, то получим в сечении различные случаи, изображенные на рис. 29. Следует обратить внимание, что при «сбросах» (рис. 29, *b*) полу-

чается увеличение поверхности, а при взбросах ( $c$  и  $c'$ ) — ее сокращение; например, на нашем рисунке горста ( $d$ ) — два взброса (сокращение поверхности), на рисунке грабена ( $e$ ) — два сброса (увеличение). Вертикальный сброс, очевидно, не изменяет величины поверхности.

Разрывы, как и складки, не могут продолжаться бесконечно, но на известном расстоянии уменьшаются в своей «амплитуде» и, наконец, «затухают» (рис. 29,  $a$ ).

Так же как и складки, разрывы непосредственно в обнажениях можно наблюдать редко, а если сбрасыватели обнажены, то их поверхность от трения при движении одного крыла по другому отшлифовывается, давая и «зеркало сброса» и, кроме того, на таких зеркалах сохраняются параллельные борозды, по которым можно судить об относительном направлении движения крыльев.

Надо заметить, что лишь в редких случаях мы знаем действительное движение того или иного крыла по разрыву, так что стрелки, поставленные при сбрасывателях на рис. 29, не значат, что оба крыла двигались в этих противоположных направлениях, но возможно, что двигалось лишь одно из крыльев, а другое было неподвижно; другими словами, мы такими стрелками обозначаем относительное движение крыльев, т. е. что одно крыло, например, поднялось относительно другого.

Какие же наблюдения мы должны сделать, если непосредственно видим сбрасыватель?

Во-первых, определяется его залегание, т. е. азимут и угол падения, таким же образом, как и у пластов. Затем определяется азимут и наклон борозд скольжения, для чего (рис. 30) в вертикальном положении прикладывается полевая книжка по бороздам скольжения ( $d$ ) и определяется по ней компасом ( $y$ ) азимут наклона, а затем и угол наклона компасом в положении  $x$  (справа).

На рис. 30 показаны:  $a$  — сохранившееся крыло сброса,  $b$  — зеркало сброса,  $c$  — простирание и падение сброса,  $d$  — борозды скольжения,  $x$  — положение компаса

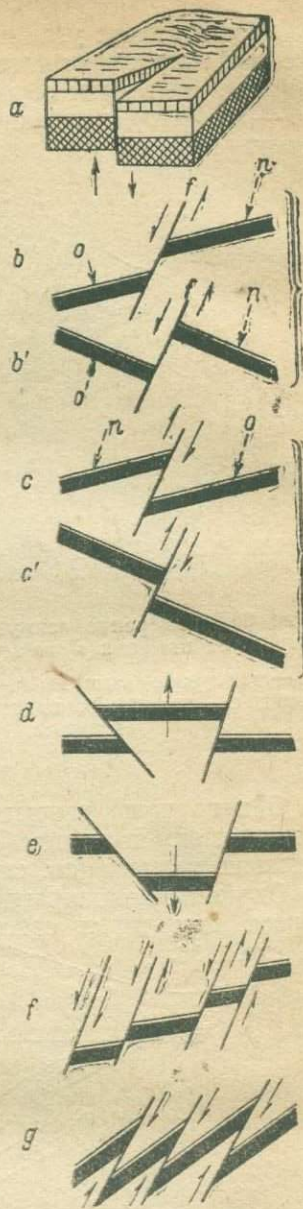


Рис. 29. Типы разрывов.

$a$  — затухающий сброс;  $b$  и  $b'$  — сбрасыватель ( $f$  — сбрасыватель; стрелка — относительное движение крыльев сброса;  $o$  — опущенное крыло,  $n$  — поднятое),  $c$  — взбросы (обознач. см. у  $b$  и  $b'$ ),  $d$  — горст,  $e$  — грабен,  $f$  — ступенчатый сброс,  $g$  — чешуйчатый надвиг.

для определения угла наклона линии сдвига по сбросу и  $y$  — то же для определения ее азимута (по записной книжке). Например, сбрасыватель (или сброс) падает на SE 150  $\angle$  65° (простираение NE 60 — SW 240), опущенное крыло сдвинуто по сбросу на SW 226 под углом 15°; значок такого смещения показывается на карте (как на рис. 30 слева сверху), если направление смещения известно.

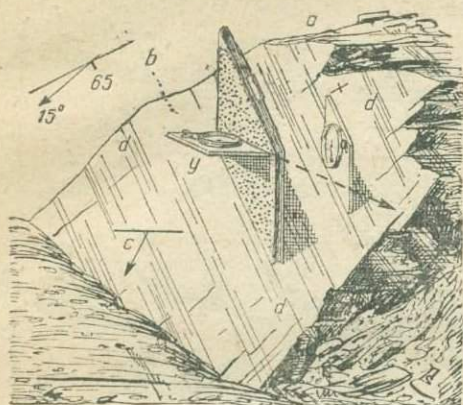


Рис. 30. Измерение азимута и наклона борозд скольжения ( $d$ ) на зеркале сброса.  $y$  — измерение азимута,  $x$  — наклона борозд,  $c$  — падение и простираение сбрасывателя.

Иногда пласты около сбрасывателя вследствие трения заворачиваются, как показано на рис. 31; в этом случае мы можем определить направление относительного движения крыльев (см. стрелки), причем величину перемещения надо считать не по  $a$ , а по  $b$ .

Наблюдают мощность сбрасывателя, который может быть заполнен обломками раздробленных пород («брекчия трения»); по сбросам часто циркулируют минерализованные воды или возгоны, так что могут быть обнаружены какие-нибудь полезные ископаемые.

Однако чаще разрывы определяются не непосредственно на их изображениях, но путем сопоставления границ отложений на обоих крыльях разрыва (см. стр. 155).

Определение направления относительного перемещения крыльев сброса при таких сопоставлениях (и по геологической карте) см. на стр. 156.



Рис. 31. Завороты пластов при сбросах в разрезе;  $a$  — видимая амплитуда передвижения,  $b$  — истинная.

При разрывах различают (если мы представим себе сечения в плоскости падения сбрасывателя рис. 32, I—VI) сбросы и взбросы «согласнопадающие», т. е. в ту же сторону, что и пласты крыльев (I, II), и «несогласнопадающие» (III—VI).

Величина передвижения крыльев по разрыву определяется вертикальной амплитудой  $v$  (BC), наклонной  $h$  (AB) и

стратиграфической  $s$  ( $BD$ ), из которых наибольший интерес представляет стратиграфическая ( $s$ ).

Для определения  $s$  мы обычно знаем падение пластов  $\beta^1$ , необходимо знать еще угол падения сбрасывателя  $\alpha$  и величину перемещения крыльев (в плоскости падения сбрасывателя)  $h$ . Если эти величины известны ( $h$ ,  $\alpha$  и  $\beta$ ), то построением, показанным на рис. 32, или тригонометрическим путем (см. под чертежами формулы величины  $s$ ) легко определить стратиграфическую амплитуду перемещения  $s$ .

Величина  $h$  в редких случаях нам известна из наблюдений на обнажениях и лишь при незначительных перемещениях; из разре-

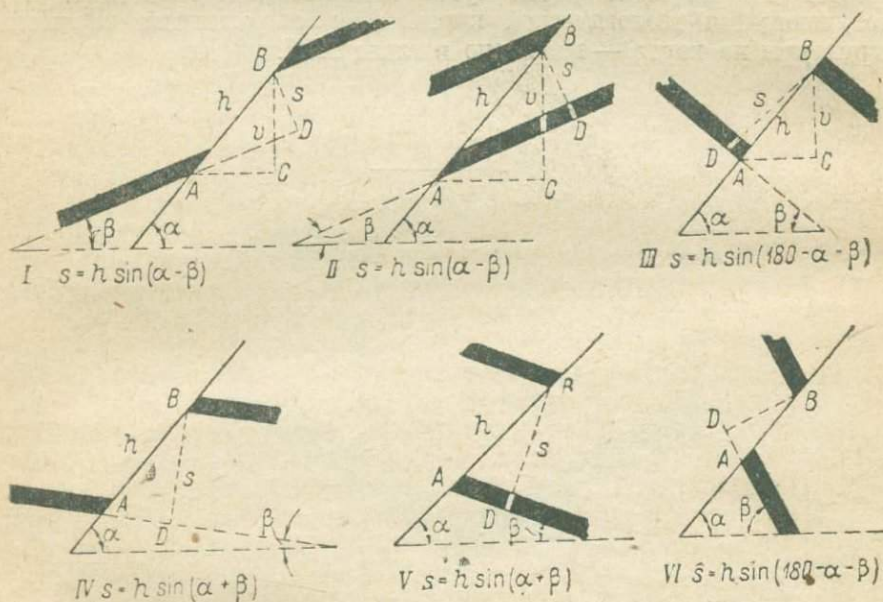


Рис. 32. Определение амплитуды передвижения крыльев по разрывам в разрезе.

зов же, составленных на основании геологических наблюдений, эта величина  $h$  определяется непосредственно; с такой же легкостью можно по разрезу определить и  $s$ .

Из полезных наблюдений при геологической съемке мы при продольных сбросах определяем, какая часть из нормальной последовательности пород (колонки) выпала или удвоилась (см. стр. 155), т. е. мы из полевых наблюдений можем определить величину  $s$ , и получаем обратную задачу — определение величины перемещения по сбрасывателю. Так как передвижение крыльев по сбрасывателю может происходить не только в плоскости падения сбрасывателя и сам

<sup>1</sup> Если разрыв не продольный, т. е. простирание его не такое же, что у пластов, то величина угла определяется задачей нахождения угла наклона в косвенном разрезе (см. стр. 104).

сбрасыватель может быть диагональным, а не чисто продольным, то решение такого рода задач не всегда представляется простым<sup>1</sup>.

*Полевые наблюдения над дислокациями* состоят в непосредственной фиксации перегибов пластов, в определении падения на крыльях складок и, если возможно, то и погружений шарниров. При разрывах, если видны сбрасыватели, наблюдают, как было сказано, залетание последних, а по бороздам скольжения и заворотам крыльев около сбрасывателей — и направление относительного движения крыльев; наконец, наблюдают мощность и состав сбрасывателя (брекчия и возможная минерализация). Но как складки, так и разрывы чаще всего видны не непосредственно, но выявляются путем геологической съемки, т. е. на получающейся геологической карте. Как выражаются различные структуры на карте, — изложено в главе XIII.

---

<sup>1</sup> Определение величины истинного перемещения по известной стратиграфической амплитуде для некоторых случаев можно найти в «Методах геологической съемки» Вебера, изд. 2, 1934, стр. 213—215.



тикальной плоскости падения пласта,  $Opq$ , покрытой точками); азимут падения перпендикулярен азимуту простирания и является единственным, направленным в сторону падения. Кроме азимута падения пласта имеет угол падения, определяемый отвесом у компаса; на рис. 72 это  $\angle \delta$ , лежащий в плоскости падения и наибольший из всех углов наклона пласта.

Для определения залегания пласта достаточно знать азимут и угол падения. Простирание записывается так: простирание NW 345, прост. NE, прост. NNE (в последних двух случаях — если точнее не определено); если дается полное определение залегания, то пишут пад. SE 150  $\angle$  38, пад. NW 280  $\angle$  40—45, пад. SSW крутое, прост. NW 290  $\angle$  90, если пласт поставлен на голову.

Если пласты опрокинуты, то записывается, что пласты опрокинуты и падают туда-то, под таким-то углом<sup>1</sup>. Не следует писать значка градус; при спешной записи значок может быть прочитан как поль. Четверти (NE, SE, SW, NW) записываются, часто по ним восстанавливается неясная цифра азимута.

### 1. Непосредственное измерение

Часто пласты дают настолько ровные плоскости, что определение может быть сделано с достаточной точностью непосредственным прикладыванием компаса. Если можно выбрать хорошую площадку поверхности пласта, все же полезно положить на вычищенную плоскость записную книжку; затем, если пласт падает настолько полого, что направление его падения неясно, по линии простирания прикладывают в вертикальном положении грань компаса и поворачивают его, пока отвес не покажет  $0^\circ$ , т. е. сначала определяется линия простирания; затем к полученному направлению прикладывают заднюю (S) грань компаса и определяют по северному концу стрелки азимут падения; затем по отвесу определяют и угол падения, в перпендикулярном к полученному простиранию направлении.

Определить у полого падающего пласта сначала простирание удобнее, чем сразу падение по наибольшему углу падения, потому что проще определить положение компаса при отвесе, показывающем  $0^\circ$ , чем искать «наибольший» угол.

Для определения углов падения компас надо наклонять, чтобы отвес отходил от лимба, т. е. висел свободно; при отсчетах отвес должен касаться лимба.

Чем положе падение пластов, тем точнее должно быть сделано его определение для изображений на карте. Для разрезов же, по которым определяется глубина задаваемых скважин, наоборот — приобретает значение точность определения падения крутых залеганий.

Если по условиям обнажения (пласты падают к наблюдателю) трудно держать компас так, чтобы передняя сторона компаса была обращена в сторону падения, то направляют ее в сторону азимута

<sup>1</sup> Логически правильное записывание опрокинутого падения, как превышающего  $90^\circ$ , прививается слабо. Опрокинутое падение на NW  $\angle$   $30^\circ$  на самом деле есть падение на SE  $\angle$   $90 + (90 + 30)$ , т. е. падение SE  $\angle$   $150^\circ$ .

восстания пласта, отличающуюся на  $180^\circ$ , и делают отчет по южному концу стрелки.

Вообще могут быть различные случаи, затрудняющие непосредственное измерение; в каждом случае надо применяться к обстоятельствам для получения возможно точного результата.

Точность определения залегания может быть увеличена многократными измерениями, а также построениями для более крупных поверхностей того же пласта.

Далеко не всегда может быть очищена надежная площадка для непосредственного прикладывания компаса; часто приходится, наоборот, отходить от выхода пласта и на-глаз брать азимут падения или, если есть линия его выхода на горизонтальной поверхности (например, гривки), брать простирание. Для увеличения точности отсчета угла падения можно класть на неровную поверхность пласта палку, ручку молотка, к которым и прикладывать грань компаса. Иногда для



Рис. 34. Определение угла падения на вытянутой руке.

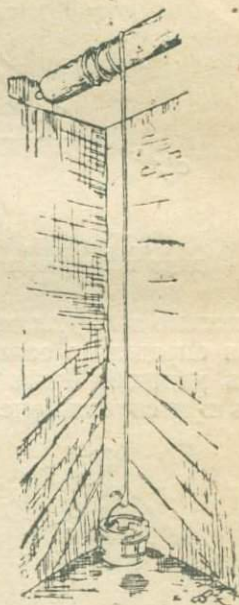


Рис. 35. Шурф с различными «наклонами» пластов в двух стенках.

определения угла падения следует зайти сбоку так, чтобы глаз пришелся на продолжении плоскости пласта, компас держать в вытянутой руке на весу, всё время встряхивая его, чтобы отвес принял верное положение (рис. 34).

## 2. Определение залегания построением

Наконец, бывают случаи, когда залегание не может быть определено ни непосредственным прикладыванием компаса, ни на глазомер, и требуется определить его не в определенной точке, но построением или соответствующими диаграммами по нескольким точкам пласта.

**Определение залегания по двум наклонам.** Например, мы видим

в стенках шурфа наклоны<sup>1</sup> пласта, в виде параллельных полос, но плоскостей пласта не видим и очистить их не можем (рис. 35). В этом случае надо определить азимут одной стенки в сторону наклона и то же другой стенки и определить углы наклона пластов.

Этот случай схематически изображен на рис. 36, где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  —

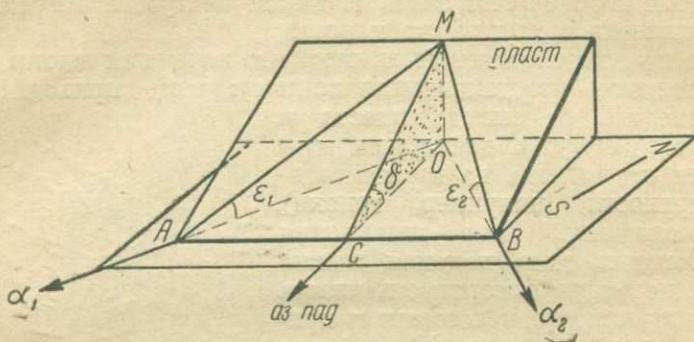


Рис. 36. Модель, поясняющая способ определения залегания по двум направлениям наклона (буквы те же, что на рис. 37 и 38, I).

замеренные азимуты, по которым определены наклоны  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ , а требуется определить азимут падения  $OC$  и угол падения  $MCO = \delta$  (плоскость падения покрыта точками). В стенках шурфа мы можем иметь три случая (рис. 37): когда в обоих стенках пласт от общего

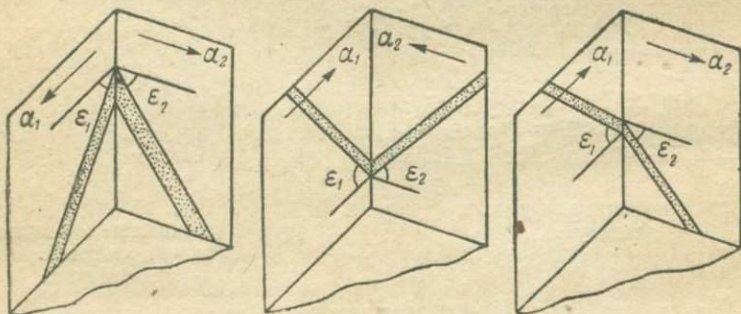


Рис. 37. Определение залегания по углам наклона пласта  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  в шурфе; азимуты  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  берутся в направлении наклона.

угла опускается или подымается, или по одной стенке опускается, а по другой подымается; все эти случаи сводятся в построении к одному, если мы не забудем брать азимуты  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , именно в ту сторону, в которую пласты наклонены.

Для построения проводим (рис. 38, I)  $OA$  и  $OB$  в направлении азимутов, по которым измерены углы наклонов. В точке  $O$  восстанавливаем равные перпендикуляры  $OM_1$  и  $OM_2$ ; при точках  $M_1$  и  $M_2$

<sup>1</sup> Как здесь, так и в дальнейшем, мы различаем «наклон» пласта от «падения» пласта, понимая под последним только наибольший угол наклона (рис. 33).

строим углы дополнительные к  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  и треугольники  $OM_1A$  и  $OM_2B$ . Точки  $A$  и  $B$  будут лежать на линии простирания  $AB$ ; перпендикулярная к ней линия  $OC$  будет азимутом падения. На линии  $OC$ , как катете, строим треугольник  $OCM$ , в котором  $OM = OM_1 = OM_2$ . Угол  $OCM = \delta$ , т. е. углу падения.

Можно из точки  $O$  по измеренным азимутам  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  отложить величины  $OA$  и  $OB$  по масштабу котангенсов углов наклона; линия  $AB$  будет линией простирания, перпендикуляр к ней  $OC$  — азимутом падения, а длина  $OC$  по тому же масштабу котангенсов определит угол падения. Во всем построении (рис. 38, I) остается при этом только треугольник  $AOB$  с перпендикуляром  $OC$ .

Если пласты обнажаются в двух соседних оврагах (не параллельных друг другу) или на двух расходящихся склонах возвышенно-

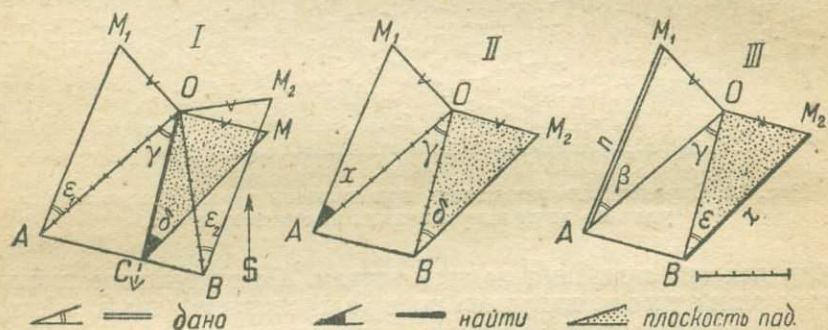


Рис. 38. Построения для решения трех задач:

I — определение залегания построением по двум углам наклона; II — определение угла в разрезе не вкост простирания; III — определение мощности по любому направлению. Линии, перечеркнутые поперек, являются котангенсами углов и могут быть отложены масштабом котангенсов (рис. 133) без построения треугольников  $OAM_1$  и  $OBM_2$ .

сти, наконец, просто в трех точках  $a$ ,  $b$  и  $c$ , не находящихся на одной прямой (рис. 39), то необходимо иметь в двух направлениях по две точки выхода, чтобы получить по двум направлениям наклоны пластов. Для этой цели двое становятся на каждом из этих двух выходов, один берет вертикальный угол, визируя на глаз другому эклиметром (угол наклона), и определяет азимуты направлений наклонов компасом.

Очевидно, что эти два измерения по двум любым пересекающимся направлениям наклона могут быть сделаны даже для различных пластов, при условии их параллельности. Для точности, очевидно, угол между этими направлениями не должен быть очень острым.

Если поверхность пласта волнисто изогнута, а падение пологое, так что направление падения неопределенно, можно положить в различных (нескольких) направлениях наклона пласта на его поверхность жердь и определить для всех положений азимуты и наклоны жерди; можно жердью соединить различные места пласта в одинаковых его точках (в кровле или почве); можно эклиметром определить на двух берегах реки или оврага две точки того же про-

слойка, находящиеся на равной высоте, и эти две точки будут лежать на простирании; вообще нужно найти для данного места подходящий способ более точного определения залегания.

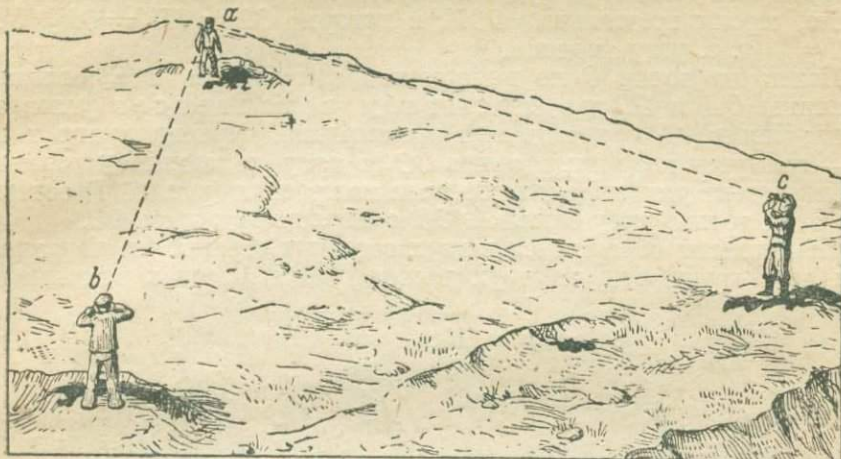


Рис. 39. Определение залегания, при наличии трех выходов пласта угля по двум направлениям наклона  $ab$  и  $ac$ .

**Определение залегания по трем точкам.** По трем известным высотным отметкам, например по трем скважинам, очевидно, тоже можно определить залегание, если они не лежат на одной прямой, так как известно, что три точки, не лежащие на одной прямой, определяют положение плоскости.

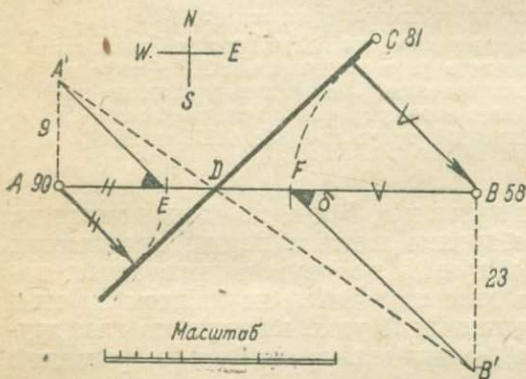


Рис. 40. Определение залегания пласта по трем его точкам  $A$ ,  $B$  и  $C$ ; отметка  $C$  — средняя между отметками  $B$  и  $A$ .

нах или на поверхности) известны, причем в точке  $C$  высота промежуточная (81 м), в  $A$  — наибольшая (90 м) и в  $B$  — наименьшая из трех (58 м), и эти три точки не лежат на одной прямой.

Соединив точки  $A$  и  $B$  прямой, найдем на ней точку  $D$ , имеющую ту же высоту, что и в точке  $C$  (81 м), при этом разделим отрезок  $AB$  пропорционально разностям высот между  $A$  и  $C$  ( $90 - 81 = 9$ ) и между  $C$  и  $B$  ( $81 - 58 = 23$ ), для чего проведем из точек  $A$

и  $B$  в противоположные стороны две параллельные линии  $AA'$  и  $BB'$  и отложим в произвольном масштабе отрезки  $AA'$  и  $BB'$ , равные 9 и 23; соединив  $A'$  и  $B'$ , получим точку  $D$ , под которой пласт имеет ту же высоту, что и  $C$  (81 м), следовательно линия  $CD$  есть линия простирания, а перпендикулярные к ней линия  $CB$  и другая из точки  $A$  — азимуты падения. Отложив  $BF = BC$  и соединив точку  $F$  с  $B'$ , получим угол  $BFB' = \angle AEA' = \delta$  (искомый угол падения).

**Ложная сланцеватость.** Кливаж часто достигает такого развития, что получается ложная сланцеватость, совершенно маскирующая слоистость, которая ускользает от наблюдения, но ее иногда можно найти по незначительным едва выраженным прослойкам несколько иного цвета или крупности зерна породы.

Эти прослойки заметны на ровных поверхностях сланцеватости и могут быть найдены и на плоскостях отдельности, пересекающих сланцеватость. В таких сланцах кроме замеров падения ложной сланцеватости надо замерить наклон прослоек по нескольким пересекающимся направлениям (см. стр. 67), т. е. надо каждую полосу иного цвета или крупности зерна, которую мы считаем полосой слоистости породы, рассматривать как линию, лежащую в плоскости пласта. Определив несколько азимутов и наклонов таких линий, как мы это делали для борозд скольжения на сбрасывателях (см. стр. 59), получаем данные для построения залегания пластов (слоистости, а не сланцеватости).

**Ложные залегания.** При маршрутных работах нередко записывается то, что видно из дали. Надо быть весьма осторожным при определении залегания пластов издали, вследствие обманчивых падений в зависимости от направления сечения пластов склонами гор; к таким определениям надо не только относиться критически, но совершенно к ним не прибегать.

Часто бывает, что пласт, падающий, например, в излучине берега, представляется как антиклиналь или синклиналь. В излучине пласт, падающий от наблюдателя, будет казаться синклиналью (рис. 41,  $a$ ) или антиклиналью (рис. 41,  $b$ ); внизу на рис. 41 изображен рельеф в горизонталях и выход пласта. Если пласты имеют простирание поперек реки, то при взгляде вдоль реки в сторону падения нам будет представляться синклиналь.

Если склон замыт, то крепкие прослойки, разрушающиеся труд-

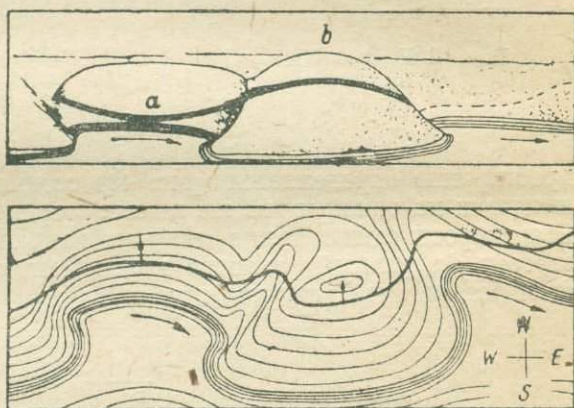


Рис. 41. Ложные складки. Сверху вид с правого берега, снизу — в плане.

нее, могут торчать из псд наноса (рис. 42) с несвойственным им залеганием  $a$ , даже в противоположную сторону, по сравнению с истинным падением  $b$ .

По геологической карте, с горизонталями топографической основы

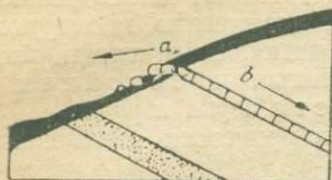


Рис. 42. Ложное падение ( $a$ ) на склоне.

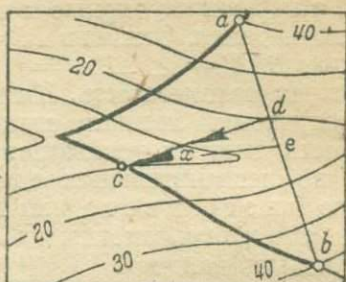


Рис. 43. Определение залегания по карте.  $ab$  — простирание,  $cd$  — азимут падения,  $x$  — угол падения.

простирание определяется (рис. 43) соединением двух точек  $a$  и  $b$ , лежащих на одной и той же высоте (горизонтали), а перпендикулярная к простиранию линия  $cd$  будет направлением падения. Отложив отрезок  $de$ , равный разности высот между  $a$  (или  $b$ ) и  $c$ , получим угол  $dce$ , равный углу падения  $x$ .

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ

Пласты на земной поверхности обнажаются полосой известной ширины, которая представляет собой видимую мощность, величина которой зависит от угла падения пласта и от той поверхности, по которой пласт обнажен (см. рис. 113 и 114); истинная мощность, или толщина пласта, свиты есть расстояние между почвой и кровлей пласта (или свиты) по кратчайшему направлению. Эту истинную мощность иногда можно получить непосредственным измерением от почвы до кровли, иногда же приходится прибегать к несложному построению.

### 1. Непосредственное измерение

Непосредственное измерение мощности может быть сделано в случае горизонтальной поверхности и на голову поставленных пластов или, наоборот, — горизонтальных пластов в обрыве или если случайно поверхность склона перпендикулярна плоскостям пластов. Часто приходится мерить горизонтальные пласты в обрыве, но обрывисты лишь крепкие пласты, слабые же породы все равно образуют пологие склоны.

При непосредственном измерении рулеткой точнее будет не мерить прослоек за прослойком, но, вытянув рулетку поперек пластов, прибавлять измеряемые мощности последовательно, пласт за пластом; при этом сумма получается точнее. При вертикальном обрыве конец рулетки закрепляется сверху камешком или палочкой (или его держит помощник), затем рулетка прикладывается последовательно к кровле каждого прослойка; когда надо начать измерение снова, использовав длину рулетки, или при выступах и иных неровностях, за рулетку дергают и ее конец освобождается.

Разумеется, при уверенности в сохранении мощности можно при измерениях переходить вдоль пластов в различные части обнажения, если по обнаженности одно место имеет преимущество перед другим. Почти всегда применяется небольшая расчистка.

### 2. Косвенные измерения

Когда мощность по условиям обнажения нельзя определить непосредственно, стараются измерение делать вкрест простирания; если и это невозможно, то можно мерить по любому направлению

от точки кровли до какой-либо точки почвы пласта. Все возможные случаи измерения мощностей изображены на блок-диаграмме (рис. 45), где пласт (белое) падает под  $\angle \delta$ . Непосредственное измерение изображено на передней стенке  $x$ .

**Измерение вкрест простирания.** Вкрест простирания измерение может быть сделано: 1) по горизонтальной поверхности (рис. 44—45,  $m$ ); 2) по склону, падающему под  $\angle \alpha$  обратно падению пласта ( $m'$ ); 3) в ту же сторону под  $\angle \alpha$  ( $m''$ ). Обозначения на рис. 44 и 45 одинаковы.

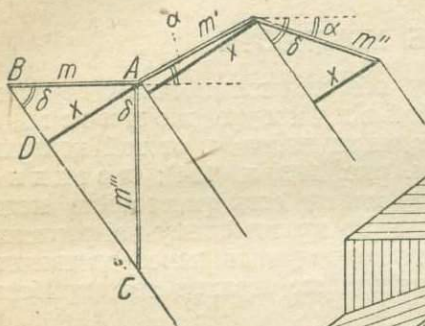


Рис. 44. Мощности, определяемые вкрест простирания.

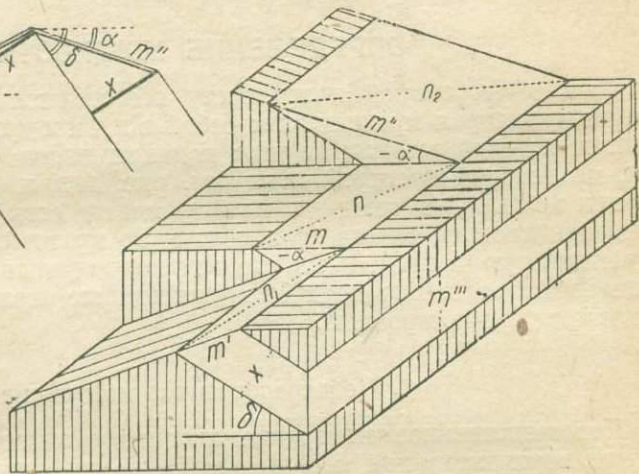


Рис. 45. Блок-диаграмма различных случаев.

$x$  — истинная мощность,  $\delta$  — угол падения,  $\alpha$  — угол склона поверхности земли,  $n, n_1, n_2$  — измерения не вкрест простирания,  $m, m', m''$  — измерения вкрест простирания.

Построение для нахождения мощности  $x$  ясно из чертежа (удобно пользоваться круговым транспортиром, изображенным на рис. 54).

В этих трех случаях искомая мощность (см. рис. 44):

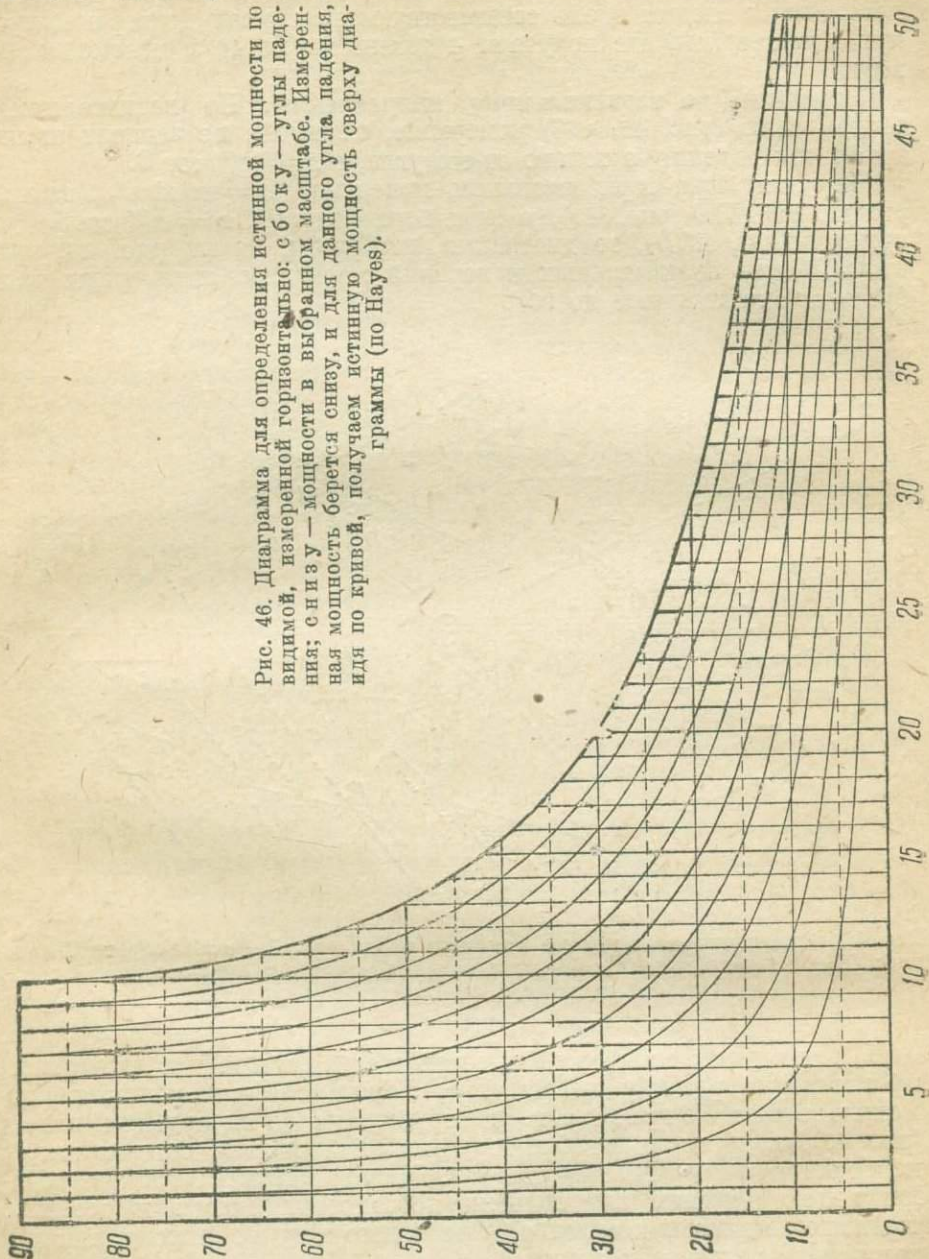
- 1)  $x = m \sin \delta$
- 2)  $x = m' \sin (\delta + \alpha)$
- 3)  $x = m'' \sin (\delta - \alpha)$

Если в этих формулах разность  $(\delta - \alpha)$  или сумма  $(\delta + \alpha)$  меньше  $45^\circ$ , то, основываясь на равномерном возрастании синуса, от 0 до  $45^\circ$ , можно воспользоваться упрощенной формулой, по которой  $x = \frac{m(\delta + \alpha)}{60}$ , и нет надобности прибегать к тригонометрическим таблицам.

При измерениях по горизонтальному направлению, кроме формулы  $x = m \sin \delta$  или построения, можно пользоваться диаграммой, изображенной на рис. 46, по которой по оси ординат (сбоку) имеем углы падения, по оси абсцисс (снизу) — измеренные

мощности, в подходящем масштабе. Проследив по горизонтальной линии для данного угла падения до пересечения с вертикальной линией, соответствующей данной видимой мощности, из точки пере-

Рис. 46. Диаграмма для определения истинной мощности по видимой, измеренной горизонтально: сверху — углы падения; снизу — мощности в выбранном масштабе. Измеренная мощность берется снизу, и для данного угла падения, идя по кривой, получаем истинную мощность сверху диаграммы (по Hayes).



сечения по соответствующей кривой доходим до верха диаграммы, где получаем истинную мощность в том же масштабе, что нами был принят для мощности видимой. Например: падение пластов  $35^\circ$ ,

смерено по горизонтальному направлению 70 м. Берем снизу, например, 7 делений, по вертикальной линии следим до пересечения ее с горизонтальной, соответствующей углу падения  $35^\circ$ , из точки пересечения следим вдоль соответствующей кривой до верхней границы диаграммы, где получаем 4 деления, или 40 м искомой мощности.

**Измерение по вертикальному направлению.** По вертикальному направлению (рис. 45,  $m''$ ) измерение, очевидно, не зависит от направления падения, а только от его угла, и  $x = m'' \cos \delta$ .

Так как при горизонтальном измерении  $x = m \sin \delta$  (из треугольника  $ABD$  рис. 44), а при вертикальном  $x = m'' \cos \delta$  (из треугольника  $ACD$ ), то диаграмма, изображенная на рис. 46, пригодна и для вертикальных измерений мощности, лишь углы надо брать дополнительные до  $90^\circ$ .

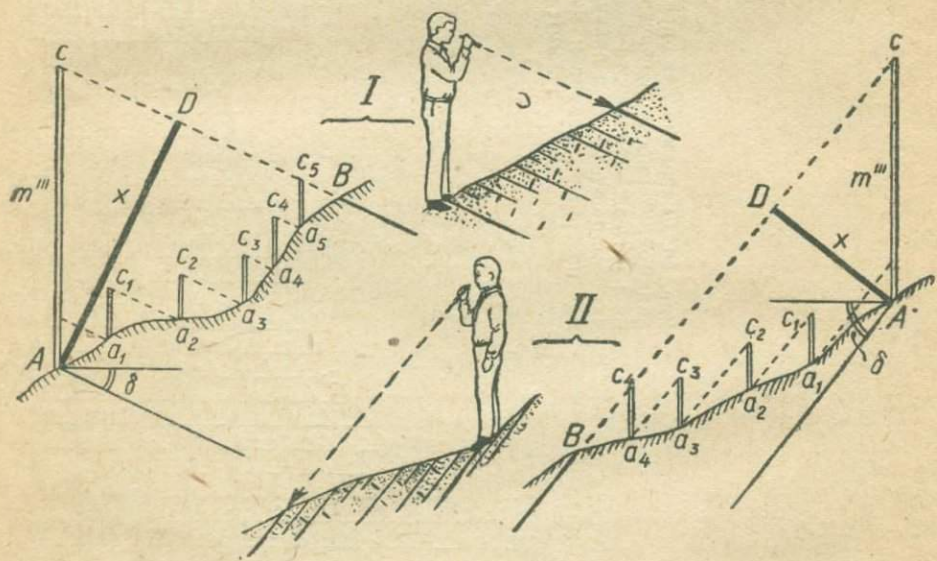


Рис. 47. Определение мощности с помощью эклиметра: I — склон обратной падению; II — склон по падению;  $\delta$  — угол падения пластов;  $a_1c_1, a_2c_2 \dots$  величина роста измеряющего,  $x$  — истинная мощность.

В том случае, если склон очень неровный, так что прямое протягивание рулетки невозможно, можно смерить мощность помощью эклиметра, поставив трубку на угол падения пласта (рис. 47), совершенно подобно тому как эклиметром (поставив на  $0^\circ$ ) измеряются относительные высоты. Мерить мощность таким образом выгодно только при больших неровностях склона и особенно тогда, когда пласты и склон падают полого в ту же сторону, так как тогда получается мало стоянок.

Для определения мощности с помощью эклиметра надо поставить трубку под углом падения в направлении падения пласта, в зависимости от направления падения опускаясь (II) или поднимаясь

по склону ( $l$ ) вкрест простирания (рис. 47). Величина  $Ac$  ( $m''$ ) складывается из числа отмеренных величин роста ( $a_1c_1, a_2c_2, a_3c_3, \dots$ ), в первом случае 6 стоянок, во втором 5. Мощность  $x = (a_1c_1 + a_2c_2 + a_3c_3 + \dots) \cos \delta = m'' \cos \delta$ .

Эта же формула и построение, таблицы и диаграммы применяются при определении мощности пласта в скважине, шахте или стенке шурфа.

### 3. Измерение по любому направлению

Общий случай измерения мощности пласта или свиты пластов по любому направлению — далеко из редкий. Не только в наклонных шахтах или иных наклонных выработках направление измерения задано, но и по склонам возвышенностей часто приходится мерить разрез наискось склона, чтобы избежать какого-либо препятствия; или может случиться, что удобно мерить по склону, наибольшая крутизна которого не лежит в плоскости падения, или мы измеряем свиту по тропе в самых различных направлениях, или, наконец, желаем перейти на другое место измерений, но не можем этого сделать, следя за определенным горизонтом.

В этом общем случае задачу можно сформулировать как нахождение мощности в направлении между любой точкой кровли до любой точки почвы пласта.

Если мы имеем измерение  $n$ ,  $n_1$  или  $n_2$  (рис. 45), то задача состоит в нахождении величины, которая получилась бы, если бы измерение производилось вкрест простирания, т. е. вместо  $n$  получить  $m$ , вместо  $n_1$  —  $m'$  и вместо  $n_2$  —  $m''$ , т. е. надо перейти к предыдущим случаям.

Если (рис. 48, I) в плоскости  $a$  произведено измерение  $n_1$  или  $n_2$  от точки кровли  $M$  до точки почвы ( $A$  пласты под углом  $\beta$ , а плоскость  $b$  есть плоскость падения, то проведя (рис. 48, II) отрезок  $n_{1,2}$  под углом  $\beta$ , как гипотенузу треугольника  $AMO$ , построив угол  $\varepsilon$ , равный разности азимутов плоскостей  $a$  и  $b$ , опустив на линию  $OB$  перпендикуляр  $AB$ , получим точку  $B$ . Совмещая плоскость  $b$  (I) с плоскостью чертежа, т. е. вращая вокруг оси  $OM$ , откладываем  $OB_1 = OB$  (II).

Длина линии  $MB_1$  равна длине измерения, если бы мы его сделали вкрест простирания.

Проведя через точки  $M$  (кровля) и  $B_1$  (почва) параллельные линии под углом  $\delta$  (падение пласта), получим искомую мощность  $x_1$ , если пласт падает в обратную сторону, чем наклонная линия нашего измерения (случай измерения  $n_1$  на рис. 45), или  $x_2$ , если в ту же сторону (случай измерения  $n_2$  на рис. 45). При этом надо помнить, что на самом деле наклон нашего замера был влево (по  $MA$ ), т. е. туда же, куда наклонена рулетка, а не вправо, куда наклонена линия  $MB_1$ , которая на самом деле тоже должна быть наклонена влево. Другими словами, при построении падения в ту или противоположную сторону надо принимать наклон измерения по линии  $MB_1$ , а не по  $MA$ .

При падении пласта круче, чем наклон линии измерения, точки кровли и почвы на концах этой линии будут на обратных местах:

$M$  — точка почвы, а  $B_1$  — кровли. На рис. 48, III пласт падает в ту же сторону, что и наклон измерения (мощность  $x_2$ ), и в обратную сторону (мощность  $x_1$ ).

Если измерение было косвенное, но по горизонтальному направлению (по  $AO = n$ ), то измерение вкrest простирания (мощность  $x_1$ ).

Проведя в точках  $O$  и  $B_1$  параллельные линии под углом  $\delta$ , как в предыдущем случае, получим величину мощности  $x$ .

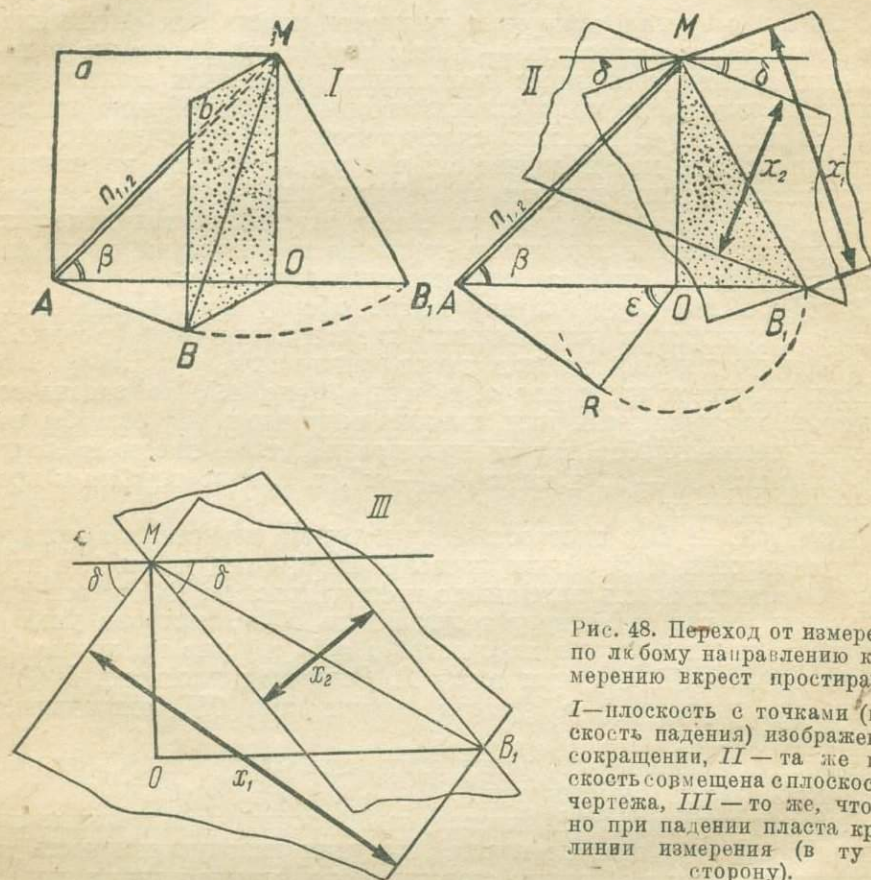


Рис. 48. Переход от измерения по любому направлению к измерению вкrest простирания.

$I$  — плоскость с точками (плоскость падения) изображена в сокращении,  $II$  — та же плоскость совмещена с плоскостью чертежа,  $III$  — то же, что  $II$ , но при падении пласта круче линии измерения (в ту же сторону).

По существу мы имеем то же построение, что при определении залегания по двум наклонам или при нахождении угла в косвенном разрезе (см. рис. 38, III), только даны другие величины ( $M_1A$  — измерение,  $\angle AOB$  — разность азимутов измерения и падения и  $\angle M_1AO$  — угол наклона измерения), а найти надо величину  $M_2B$  — величину наклонного измерения вкrest простирания.

Если вывести тригонометрическую зависимость между величиной измерения по случайному направлению и вкrest простирания, подобно тому как это было сделано при косом сечении раз-

резом (стр. 104 и примечание), мы из тех же трех треугольников (рис. 38, III), получим:

$$x = n \sqrt{\sin^2 \beta + \cos^2 \beta \cdot \cos^2 \gamma}$$

В этих формулах  $\angle \beta$  — угол наклона измерения,  $\angle \gamma$  — угол между плоскостью измерения и плоскостью падения (на рис. 48 это  $\angle \epsilon$ ), наконец  $n$  — величина измерения по любому направлению (на рис. 48 это  $MA$ ).

#### 4. Определение мощности пласта по геологической карте

Для определения мощности пласта или свиты по геологической карте (рис. 49) надо либо построить разрез вкрест простирания, из которого мы получим искомую мощность, либо провести на карте для кровли почвы пласта две горизонтали одинаковой высоты, расстояние между которыми дает «видимую» мощность пласта по горизонтальному направлению, из которой построением по диаграмме (рис. 46) или по таблицам<sup>1</sup> определяется искомая мощность.

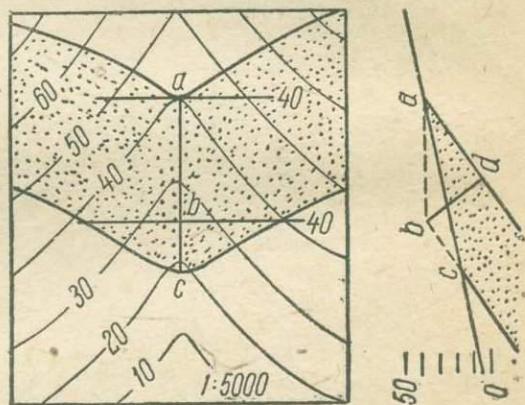


Рис. 49. Определение мощности пласта по карте. Слева карта, справа разрез; пласт падает  $S \angle 35^\circ$ .

На рис. 49 изображен пласт (точки), падающий под углом  $35^\circ$  к югу, горизонталь 40-я почвы пласта проходит через точку  $a$ , у кровли 40-я горизонталь — через точку  $b$ ,  $ab$  равно видимой мощности по горизонтальному направлению (70 м), истинная мощность равна величине  $bd$  (разрез справа) или 40 м.

#### 5. Определение глубины залегания пласта

Глубину, на которой должен быть встречен пласт от заданной точки на поверхности, приходится определять при задании буровых скважин (или шурфов). Для этого нам должны быть известны залегание пласта (азимут и угол падения) и обнажение этого пласта, причем в такой близости к задаваемой буровой, чтобы можно было считать залегание одинаковым, или другой угол падения пласта, но для места скважины известный.

Построение мы должны сделать в плоскости паде-

<sup>1</sup> Разумовский, Спутник геолога, табл. XII и стр. 17; также Обручев, В. Полевая геология, т. I, стр. 327, табл. VIII (то же у Милановского, Геологические карты, стр. 124, табл. 3).

ния пласта и проходящей через точку скважины или шурфа.

Если точка  $A$  (рис. 50,  $I$ ) — устье скважины, а точка  $B$  — выход пласта, падающего под углом  $\delta$ , то построив  $\angle \delta$  при точке  $B$ , проводим линию  $BC$  и получаем на пересечении с линией скважины точку  $C$  и глубину скважины  $h$ .

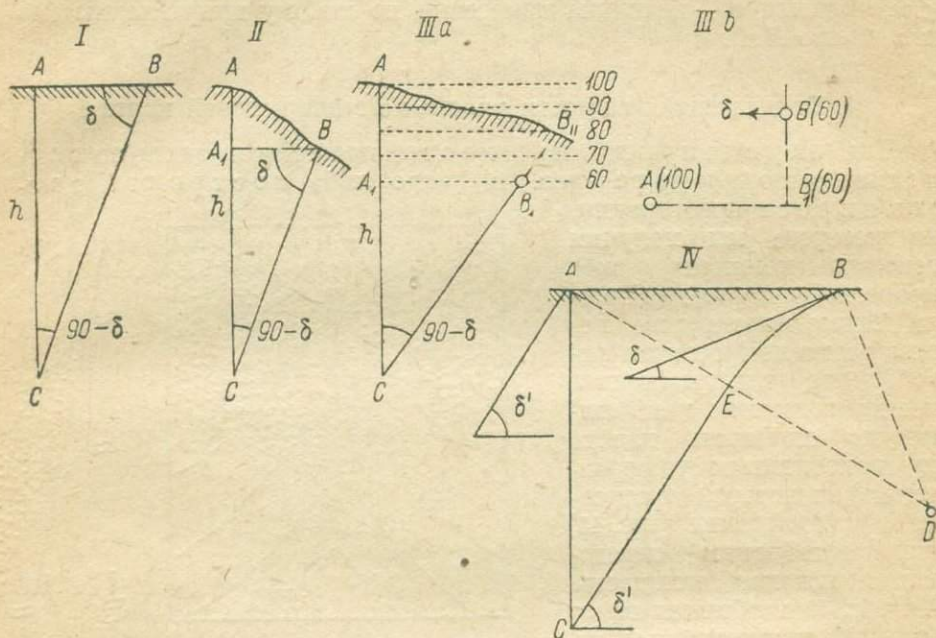


Рис. 50. Определение глубины скважины по выходу и обратно.

$I$  — при горизонтальной поверхности;  $II$  — при неровной;  $III a, b$  — при выходе не в плоскости падения скважины;  $IV$  — при переменном падении. Решение обратной задачи: определение выхода пласта по данным в скважине.

Если выход  $B$  лежит на другой высоте, чем устье  $A$  (рис. 50,  $II$ ), то глубина скважины получится прибавлением величины  $AA_1$  (если точка  $B$  ниже устья  $A$ ) или вычитанием (если выше).

Если выход пласта  $B$  (рис. 50,  $III b$ ) не лежит в одной плоскости падения с устьем скважины, то, проведя линию  $BB_1$  по простираанию пласта до пересечения с линией падения через устье скважины  $A$ , получим точку  $B_1$  — выход пласта, который получился бы на той же отметке (60), что фактический выход в  $B$  (на чертеже устье скважины имеет отметку 100, выход — 60). Построив при точке  $B_1$  (рис. 50,  $III a$ ) угол падения, получим глубину скважины  $AC$ , выход же на поверхность в плоскости падения на нашем чертеже должен быть в точке  $B_{11}$ .

Если угол падения меняется, и в точке  $B$  (рис. 50,  $IV$ ) равен  $\delta$ , а у скважины —  $\delta'$ , то проведя перпендикуляры к линиям падения при точках  $A$  и  $B$ , получим их пересечение в точке  $D$ , из которой, как из центра, проводим дугу  $BE$  (между перпендикуля-

рами); от точки  $E$ , считая падение пласта равным  $\delta'$ , проводим линию под этим углом и получаем точку  $C$  и глубину скважины  $AC$ .

Если бы изменялось не только падение, но и простираание от выхода пласта  $B$  к скважине  $A$ , то необходимо было бы построить подземный рельеф пласта (см. стр. 114), и разность горизонтали пласта, проходящей через скважину, и отметки устья самой скважины даст искомую глубину.

Очевидно, что методом построения подземного рельефа пласта в горизонталях мы задачу на нахождение глубины залегания пласта решаем в общем случае, а приведенные на рис. 50,  $I - IV$  реперения пригодны лишь для частных случаев.

Обратную задачу — нахождение выхода пласта на поверхность по известному его положению под землей см. на стр. 164.

Существуют таблицы зависимости глубины скважины от расстояния до выхода пласта при известном угле падения при одинаковой высоте обеих точек (устья скважины и выхода пласта); очевидно, что если эти высоты различны, то следует разность их прибавить или вычесть.

---

## ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

### ✓ I. ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА

Геологические наблюдения должны быть привязаны к определенным точкам на топографической карте, только тогда возможно составление карты геологической, т. е. для геологической работы необходимо иметь топографическую основу, чтобы все наблюдения были приурочены к определенным точкам поверхности на карте и чтобы из расположения этих точек наблюдений («обнажений») друг относительно друга выступало их геологическое значение и связь между собой.

Детальные работы должны и основываться на детальных картах, схематические же, маршрутные исследования допускают и в картах более мелкий масштаб.

Для полевой работы нужно прежде всего уметь читать карты. Большинство знакомо теоретически с тем, что выражают собой горизонтали, но необходимо, чтобы хорошие карты перед глазами воссоздавали в воображении начерченные на них долины, холмы и пр.

Полезно тренироваться в чтении карты и не выходя в поле, если эта способность еще не приобретена.

При работе надо начинать от известного на карте места и двигаться, следя по карте; при однообразно рассеченном рельефе, например, в пустынных формах или долинах с одинаково выраженными притоками, если карта потеряна, т. е. местность неизвестна, — приходится идти назад и начинать снова от известного пункта; прямо притти на место и начать искать его на карте, если нет вблизи несомненных отметных пунктов, бесполезно.

Наиболее точный способ геологического картирования — это с мензулой или другой способ, при котором все выходы пород наносятся на планшет инструментально.

Надо заметить, что геологическое строение может быть настолько простым или меняющимся на столь больших расстояниях, что в детальных картах надобности и не встречается, например, в Русской равнине, где осадочные образования горизонтальны, обнажения редки. В области Русской равнины очень точное положение обнажения в плане не играет большой роли, и гораздо важнее относительные высоты обнажений.

Если существующие карты или настолько плохи или мелки по масштабу, что не удовлетворяют заданию исследования, то приходится вести глазомерную съемку.

## 1. Глазомерная съемка

Съемка состоит из определения трех элементов: 1) азимутов,<sup>1</sup> 2) расстояний горизонтальных и 3) высот.

Точные способы съемки излагаются в курсах геодезии, так же как методы глазомерной съемки с упрощенными инструментами. Здесь будет говориться лишь о такой съемке, которую приходится вести геологу самому поневоле, т. е. когда основная работа — геологические наблюдения, съемка же служит лишь как подсобное средство, — или для исправления плохой основы, или для уверенности в ориентировке по карте, или, наконец, для расположения обнажений, если карты нет вовсе.

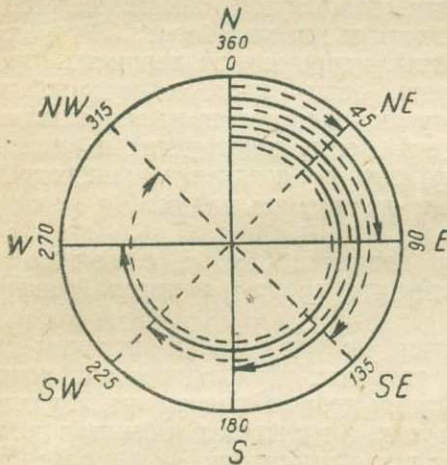


Рис. 51. Азимуты нарастают по часовой стрелке.



Рис. 52. Положение горного компаса при определении азимута.

Для определения азимутов пользуются горным компасом, расстояния определяются по времени хода — шагами, оборотами колеса и пр., наконец, высоты — anerоидом.

При съемках крупного масштаба небольших площадей методы могут быть более точные.

Так как на горном компасе нет диоптров, то азимуты берутся с руки (не точнее  $2^\circ$ ). Компас держится в левой руке тем концом, где написано N (север), вперед, а правой тормозят излишнее движение стрелки помощью винта. Наблюдатель становится в направлении определяемого азимута (рис. 52).<sup>2</sup>

Глазомерную съемку приходится вести или а) по маршруту, или б) когда необходимо бывает заснять глазомерно небольшую площадь и определить высоты.

<sup>1</sup> Азимут есть угол между магнитным меридианом и определяемым компасом направлением, считая по часовой стрелке (рис. 51).

<sup>2</sup> Неправильно держать компас на уровне глаз, пользуясь стороной доски как диоптрами, так как тогда не видно стрелки, которая все время колеблется, а надо улавливать ее среднее положение.

✓ **Маршрутная съемка.** Эта съемка состоит в том, что надо горным компасом взять вперед азимут того направления, куда съемщик направляется, и до нового изменения азимута необходимо тем или иным способом определить пройденное расстояние; попутно отмечаются показания anerоида в тех точках, высота которых представляется интерес.

Лодочная съемка наиболее удобна, потому что всегда хорошо видно, куда надо плыть, а следовательно, по какому азимуту надо определить расстояние, хотя при лодочной съемке трудно держать равномерное движение. Азимуты определяются горным компасом с руки. При визировании на остановках, если самому повернуться по азимуту, точность отсчета — до  $2^\circ$ , на ходу легко определять азимут с точностью до  $5^\circ$ , а так как глазомерная съемка ведется малыми ходами, то в большей точности и нет надобности. Лишь в случаях засечек на дальние предметы, например, на вершины гор, или для проверки общего направления, если виден отдаленный пункт съемки, как, например, устье реки, желательна наибольшая точность отсчета, и применяется, если есть, инструмент с диоптрами. Но и в этом случае часто выручает не среднее из многократных наблюдений, а повторные засечки на тот же предмет с различных точек маршрута.

Отсчеты по компасу делаются быстро, с точностью до  $5^\circ$ , так как тут же надо отметить время и записать показания компаса и часов.

Расстояния определяются по времени прохода лодки между точками, где меняются азимуты. Необходима для точности съемки равномерность хода. Для этого, во-первых, надо, чтобы лодка двигалась не на веслах или парусах, а на шестах. Обычная скорость хода лодки — 4,5 км в час (5 км в час равняются  $\sim 80$  м в минуту). Часы отмечаются с точностью до  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{2}$  мин. в зависимости от масштаба съемки, и если маршрутную съемку вести в масштабе 1:100 000, то достаточно отмечать время с точностью до  $\frac{1}{2}$  мин., что соответствует точности 40 м.

Может показаться странным, почему не надо записывать тот градус, на котором стоит северный конец стрелки, и то число минут, которое показывает стрелка часов, т. е. зачем сознательно уменьшать точность работы. Дело в том, что никогда не надо гнаться за той точностью, которая не оправдывается заданием или способами использования этой точности. Между тем, есть другой источник ошибок — это ошибки психологические, которые могут повести к гораздо более серьезным последствиям.

Исходя из этих соображений, и самая запись должна быть, по возможности, проста. В записи не надо писать значков градуса, часа, минуты; проще всего писать лишь число градусов азимута, черту и число минут, а для половины минут особый знак, например, z; можно писать часы лишь после перехода минутной стрелки через 60 мин. Лишь при градусах азимуты полезно писать обозначение четверти (NE, SE, SW, NW), во избежание недоразумений при неясно написанной цифре азимута.

В записи каждый должен для себя выработать свою схему, всегда одинаковую. Многие геологи съемку записывают от-

дельно от заметок по геологии, другие подряд, в порядке хода работы. Оба эти способа имеют свои достоинства и недостатки. Непрерывная запись удобнее, потому что при каких-либо неточностях в нумерации обнажений и т. п. весь ход работы записан в той последовательности, как он был на самом деле.

Например, так:

NW	NW	W	(приток справа)	SW	N 24	SW
350—9 31	340—33	270—35		+37 z	265—38 z	250—100
33	35	37 z		38	39 z	

т. е. можно отделять вертикальной чертой каждый момент записи. Здесь на NW выехали в 9 ч. 31 мин., через 2 мин. переменили направление на NW 340, по которому проехали тоже 2 мин., в 9 ч. 37,5 мин. направления не меняли, но отметили место притока, после 9 ч. 38 мин. была остановка в 1/2 мин., после чего 9 ч. 39,5 мин. было обнажение N 24, дальше по азимуту SW 250° на глаз было взято расстояние 100 м.

Подсчитывая расстояния перед вычерчиванием, пишем их под записью времени и всегда расстояния в метрах подчеркиваем, так что подчеркнутая цифра означает расстояние, которое нельзя смешать с записью минут или азимута.

Два примера точности маршрутной съемки приведены на рис. 53.

Работа с верховой лошади — наиболее беспокойная: приходится брать азимуты и записывать на седле или беспрерывно с него слезать; кроме того, направление тропы, особенно в лесу, угадать трудно, в этих случаях часто берут направление туда, куда, как кажется, пойдет тропа, и необходимо в голове сохранять впечатление направления взятого азимута. Для небольших расстояний пользуются счетом шагов (двойных или тройных), для больших — часами.

Существуют формулы зависимости шага от роста, но лучше всего определить свой шаг и составить таблицу перевода шагов в метры. В среднем, шаг около 75 см; при уклонах максимальная величина шага при 2° (для определения шага в зависимости от уклона тоже существуют таблицы). Ходить надо своим обычным шагом.

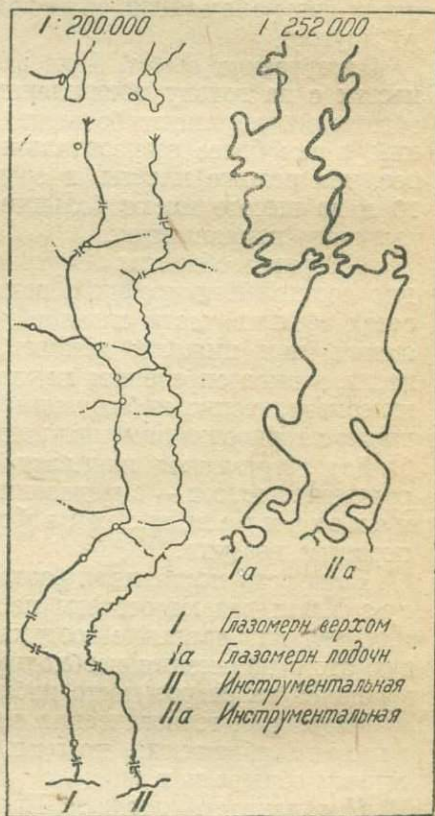


Рис. 53. Примеры глазомерных съемок — I и Ia; тех же маршрутов, снятых инструментально — II и IIa.

Съемка в экипаже самая удобная и точная, если укрепить сзади велосипедное колесо со счетчиком, но применяется это только в полярных экспедициях, причем колесо катится по колесу полозьев саней.

То же самое приходится делать и при картах крупного масштаба. Когда маршрут на карте ясно обозначен по тропе, долине, водоразделу, то отмечают только расстояния (шагами, по часам) и фиксируются определенные на карте точки для проверки отсчитанных расстояний.

**Съемка небольшой площади.** Съемку небольшой площади лучше всего делать на планшетке, но можно и в полевой книжке, ориентируя ее горным компасом. Лучше, отмерив базис, засекать с его концов точки наблюдений, а не ходить маршрутно от одного обнажения до другого.

**Определение высот.** При работе в тектонически очень сложных местах с на голову поставленными пластами вертикальные отметки обнажений не имеют большого значения, но среди пологих залеганий, а тем более горизонтальных, гипсометрия становится тем важнее, чем положе пласты, и среди горизонтальных отложений иногда 10 м по высоте имеют большее значение, чем километр по горизонтальному направлению.

В горных областях вертикальные отметки нужны, во-первых, для составления профиля, во-вторых, потому, что при больших высотах верхние части склонов долины имеют совершенно иные отложения, чем нижние; наконец, только имея гипсометрические отметки, можно определить наклоны шарниров складок; одним словом, гипсометрические наблюдения при глазомерных съемках лишь при карте с горизонталями излишни.

**Барометрическое нивелирование.** Наиболее простой способ определения высот — определение anerоидом. Необходим и термометр-п р а щ, так как в формулу определения высот входит температура воздуха.

Если есть постоянная база, то там оставляют заведенный барограф или делают отсчеты несколько раз в день по другому anerоиду, так как давление воздуха в продолжение дня меняется и кривую этого изменения необходимо знать. Если anerоид один, то, возвращаясь на старое место наблюдения, надо снова делать отсчет.

Часто для геологических наблюдений важна не абсолютная высота обнажения, но относительная, когда надо измерить высоту обрыва и т. п.

**Нивелировка уровнем.** При небольших нивелировках на крутых склонах лучше пользоваться эклиметром, поставив его на 0°, т. е. обратив его в нивелир. Необходимо измерить свой рост до глаз и затем визировать на какое-нибудь место впереди и выше, на которое и встать для следующего измерения, и т. д.; искомая высота равна росту наблюдателя, помноженному на число стоянок. Ошибка при этом получается  $\pm 3$  см. Такое нивелирование идет быстро, но оно невозможно при крутых обрывах, на сыпучих ослях и т. д. Быстрее идет дело не с эклиметром, а с горизонтометром (ручным уровнем), дающим только горизонтальные направления.

**Определение высот эклиметром.** Эклиметр применяется также для

определения высот, например, когда искомым является высота треугольника, а известным — основание и прилежащие углы, определяемые эклиметром; такого рода определения эклиметром можно варьировать соответственно обстоятельствам, и самое обычное его применение — это определение относительной высоты, засеченной с двух или более точек горной вершины, по ее горизонтальному расстоянию от какой-либо из точек и вертикальному углу, определяемому эклиметром.

Для весьма приближенных определений углов как горизонтальных, так и вертикальных, можно пользоваться линейкой, разделенной на сантиметры. При вытянутой руке, держащей линейку, число сантиметров, помещающихся между точками, на которые упирается определяемый угол, равно числу градусов угла.<sup>1</sup> Можно брать и

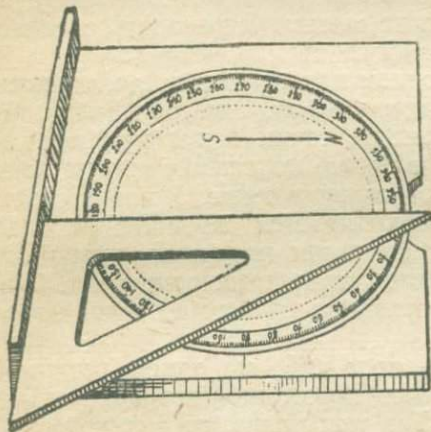


Рис. 54. Круговой транспортир для вычерчивания глазомерных съемок.

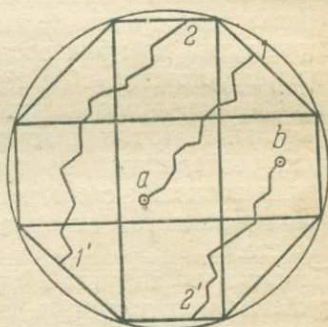


Рис. 55. Вычерчивание на круговом транспортире длинных маршрутов (по Разумовскому).

рулетку, вытянутую двумя руками при горизонтальных углах или держать ее в виде отвеса при небольших вертикальных углах.

**Вычерчивание маршрутной съемки.** После записи съемки, вечером надо ее вычертить (если возможно, то лучше вычерчивать в поле каждый ход).

Для маршрутных съемок хорош масштаб 1 : 50 000 или 1 : 100 000 в зависимости от частоты обнажений; но если мы уже имеем основу и глазомерная съемка служит к ней дополнением, то таков же должен быть и масштаб вычерчиваемой съемки.

Вычерчивание на клетчатой бумаге азимутов помощью компаса нерационально, проще вычерчивать азимуты по транспортиру. Быстрее идет вычерчивание на специальном круге (рис. 54), разделенном на градусы (круглый транспортир, диаметром 20—25 см). Бумага приклеивается тремя каплями клея на этот круглый транспортир, вращающийся на шпильке. Этот круг ставится по неподвижному индексу на градус вычерчиваемого азимута, самый же азимут прочерчивается по одному из катетов чертежного треугольника, в то

<sup>1</sup> Точнее: 20 см = 21°, 40 см = 40°, 60 см = 57°, 80 см = 75°.

время как другой его катет скользит по неподвижной линейке сбоку прибора. Особенно быстро идет вычерчивание съемки в двойном, причем один диктует по записи азимут, по масштабу берет циркулем расстояние и передает циркуль другому, который раскрытым циркулем откладывает расстояние вдоль линейки.

На каждой вычерченной съемке не надо забывать пометить магнитный меридиан, масштаб, дату съемки и фамилию геолога. Обнажения обводятся мелкими кружками. Заодно тем же прибором прочерчиваются стрелки, указывающие направление падения, простирания сбросов, засечки и иные направления из дневника.

Хорошо съемку вычерчивать на восковке или кальке при сведении невязок или чтобы потом ее было удобно накладывать на карту, дополнением к которой служит съемка. Переколоть с кальки на бумагу вычерченную и исправленную съемку нетрудно.

Если съемка не помещается на одном наклеенном листе, то можно его расчертить на квадраты, как показано на рис. 55. Дойдя при вычерчивании до края восьмиугольника, точки 1 и 2 переносят на другую его сторону (1' и 2'), точно в то же положение относительно диагоналей квадрата, и продолжают вычерчивание. Полная съемка от начальной точки и до конечной копируется на один лист восковки, разделенный на такой же величины квадраты, путем совмещения восковки с соответствующими квадратами оригинала. Этим приемом избегается склеивание, и оригинал съемки остается на одном листе.

Невязки маршрутной съемки — около 3%, но такой результат получается при длинных съемках; при коротких — невязки больше, в зависимости от условий съемки. Так или иначе, но и такой съемкой мы достигаем нашей цели — расположить на карте отдельные точки наблюдений друг относительно друга так, как они расположены в природе.

Приемы сведения невязок, излагаемые в курсе геодезии, не всегда применимы при описанной упрощенной съемке, потому что степень точности здесь очень неоднородна, и часто приходится невязку относить к тем участкам, которые можно считать ненадежными, укорачивая, удлиняя или поворачивая их. Обыкновенно съемщик сам знает, где слабые места съемки и в чем их слабость — в неточности азимутов или в расстояниях, и в последнем случае в какую сторону, т. е. были ли переоценены или недооценены меры расстояний. Если таких заведомо слабых участков нет, то невязки уничтожаются обычными способами, излагаемыми в курсе геодезии.

**Определение магнитного склонения.** Если на карте, по которой ведется съемка, не показано склонение, то его надо определить.

1. Приблизительно юг находится в направлении биссектрисы<sup>1</sup> между цифрой XII циферблата и часовой стрелкой верных карманных часов, наведенной на солнце.

2. Днем точнее склонение определяется «гномом»: на ровную горизонтальную доску накладывается бумага; какой-нибудь шпенек, например, проволока, прочно втыкается в доску; из проек-

<sup>1</sup> Часовая стрелка делает круг не в 24, а в 12 час.

ции острого верхнего конца шпеныка, определяемой двумя чертежными треугольниками, поставленными под прямым углом на бумаге, проводится ряд concentрических кругов, на которых и отмечается касание тени конца шпеныка до и после полудня: биссектриса полученных дуг дает астрономический меридиан.

3. Ночью астрономический меридиан определяется по Полярной звезде (рис. 56); точнее, когда она (летом в 3—4 часа утра) приходится на вертикальной линии со звездами заметных созвездий (Дельта Кассиопеи и Мизар).

4. В открытых (степных) местах с ровным горизонтом делят угол между азимутом восхода и захода солнца.

В местах магнитных аномалий вблизи магнитных масс пользование компасом невозможно. Рельсы не влияют на стрелку компаса, но буровые скважины с обсадными трубами сильно ее отклоняют даже на значительном расстоянии. Влияние стали молотка незаметно уже в расстоянии 15—20 см, железные пуговицы в непосредственной близости к компасу отклоняют стрелку заметно.

Из топографических карт для геолога особенно ценны те, которые сняты в горизонталях (преимущественно военные). Большинство прежних карт имеет дюймовый масштаб, теперь же съемки ведутся в метрическом масштабе.<sup>1</sup>



## II. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Геологическая карта, о которой было дано понятие на стр. 19 (напомним еще раз), есть изображение того, что получается при пересечении поверхностью земли геологических образований, иначе говоря, геологическая карта иллюстрирует распространение на поверхности земли этих геологических образований. Так как поверхность земли есть очень сложная поверхность, влияющая на очертания пересекаемых ею пород, то для ясного чтения геологической карты необходимо изображение рельефа; последнее замечание, имеющее особенное значение при горизонтальных отложениях, не относится к картам мелкого масштаба, при крутых залеганиях пород и при малых относительных высотах.

Рис. 56. Определение астрономического меридиана по звездам.

Для наглядности взаимоотношений различных геологических об-

<sup>1</sup> Из старых карт мелкого масштаба Европейская часть Союза имеет карту 60 в. и 150 в. в 1 д. Пограничная полоса Азиатской части имеет карту 40 в. и вся Сибирь 100 в. Карты 10 в. имеет Европейская часть Союза, Туркестан, Западная Сибирь; Кавказ — 5 в. и т. д. Новые, метрические, карты: в масштабе 1:500 000 есть для Северного края, Урала, Туркестана, Украины и др.; 1:200 000 для пограничной полосы, части Западного края; 1:1 000 000 1:5 000 000 и 1:15 000 000 почти для всего Союза. Кроме того, много издано крупномасштабных съемок (1:10 000—1:1 000 000), частью на основании аэрофотосъемок.

разованных, изображаемых картами, можно упростить вид поверхности, которая их сечет; например, изобразить сечение не сложной поверхностью земли, а горизонтальной плоскостью (или какой-либо к ней близкой), — тогда для осадочных отложений получим *пластовую карту*; или вертикальной плоскостью, — тогда получим *геологический разрез*.

Пластовая карта, наглядно изображая взаимоотношения пластов в избранной плоскости, не дает, однако, того, что мы можем наблюдать на поверхности в естественных выходах; поэтому пластовые карты составляются лишь для рудников, когда удобнее отнести все геологические данные к какому-либо горизонту или условной горизонтальной плоскости, нежели к прихотливой поверхности земли, для большей простоты подсчетов и построений. Для разведок же необходима геологическая карта.

Если масштаб карты настолько мелок, что геологический материал на ней изображен очень схематично, то геологическая карта называется *обзорной*, и назначение ее — дать изображение геологического строения в общих чертах. Такие карты служат для предварительных соображений о направлении поисковых работ и для общих тектонических или палеогеографических сопоставлений.

Геологическая карта дает распространение осадочных пород в их последовательности по возрасту; если же мы изобразим распространение пород вне зависимости от их возраста, то получим *литологическую карту*. Аналогичных карт, изображающих распространение или расположение каких-либо специальных признаков или отложений, может быть очень много: карта *четвертичных отложений*, *полезных ископаемых*, *тектоническая*, *водности*, *нефтеносности*, и т. п.

Геологическая карта не может ответить на все вопросы, которые с исчерпывающей полнотой дают специально именно для них составленные карты, но грамотно составленная детальная карта дает понятие о тектонике, в соединении с колонкой — о литологии, на многих картах показаны и четвертичные отложения, и т. д. Из всех перечисленных карт геологические карты дают наибольшее количество данных, и на составлении их мы поэтому и остановим свое внимание в дальнейшем, отведя лишь некоторое место для способов изображения тектоники; что же касается специальных карт, то, так же как и специальные наблюдения, они должны составлять предмет занятий по соответствующим специальным курсам.

Кроме геологической карты строят геологические разрезы (см. гл. IX) в тех случаях, когда либо хотят изобразить то, чего не может передать карта, либо в целях наглядности взаимоотношений пород.

## 1. Детальная съемка

Для горно-разведочной техника наибольшее значение имеет детальная карта и ее составление.

Теоретической базой для выделения определенных стратиграфических горизонтов обычно служит их фауна, определяющая возраст данных пластов. Практически же геологу приходится, за отдельными исключениями, вести картирование не столько пользуясь па-

леонтологическими, сколько литологическими признаками.

Таким образом, при всякой съемке, даже при самой детальной, геолог без ущерба для осмотра прочих обнажений главное свое внимание должен уделять прослеживанию и изучению контактов. Этим будет установлено: 1) пластуется ли они вполне непрерывно и согласно, 2) наблюдается ли между ними перерыв в отложении или угловое несогласие и 3) не усложнен ли данный контакт тектоническими деформациями.

Если площадь, подлежащая съемке, не велика, что бывает только при детальных исследованиях, — работа начинается с рекогносцировки или беглого объезда площади, для знакомства со степенью обнаженности, с условиями для стоянок и передвижения и т. п. Особенно же рекогносцировка необходима для выбора места начала работ, которое состоит в составлении колонки или нормального разреза.

Незаменимую помощь при картировании оказывают «руководящие горизонты» (см. ниже), которые могут залегать как в контакте между двумя свитами, так и на более или менее определенном расстоянии от контакта. Одновременно рекомендуется обращать внимание на изменения форм рельефа или даже характера растительности, которое часто отражает изменение литологического состава пород.

**Колонка.** Колонка или нормальный (также стратиграфический) разрез показывает вертикальную последовательность осадочных образований, их литологический состав и мощность; такой разрез получился бы в вертикальной скважине, проведенной в горизонтальных отложениях (отсюда название «нормальный», т. е. перпендикулярный).

С изучения колонки начинается детальная геологическая съемка. Баяно найти при рекогносцировке такое место, где обнажалась бы наиболее полно и без разрывов наибольшая часть той толщи, которая составляет исследуемый район. Лишь в исключительных случаях мы можем смерить всю толщу в одном месте, обыкновенно же колонка составляется из данных многих обнажений. Техника замеров мощностей и записи разрезов была изложена выше (стр. 26), здесь же обратим внимание на важность этой работы.

Установлением колонки мы решаем вопрос — что мы будем картировать. Мы разобьем толщу осадков на свиты разного возраста, которым придадим временные полевые обозначения (цветными карандашами), причем мы должны подметить те границы между свитами, которые мы в поле можем узнавать свободно в разных местах (руководящие горизонты).

Колонка измеряется во многих местах, так как нигде вся толща не обнажается полностью, и в других местах нужно поправлять ее пропуски, а также наращивать разрез колонки вниз более глубокими горизонтами и вверх более молодыми. Кроме того, на некотором расстоянии могут быть пропуски как в мощности, так и в составе.

Так как знание колонки не только упрощает геологическую съемку, но при сильной дислокации является необходимым, то на

не составление не следует жалеть времени. Знание колонки имеет самостоятельное значение для познания геологического строения, и колонка является после карты самой необходимой частью всякого геологического описания.

**Руководящие горизонты.** Обыкновенно можно в свитах найти какие-либо характерные пласты или прослойки, которые и будут служить такими *руководящими, опорными* или *маркирующими* горизонтами. Чем больше в свитах руководящих горизонтов, тем легче работа съемки. Наоборот, если таких горизонтов нет, то при бедности обнажениями или сложной структуре картирование становится почти невозможным.

Руководящие горизонты могут иметь самые разнообразные характерные для них признаки. Среди силурийских известняков окрестностей Ленинграда выделяются два прослойка «чечевицевого» слоя (очень мелкие конкреции бурого железняка); на о. Челекене тонкие прослойки вулканических пеплов рыбного яруса выделяются своим белым или желтым цветом; много горизонтов с определенными раковинами *Neritina, Streptocarella* и т. д.; горизонт *i* (там же) характерен водоносностью, а потому, будучи смоченным, не поддается дефляции и протягивается грядами; «ферганский» ярус в Туркестане настолько резко выделяется среди других пород, что местным населением называется «белой каймой»; тонкий (иногда всего 5 см) прослой в олигоцене на сотни километров характеризуется изобилием зубов акул, и т. п.

**Способы съемки.** *Съемка по простиранию* (рис. 3, 2). После того как смерена хотя бы часть колонки и намечены те горизонты, которые могут считаться руководящими, последние при достаточной обнаженности наносятся на карту, идя по их простиранию. При этом отмечаются маленькими кружками с номером «обнажения» те места, к которым относятся какие-либо записи в полевой книжке или взятые образцы, ставятся стрелки падений и другие полевые обозначения. Попутно делается местами проверка вкрест простирания: нет ли изменений в составе или мощности колонки (разреза).

*Съемка по обнажениям* (рис. 3, 3). Если обнаженность мала, выходы коренных пород рассеяны пятнами среди наноса, то составление колонки является уже более кропотливой работой, так как колонка получается из небольших ее отрезков. Здесь значение руководящих, легко узнаваемых горизонтов еще более увеличивается. Работа в этом случае ведется оконтуриванием обнаженных мест. На рис. 57 в верхней части изображены оконтуренные выходы коренных пород, в нижней — та же площадь в виде геологической карты (горизонтальны основы для упрощения чертежа опущены). Способы нанесения построением выхода пласта в месте, где он не виден, описаны на стр. 94. Чтобы не пропустить какого-либо обнажения, полезно исследуемую площадь разбить сеткой и систематически обходить один прямоугольник за другим, чаще выгоднее по простиранию.

В качестве примера съемки по простиранию можно привести одностороннюю геологическую съемку Донецкого бассейна. На рис. 58 изображен вид как бы с птичьего полета на часть бассейна, на передней стенке — геологический разрез; на поверхности протягива-

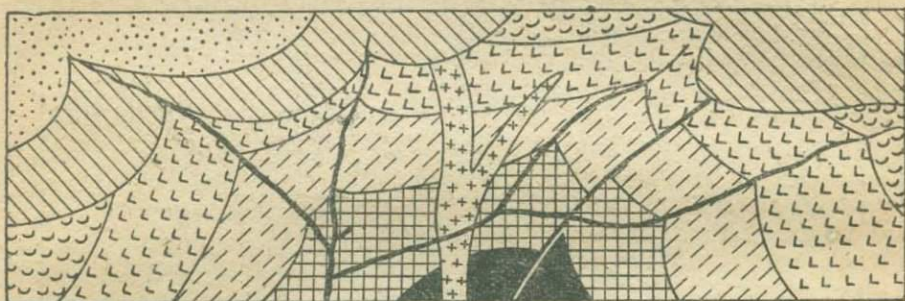
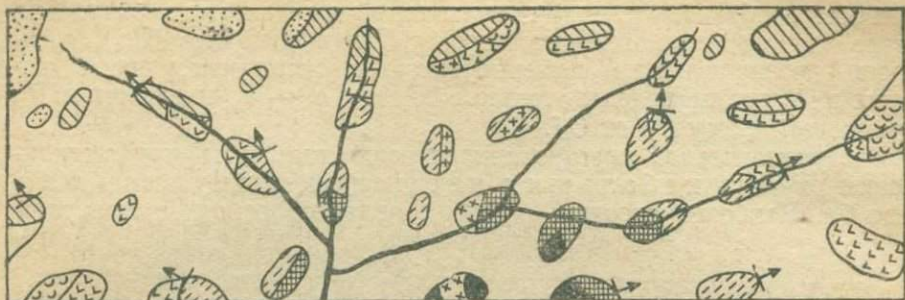


Рис. 57. Съемка оконтуриванием обнажений (вверху). Внизу геологическая карта, полученная из наблюдений на верхней карте.



Рис. 58. Вид с птичьего полета на северо-западную часть Первозвановского плашета (Донецкий бассейн); передняя стенка — меридиональный геологический разрез (см. рис. 59).

ются «привки» более крепких пород, торчащих требешками. Та же местность изображена в виде геологической карты на рис. 59, где на севере залегают палеогеновые породы ( $Pg$ ) и меловые ( $Cr_2$ ), согласно перекрывающие каменноугольные отложения, среди которых на карте проведены угольные пласты  $h_3 - h_{10}$  и известняк  $H_1$ , отделяющий свиту  $C_2^2$  от  $C_2^3$ .

*Инструментальное картирование* хорошо применять при геологических съемках небольших площадей в крупном масштабе. Наиболее простым способом является работа с мензулой.

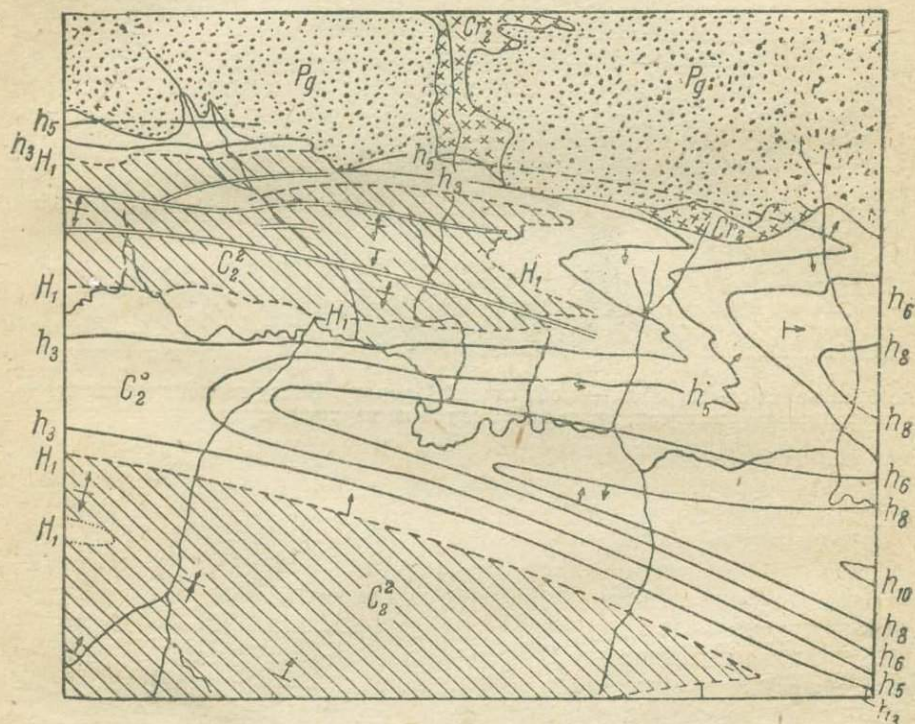


Рис. 59. Северо-западный угол Перовзвановского планшета (геологическая карта). Масштаб  $1\frac{1}{2}$  в. в 1 д. (см. рис. 58).

Как бы точна ни была топографическая основа, нанесение обнажений в поле делается с несравненно меньшей точностью (шагами, засечками с руки). Одновременная топографическая съемка с нанесением геологических данных, тоже инструментально, этим недостатком не обладает. Если же топографической основы нет, то одновременная работа топографа и геолога очень рациональна.

В качестве примера инструментальной съемки в нефтеносном районе можно привести рис. 60. Масштаб инструментальной съемки должен быть не мельче  $1 : 25\ 000$  и то в районах с небольшим числом обнажений и простым строением, наиболее же удобен масштаб  $1 : 10\ 000$ .

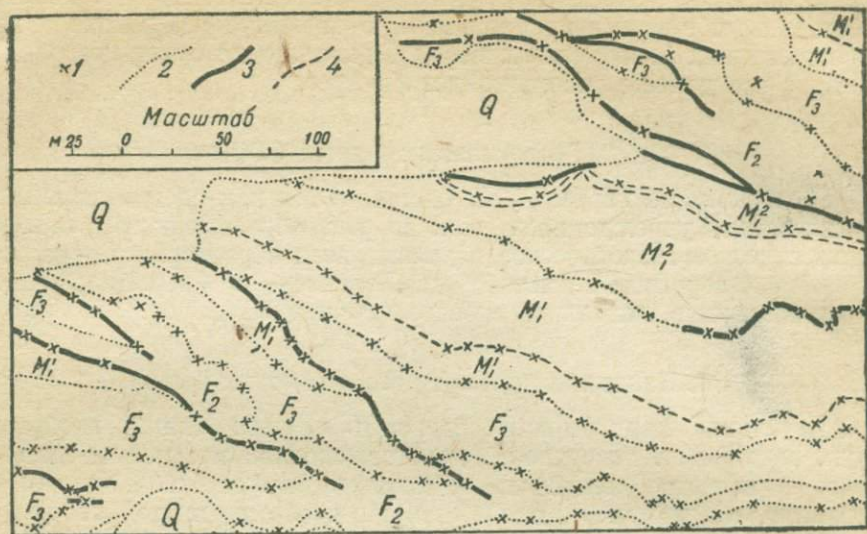


Рис. 60. Пример инструментальной съемки по простиранию.

1 — пункт стояния рейки; 2 — нормальная геологическая граница; 3 — тектонический контакт; 4 — опорный пласт; Q — нанос;  $M_1^1$ ,  $M_1^2$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  — различные горизонты палеогена.

## 2. Маршрутная съемка

Маршрутная съемка ведется в неисследованных местах, как рекогносцировка для более детальных съемок или с целью получения материала для составления обзорных карт мелкого масштаба.

Так как задача состоит в том, чтобы в краткий срок охватить возможно больше фактов по стратиграфии и тектонике, то маршруты располагаются вкрест простирания. Густота маршрутов зависит от имеющегося в распоряжении геолога времени, и часто, как, например, в приполярных экспедициях, маршруты расположены настолько далеко один от другого, что закрашивание карты между маршрутами даже на обзорных картах невозможно.

Выбор маршрутов, принимая во внимание основное условие работы — недостаток времени — особенно важен. Они, как было сказано, выбираются вкрест простирания потому, что при таком направлении геолог получает наибольшее разнообразие в фактическом материале, и геологические разрезы при чисто маршрутных работах дают больше, чем геологическая карта маршрута (а разрезы строятся вкрест простирания).

Так как маршрутами проходят лишь главные реки, то осмотр гальки в устьях притоков приобретает существенное значение; иногда неожиданные находки в валунах заставляют сделать боковой маршрут или изменить уже намеченный.

Полезно в начале работы, при первом пересечении, работать особенно медленно, с боковыми маршрутами по простиранию, с заме-

рами разрезов, усиленными поисками окаменелостей и т. п., чтобы составить себе верное представление о стратиграфии района и взаимоотношениях изверженных пород. Время это не будет потерянным, потому что дальше работа пойдет быстрее.

### 3. Геологические карты СССР

Геологические карты СССР составляются как специальными геологическими учреждениями, так и разнообразными трестами. Систематическое геологическое изучение всей территории Союза началось в 10-верстном масштабе, на Кавказе — в 5-верстном, районы промышленные снимались в более крупном масштабе.<sup>1</sup>

### 4. Нанесение на карту геологических границ

Детальная карта может содержать столько линий, изображающих выходы на поверхность пластов, сколько мы можем их выделить в качестве «опорных» горизонтов (см. стр. 90), причем как правило, сплошными линиями изображают то, что обнажено, и пунктиром, что скрыто под наносом. В тех случаях, когда мы необнажающийся пласт хотим провести на карте, там, где он обнажался бы, если бы не был скрыт наносом, это можно сделать построением.

Пласт может залегать на большой площади одинаково, т. е. быть плоскостным, но может представлять собой изогнутую поверхность, иногда очень сложную. Какую бы поверхность пласт не имел, для построения линии выхода пласта надо его поверхность изобразить в горизонталях того же сечения, что и горизонталы карты, и на пересечении одноименных горизонталей карты и пласта получим точки выхода последнего.

Любую поверхность пласта (не горизонтальную) мы можем рассечь горизонтальными плоскостями на расстояниях, равных сечению горизонталей карты, а в проекции (на карте) получить горизонталы этой поверхности пласта. Очевидно, что в каждой точке пласта, место и высота которой совпадают с местом и высотой поверхности земли, т. е. там, где две одноименных (равной высоты) горизонталы

<sup>1</sup> Донецкий и Кузнецкий угленосные бассейны в 1:42 000, нефтеносные — в 1:42 000 и 1:21 000.

Из систематических съемок Европейская часть Союза снята почти вся в 10-верстном масштабе (1:42 000), но издано карт мало; Туркестан почти весь в масштабе 1:420 000 и 1:400 000 (издано мало), Кавказ в масштабе 1:210 000 (тоже) и одноверстные «пересечения» хребта и т. д.

Из обзорных карт мелкого масштаба изданы: Европейская часть Союза в 1:2 500 000 и то же четвертичных отложений, Азиатская в 1:10 500 000 и 1:4 200 000, Туркестан в 1:1 680 000. Закаспийская область в 1:1 260 000. Изданы отдельно карты, Донецкого, Кузнецкого бассейнов, Крыма, Тимана и пр. в 1:420 000. В масштабе 1:42 000 изданы карты золотоносных областей Сибири и вдоль линии Сибирской ж. д. (1:680 000) Урал и Кавказ в масштабе 1:1 000 000. Наконец, существуют многочисленные карты отдельных небольших районов, карты, снятые около крупных населенных центров или месторождений полезных ископаемых.

пласта и карты пересекаются, пласт выходит на поверхность земли. Короче: там, где пласт имеет отметку поверхности земли, он, очевидно, выходит на поверхность. Это правило приложимо к любой поверхности пласта, как бы он ни залегал.

Если пласт плоскостной, то его горизонтали изображаются параллельными прямыми, расположенными по простиранию и в расстоянии друг от друга, равном котангенсу угла падения пласта.

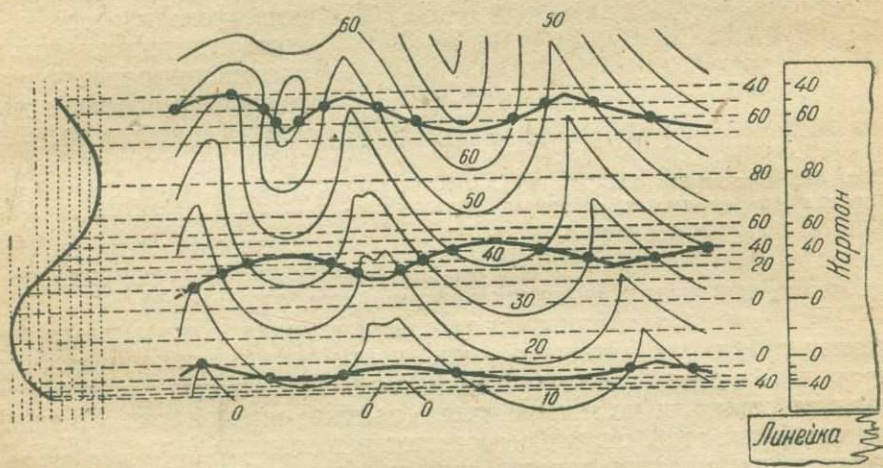
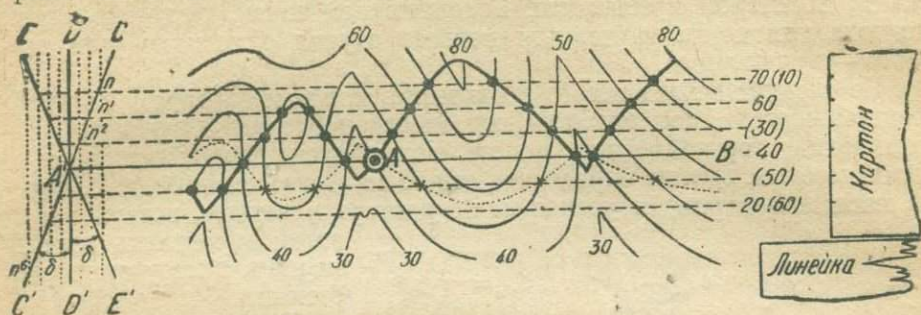


Рис. 61. Построение выхода пласта: сверху — плоскостного, внизу — цилиндрической складки с горизонтальным шарниром, слева — в разрезе. Пунктир — горизонтали пласта.

Например, если в точке  $A$  (рис. 61, верхний), приходящейся на горизонталь 40 (карты), имеем выход пласта, падающий под  $\angle \delta = 22^\circ$ , то через точку  $A$  проходит горизонталь пласта с отметкой 40 в направлении простирания  $AB$ . Если сбоку (на чертеже слева) построим разрез вкрест простирания, то в точке  $A'$  придется точка выхода  $A$ ; если пласт падает к югу, то он в разрезе изобразится линией  $CA'C'$  (если к северу, то  $EA'E'$ ); линия  $DD'$ , перпендикулярная  $A'B$ , изобразит собой горизонт на высоте 40, а параллельные ей пунктирные линии, проведенные в расстоянии сечения горизонталей карты, дадут точки пересечения  $n, n^1, n^2, \dots$  и т. д. с линией пласта  $CC'$ . Па-

параллельные к  $AB$  линии, проведенные через точки  $n, n^1, n^2, \dots$ , будут горизонталями пласта того же сечения, что и горизонталы карты.

Если пласт падает к югу (линия  $CC'$ ), то высоты горизонталей пласта будут проставлены справа, если пласт падает к северу (линия  $EE'$ ), то высоты горизонталей пласта будут проставленные справа в скобках. Точки выхода в первом случае изображены черными точками, во втором крестиками. Соединив эти точки, получим линии выхода пласта на карте, для первого случая сплошную, для второго — пунктирную.

Не следует делать такого построения, какое изображено слева на нашем чертеже, так как при неточности черчения обычно расстояния между горизонталями пласта получаются неравными, чего не должно быть. Лучше определить отдельно это расстояние (т. е.  $\text{ctg } \delta$  в масштабе карты) в увеличенном размере в четыре, восемь раз и затем определить делением на 4, 8 меру этого расстояния.

Чтобы не пачкать карты, можно на прямоугольном куске картона отложить деления, равные расстояниям между горизонталями пласта, а передвигая такой картон вдоль линейки, положенной по простиранию, последовательно отмечать те точки горизонталей карты, которые будут приходиться

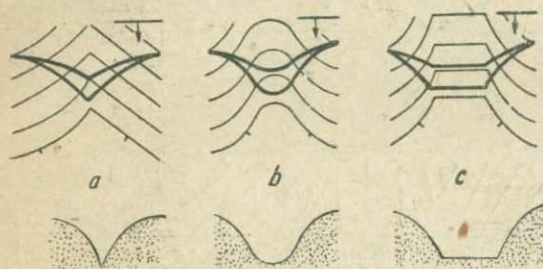


Рис. 62. Очертание выхода двух различных пластов (сверху) при пересечении долины разного сечения (снизу).

на соответствующих делениях картона (рис. 61, справа).

При перегибах линий выхода пласта на карте, когда пласт пересекает речки или возвышенности, почти всегда приходится проводить добавочные горизонталы как карты, так и пласта, деля пополам или на четыре части (на-глаз) горизонталы. Во всяком случае, форма этого перегиба соответствует сечению рельефа. Так при пересечении пластом долины острого сечения (рис. 62, *a*, внизу) и перегиб будет острый (рис. 62, *a*, сверху), угол же зависит от сечения долины и от угла падения пласта; если долина имеет троговое или корытообразное сечение, то и очертания перегиба пласта будут соответствующие (рис. 62, *b* и *c*).

На рис. 62 сверху проведены выходы пластов с разными падениями: сверху — более крутой, снизу — более пологий, у последнего и загиб выхода больше.

Если у нас есть складка, представляющая собой цилиндрическую поверхность с горизонтальным шарниром, то мы получим горизонталы поверхности пласта, проведя вертикальный разрез вкрест простирания (рис. 61, слева, внизу), так же как и для плоскостного пласта: картон применим и здесь.

Вертикальный пласт на карте пойдет по простиранию (стр. 149), независимо от рельефа поверхности земли, а горизонтальный —

вдоль горизонтали карты. Наше правило и для этих случаев справедливо, ибо у вертикального пласта все его горизонталы сольются в одну прямую, а у горизонтального его горизонталь совпадет с соответствующей горизонталью карты.

Поверхность пласта, изображенная в горизонталях, называется его подземным рельефом, структурной картой (у американцев). Весь вопрос не в том, как найти горизонталы поверхности пласта или его подземный рельеф, а в том, достаточно ли у нас данных для построения этого подземного рельефа: если достаточно, то мы можем

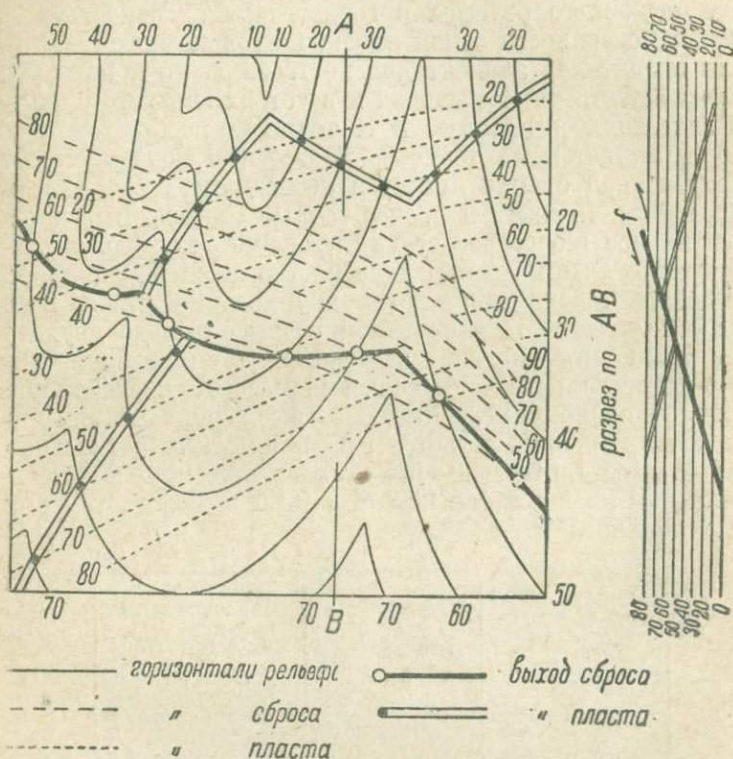


Рис 63. Построение выхода сброса и сброшенного пласта. Справа дан разрез по меридиану.

подземный рельеф выразить в горизонталях, а, следовательно, и построить выход пласта; если же мы подземного рельефа построить не можем, т. е. не знаем, как залегает пласт, то и выхода пласта построить не можем.

Очевидно, это правило, пригодное для плоскости пласта, применимо и к построению плоскости сбрасывателя, будет ли она плоскостной или представляющей собой кривую поверхность. На рис. 63 дан пример построения сброшенного пласта и сброса по точкам пересечения одноименных горизонталей пласта и поверхности земли, а также сброса и поверхности земли; справа дан разрез по АВ.

Если точек пересечения горизонталей мало и мы хотим число таких точек увеличить, то всегда можем провести любое число добавочных горизонталей как для пласта, так и для поверхности земли, деля те и другие горизонталы на 2, 4, 8 и т. д. частей. Необходимо помнить, что каждый изгиб в рельефе поверхности влияет на очертание выхода пласта, поэтому всякое изменение в направлении линии выхода пласта отражает изменение в рельефе земли.

Точность изображения линий выхода зависит от точности изображения подземного рельефа в горизонталях. Точность изображения рельефа поверхности земли важна не только потому, что его горизонталы входят как элемент для построения, но и потому, что по отметкам на естественных выходах и в устьях скважин определяется глубина залегания и пластов, т. е. точность изображения рельефа поверхности влияет и на точность построения подземного рельефа. Вот почему точная съемка является необходимым условием каждой детальной карты. Поэтому наиболее точные структурные карты дает инструментальное геологическое картирование (см. стр. 92).

Надо указать, что на самом деле построения выхода пласта приходится делать только при картах крупного масштаба, не мельче 1 : 50 000, а при сильно выраженном рельефе — и до двухверстного и притом только при пологих залеганиях. При слабо выраженном рельефе с относительными высотами меньше 20 м отклонения пласта от рельефа слишком незначительны и хорошо заметны лишь при углах падения меньше 5°. Например, при масштабе 1 : 50 000 и относительной высоте в 20 м мы получим при падении пласта в 2° отклонение линии пласта в бок на 573 м (11,5 мм на карте); при больших углах получим:

Угол падения в градусах	Отклонение пласта в м	Отклонение на карте масштаба 1 : 50 000, в мм
2	573	11,5
5	229	4,6
10	112	2,2
15	75	1,5
20	55	1,1
30	35	0,6

В каждом частном случае надо посмотреть, стоит ли строить точно выход пласта, или достаточно на глаз его несколько отклонить, сообразно рельефу.

Часто мы на полевой карте имеем несколько рассеянных падений для того же горизонта, различных по величине, однако данных для построения подземного рельефа в горизонталях недостаточно. В этом случае приблизительно можно применять следующий способ: положим, что в трех точках А, В и С (рис. 64) у

нас смерены разные залегания для того же пласта. На линиях падения, откладывая отрезки, равные котангенсу соответствующих углов падения, получим проекции точек пласта с высотами, напри-

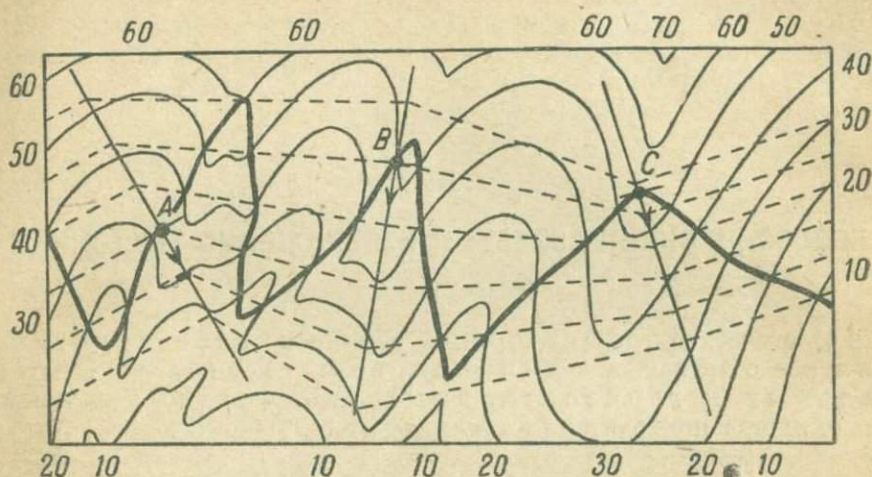


Рис. 64. Приближенное построение выхода по нескольким замерам залегания (в точках А, В и С). Пунктир — полученные приближенные горизонтали пласта  
жирная линия — выход пласта.

мер, через 10 м. Соединив (пунктир) точки равных высот, получим приближенные горизонтали пласта, от которых переходим к точкам его выхода (черные точки). Можно закруглить по лезалам ломаные пунктирные линии.

Построение выхода применяется в случае «вытягивания» пластов по простиранию и в случае съемки методом оконтуривания выходов (рис. 3, 1), при котором развитие наноса особенно велико (рис. 57).

В тех случаях, когда у нас есть серия выходов, помеченных на карте, но граница отложений может проходить в любом месте между различными породами, например, при интрузиях и при отсутствии признаков метаморфизма, указывающих, что контакт ближе к тому или иному выходу, граница проводится посередине (рис. 65).

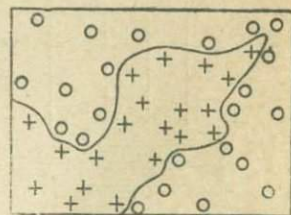


Рис. 65. Проведение границы интрузии (кресты) среди вмещающих пород (кружки).

Если выходы пластов закрыты наносом, то границы тех или иных отложений иногда проявляются на поверхности по косвенным признакам, о которых было указано на стр. 51. При съемке закрытые наносом площади выделяются, в окончательном же виде на геологической карте наносы часто «снимаются», т. е. не показываются (см. стр. 172).

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ И ИЗОБРАЖЕНИЕ ТЕКТониКИ

## I. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ

Геологические разрезы строятся обычно вкрест простирания и с сохранением одинакового масштаба для вертикальных и горизонтальных расстояний, но, как увидим ниже, иногда приходится отступать от этого.

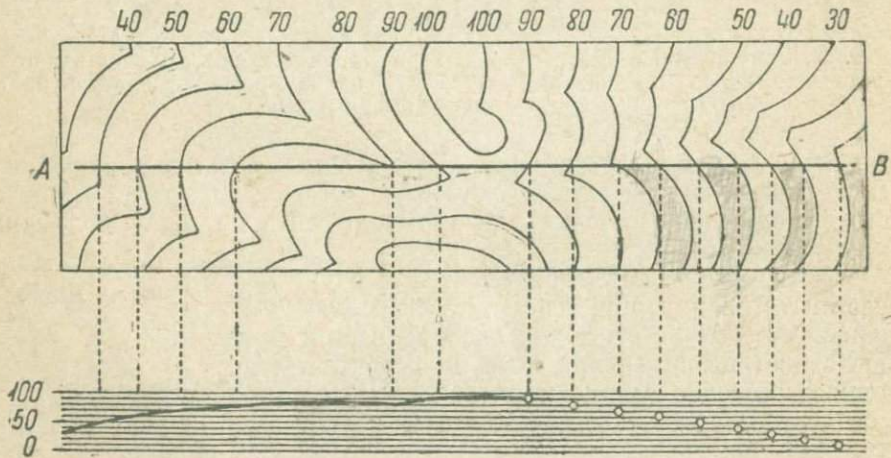


Рис. 66. Построение профиля (внизу) по линии *AB* карты (сверху) проектированием пересекаемых горизонталей линией *AB*.

Для составления геологического разреза сначала вычерчивают по выбранному направлению *AB* (рис. 66) профиль поверхности, проектируя (пунктир на чертеже) точки, где линия разреза пересекает горизонталю карты на линии *AB*, причем отмечают те точки, где пунктир пересекает линии соответствующих высот профиля (горизонтальные линии внизу, проведенные в расстоянии сечения горизонталей карты). На чертеже внизу справа — полученные точки профиля, слева — вычерченный по таким точкам профиль.

При построении геологического разреза по детальной карте на вычерченный профиль переносятся те геологические данные, которые приходится на этой линии профиля. Для ориентировки с картой на последней ставятся буквы на концах линии разреза (*A—B*,

$C \leftarrow D$  и т. д.); на самом разрезе в нескольких местах выносятся некоторые географические названия (реки, вершины, селения), ставятся по концам знаки ориентировки разреза (N-S, NW-SE, NNW-SSE и т. п.) и масштаб, как горизонтальный, так и вертикальный; если последний одинаков с горизонтальным, то пишут: «гориз. и верт. масштабы одинаковы».

### 1. Выбор направления разреза

Если простирание по всей карте сохраняется параллельным (рис. 67, I), то линия разреза проводится в том месте, где на карте есть наибольшее количество фактического материала; если простирание меняется, то линия разреза ломается в месте пересечения с осью складки  $a-b$  (рис. 67, II); если имеем несогласное перекрывание одной толщи другой, причем простирание обеих толщ разное (рис. 67, IV, слева — подстилающая, справа — налегающая), то обычно линия разреза проводится вкост простирания более древ-

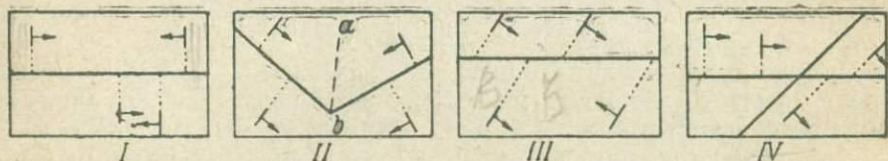


Рис. 67. Перенесение на линию разреза боковых наблюдений.

I — разрез вкост простирания, II — ломаный разрез ( $ab$  — ось складки), III — не вкост простирания, IV — при несогласном налегании.

ней толщи, тектоника которой сложнее и более нуждается в пояснении разрезом; но если более молодая свита на карте преобладает, и строение именно этой свиты интересно пояснить разрезом, то вкост ее простирания и проводится разрез.

То же самое получается при диагональных разрывах, когда невозможно провести линию разреза вкост простирания и пластов и разрывов. В этом случае предпочтение отдается простиранию пластов, но так как угол падения и плоскости разрывов и несогласно налегающей свиты в предыдущем случае на разрезе не получится истинным, то надо показать меньший угол, полученный одним из указанных ниже способов (стр. 104).

При наклонных разрывах, по направлению близких к поперечному, при таком построении получаются слишком пологие углы плоскостей разрывов, дающие неправильное представление о природе смещения крыльев; в этом случае приходится давать еще добавочные разрезы вкост простирания плоскостей разрывов. При вертикальных сбросах всякая линия разреза даст вертикальную линию разрыва.<sup>1</sup>

На разрезах при линиях разрыва ставится буква  $f$  (французское *faille*, английское *fault*) и стрелки на обоих крыльях.

<sup>1</sup> Кроме редкого случая разреза по простиранию сброса, т. е. чисто поперечного, чего можно избежать, не проводя здесь линии разреза.

## 2. Сохранение мощности на разрезе

При маршрутной съемке перенесение на профиль фактического материала осложняется (см. ниже, стр. 109).

Осадки не откладываются совершенно ровным слоем, т. е. с одинаковой мощностью на большие пространства, но обычно мощности они имеют переменную; даже, если бы осадки с постоянной мощностью и отложились, то последующие процессы, главным образом, сжатия и растяжения, нарушили бы постоянство мощности. Если мы не знаем (для тех мест, которые недоступны нашему наблюдению), в какую сторону произошло изменение мощности, увеличилась она или уменьшилась, то мы вынуждены принимать мощность постоянной. Там же, где мы наблюдаем изменение мощности, мы обязаны ее считать изменившейся.

Приняв мощность пластов и свит постоянной, мы на разрезе получим линии везде равно отстоящие друг от друга (параллельные).

## 3. Построение разреза

Прежде всего на линию профиля переносятся те точки, где измерены углы падения. Эти углы редко бывают одинаковыми на большом расстоянии, — или потому, что действительно углы падения меняются, или потому, что сами измерения падения были сделаны неточно.

В этом случае можно сделать два предположения: 1) углы падения меняются постепенно от места одного измерения до другого или 2) углы падения меняются внезапно. В первом случае мы получаем плавные изгибы пластов, во втором — зигзагообразные. Естественнее предположить первый случай.

При *плавном изменении* падения в местах измененных падений 1, 2, ... 7 (рис. 68, сверху) проводим к линиям падения перпендикуляры и получаем точки их пересечений *a, b, c, d* и *e*; из этих точек, как из центров, проводим дуги тех горизонтов (пластов), которые нами вынесены на профиль с карты. Дуги проводятся только между перпендикулярами, от пересечения которых мы получили центры этих дуг. Смотря по тому, сходятся сверху линии падений (между точками 1—2, 3—4, 6—7) или расходятся (между точками 2—3, 5—6), мы получим центры дуг сверху или снизу.

В своде складки продолжаем каких-либо два одинаковых пласта с теми падениями, которые мы имеем на ближайших к своду перпендикулярах, и соединяя точки пересечения, получим проекцию осевой плоскости разреза (рис. 68, между точками 4 и 5), около которой загибаем пласты по лекалу.

Пересечения перпендикуляров к линиям падений на различных крыльях складок не могут служить центрами дуг.

Если мы имеем очень сильное изменение падения и один из углов крутой (например, между точками 5 и 6), то центры дуг получатся вблизи линии профиля и разрез таким построением получится на небольшую глубину, так как глубже этих центров мы дуг между перпендикулярами проводить не можем (при одном пласте, поставленном на голову, центр будет на линии профиля).

Построение это, чертежно, очень просто, потому что приходится чертить циркулем. Линии получаются плавно изогнутыми, потому что на линиях перелома падения пласты по обе стороны перпендикуляров к ним перпендикулярны.

При резком изменении падения в местах измеренных падений 1, 2, 3, ... 7 (рис. 68, нижний чертеж) мы принимаем, что до точки 1 падение было такое, какое измерено на этой точке, от 1 до 2 — как на точке 2, и т. д. Проводим к линиям падений пер-

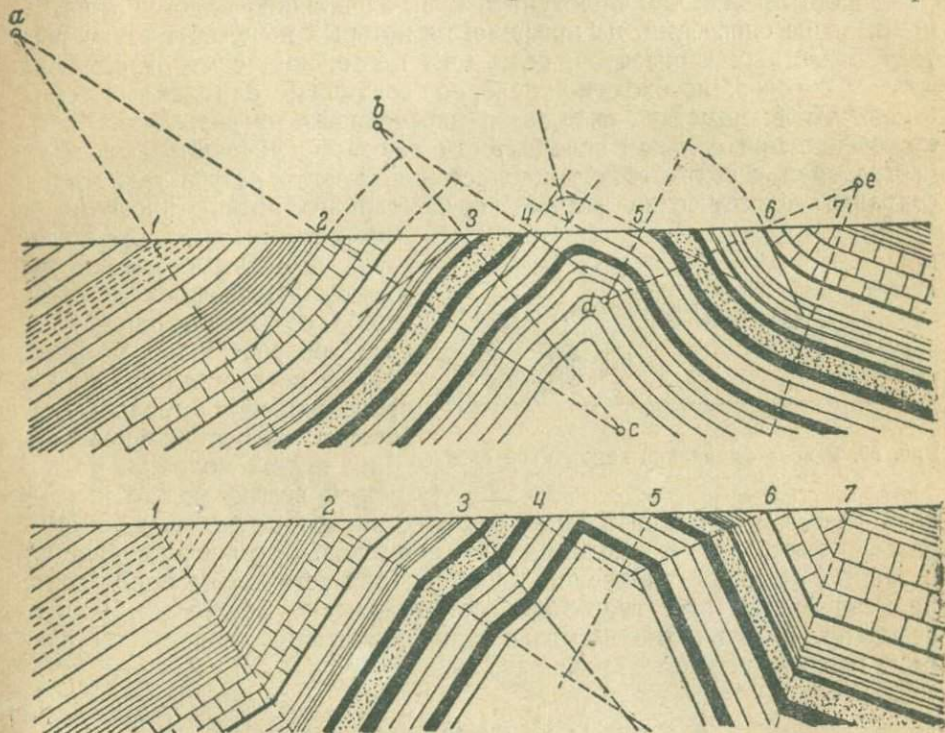


Рис. 68. Построение геологического разреза. Сверху — при допущении постоянной мощности и постепенного изменения падения. 1, 2, 3...7 — места измеренных падений, а, b, c...e — центры дуг на пересечении перпендикуляров к линиям падений. Внизу — в предположении, что падение меняется резко в точках измерения залегания. В верхнем построении мощности постоянны.

пендикуляры и между ними одинаковые падения. Заметим, что мы совершенно произвольно выбрали сторону одинакового падения от точки, где падение измерено.

В местах ниже пересечений перпендикуляров мы встречаемся с теми же затруднениями, что и в предыдущем случае. Так как в нашем случае на самом деле падения меняются постепенно, то при втором способе построения, т. е. предполагая, что падение меняется скачками, мы на нижнем чертеже получили различные мощности для тех же свит в разных местах нашего разреза (ср. например, известняки на обоих крыльях или между точками 6 и 7 и правее точки 7), т. е. мы в этом построении не соблюли условия сохранения

мощности. Если бы падение действительно менялось скачками, мы имели бы иное расположение выходов пластов на поверхности.

Для простоты чертежа мы на рис. 68 взяли профиль горизонтальный; если бы он был неровный, весь ход построения был бы тот же самый, лишь точки 1, 2, ... 7 и промежуточные между ними были бы на соответствующих высотах. Пример построения см. на рис. 78.

Однако прежде чем приступить к вычерчиванию пластов указанными выше способами, на профиле, на который вынесены точки выхода известных горизонтов, если есть повторения свит от складок или от сбросов, необходимо начерно соединить одинаковые горизонты, чтобы наметить складки и перемещения от разрывов. Часто и особенно при сильной складчатости не удается указанным простым построением с сохранением мощностей построить разрез так, чтобы сохранить фактические данные, сведенные на линии профиля, и



Рис. 69. Разрез фациально изменчивой свиты.

приходится либо предполагать возможные неточности в этих фактических данных, либо соединять одни и те же горизонты по лекалам. Но во всех таких случаях в распоряжении геолога остается смиренная в нескольких местах колонка, по которой всегда можно выправить разрез, и в сомнительных случаях на колонку и следует опираться, тем более что колонка или нормальный разрез измеряется в разных частях исследуемой площади, для того чтобы определить, не меняется ли этот разрез по составу или по мощности. Нельзя, очевидно, искать одинакового состава при таком изменчивом разрезе, как это изображено на рис. 69.

#### 4. Разрезы не вкрест простирания

Иногда линия геологического разреза не может быть выбрана, но уже задается целью разреза, например, при необходимости составить разрез по трассе железной дороги, не считающейся с залеганием пород, или при несогласном налетании одной свиты на другую, с разными простираниями (рис. 67, IV). В таких случаях приходится строить разрезы не вкрест простирания; но для общей характеристики строения местности, повторяем, разрез надо строить всегда вкрест простирания, только тогда он будет верно передавать тектонику.

Угол падения на разрезе, проведенном не вкрест простирания, будет, очевидно, меньше истинного угла падения. Его можно определить по табл. 1.

Графически угол в косом разрезе можно найти, построив (рис. 38, II) угол  $\gamma$  между направлением падения  $OB$  и направлением разреза  $OA$ ; восстановив из точки  $O$  к этим линиям перпендикуляры  $OM_1$  и  $OM_2$  равной длины, построим при точке  $M_2$  угол, равный дополнительному к углу падения  $\delta$ , т. е.  $90^\circ - \delta$ ; получим точку  $B$ ;

Таблица 1

Зависимость между углом падения и углом в косом разрезе (с точностью до 0,5°)

Угол между плоскостями падения и разреза																
∠ пад.	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
10	—	9,5	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	5,5	5,0	4,0	3,5	2,5	1,5	1,0
15	15	14,5	14,0	13,5	13,5	12,5	11,5	10,0	10,0	8,5	7,5	6,3	5,0	3,5	2,5	1,5
20	19,5	19,5	19,0	18,0	17,5	16,5	15,5	14,5	13,0	11,5	10,5	8,5	7,0	5,5	3,5	2,0
25	25,0	24,0	23,5	23,0	22,0	21,0	19,5	18,0	16,5	15,0	13,0	11,0	9,0	7,0	4,5	2,5
30	29,5	29,0	28,5	27,5	26,5	25,0	24,0	22,0	20,5	18,5	16,0	13,5	11,0	8,5	5,5	3,0
35	34,5	34,0	33,5	32,5	31,0	30,0	28,0	26,5	24,0	22,0	19,5	16,5	13,5	10,0	7,0	3,5
40	39,5	39,0	38,0	37,0	36,0	34,5	32,5	30,5	28,5	25,5	22,5	19,5	16,0	12,0	8,5	4,0
45	44,5	44,0	43,0	42,0	41,0	39,5	37,5	35,5	32,5	30,0	26,5	23,0	19,0	14,5	10,0	5,0
50	49,5	49,0	48,0	47,0	46,0	44,5	42,5	40,0	37,5	34,5	30,5	26,5	22,0	17,0	11,5	6,0
55	54,5	54,0	53,5	52,5	51,0	49,5	47,5	45,5	42,5	39,5	35,5	31,0	26,0	20,5	14,0	7,0
60	59,5	59,0	58,5	57,5	56,5	55,0	53,0	51,0	48,0	45,0	41,0	36,0	30,5	24,0	16,5	8,5
65	64,5	64,0	63,5	62,5	61,5	60,5	58,5	56,5	54,0	51,0	47,0	42,0	36,0	29,0	20,5	10,5
70	69,5	69,5	69,0	68,0	67,0	66,0	64,5	63,0	60,5	57,5	54,0	49,5	43,0	35,5	25,5	13,5
75	—	74,5	74,0	73,5	73,0	72,0	70,5	69,0	67,5	65,0	62,0	57,5	52,0	44,0	33,0	18,0
80	—	79,5	79,5	79,0	78,5	78,0	77,0	76,0	74,5	73,0	70,5	67,5	62,5	55,5	44,5	26,5
85	—	—	84,5	84,5	84,0	84,0	83,5	83,0	82,0	81,5	80,0	78,5	75,5	71,5	63,0	45,0

проведа  $AB \perp OB$ , получим точку  $A$ , соединив которую с  $M_1$  мы получим искомый угол в косом разрезе  $x$ .<sup>1</sup> Проще получить этот угол по табл. 1. Практически, если угол, составленный направлением разреза с направлением падения, не превышает  $25^\circ$ , можно проводить на разрезе истинные углы падения.

## 5. Преувеличенный вертикальный масштаб

Преувеличенного вертикального масштаба следует по возможности избегать, так как при этом получаются искаженные падения и мощности. На рис. 70, *I* изображен разрез с одинаковыми масштабами горизонтальным и вертикальным, которым изобразились две пологие антиклинали. Тот же разрез при увеличении вертикального масштаба в 4 раза (*II*) и в 8 раз (*III*) дает нам представление о крутых складках и раздувании свиты в местах перегиба пластов.

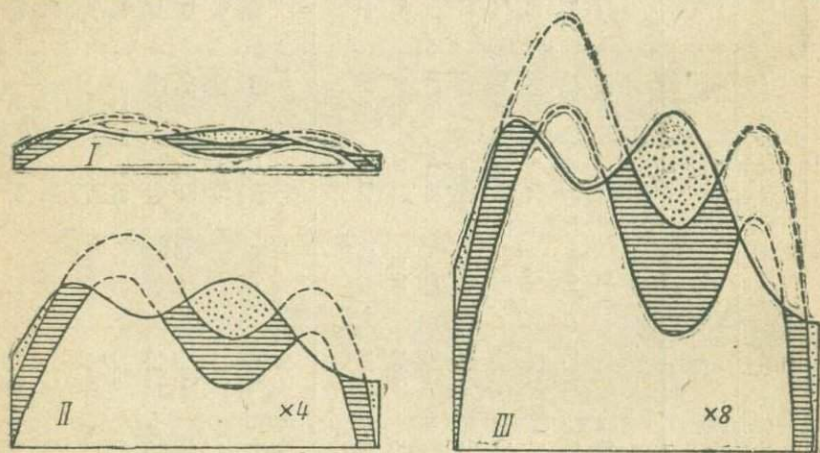


Рис. 70. Искажение геологического разреза в преувеличенном вертикальном масштабе.

*I* — горизонтальный и вертикальный масштабы равны, *II* — вертикальный в 4 раза больше, *III* — в 8 раз больше.

Но для областей с горизонтальными залеганиями сохранить одинаковые масштабы можно только при крупных масштабах и больших относительных высотах рельефа. При детальном картах, у которых масштаб крупнее, обыкновенно можно сохранить одинаковый масштаб, а если вертикальный приходится увеличивать, то лишь в тех частных случаях, больше для деталей, когда даже в крупном масштабе невозможно пометить подробности состава свит. При мелких масштабах тем более приходится прибегать к преувеличенному вертикальному масштабу. Например, был применен вертикальный масштаб, в 75 раз преувеличенный против горизонтального, при изображении разреза вдоль Северной ж. д. от г. Вятки до ст. Обухово. Часть этого разреза изображена на рис. 71.

<sup>1</sup> Тригонометрическая зависимость будет  $\operatorname{tg} x = \cos \gamma \operatorname{tg} \delta$ , которую легко вывести из треугольников нашего чертежа.

Таблица 2

Искажения величины угла падения пластов в преувеличенном вертикальном масштабе разреза

Сверху — истинные углы падения, сбоку — степень увеличения вертикального масштаба (по Милановскому, упрощено до  $0,5^\circ$ )

Угол в °	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Увеличение																	
2	10	19	28	37	43	50	54,5	59	63,5	67	71	74	77	80	82,5	85	87,5
3	15	30	39	47,5	54,5	60	65	68,5	72	74,5	77	79	81	83	85	87	88
4	19	35	47	55,5	62	66,5	70	72,5	76	78	80	82	83	85	86	87,5	89
5	23,3	41,5	53	61	67	71	74	77	79	81	82	83	85,5	86	87	88	89

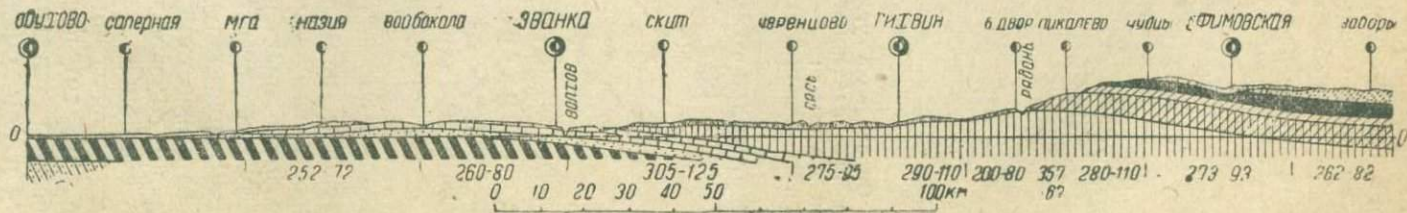


Рис. 71. Преувеличенный в 75 раз вертикальный масштаб по сравнению с горизонтальным (вдоль Северной ж. д.).

При сохранении одинакового масштаба разрез получился бы только в 0,3 мм в самом широком месте разреза у ст. Чудцы.

С увеличением как угла истинного падения, так и степени преувеличения, степень искажения угла падения на разрезе уменьшается: при угле падения  $4^\circ$  и искажении вертикального масштаба в 10 раз угол падения на разрезе получится не  $4 \times 10 = 40^\circ$ , а всего  $35^\circ$ , а при искажении в 20 раз — не  $4 \times 20 = 80$ , а всего  $54\frac{1}{2}^\circ$ . Вообще увеличение вертикального масштаба пропорционально тангенсу получающихся на разрезе углов.

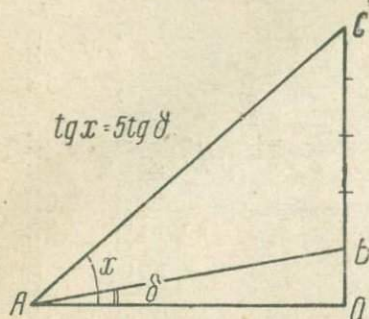


Рис. 72. Определение угла падения в преувеличенном вертикальном масштабе:  $\delta$  — угол падения,  $x$  — искомый угол.

Определение угла падения построением на разрезе с преувеличенным вертикальным масштабом показано на рис. 72. Строим  $\angle OAb = \delta$  (углу падения), откладываем  $OC'$  во столько раз больше  $Ob$ , во сколько у нас преувеличен вертикальный масштаб. Соединив точки  $C$  и  $A$ , получим искомый угол  $CAO$ , преувеличенный на разрезе. На рис. 72  $\angle \delta = 10^\circ$ , преувеличение в 5 раз, искомый угол  $x = 41,5^\circ$ . Если увеличение вертикального масштаба взято в  $K$  раз, то  $\text{tg } x = K \text{ tg } \delta$ , так как  $CO$  есть  $\text{tg } x$ , а  $bo$  —  $\text{tg } \delta$ . Проще определить этот угол по табл. 2.

## 6. Легенда разрезов

Легенда (условные обозначения) разрезов обыкновенно строится по литологическому признаку; в этом случае разрез хорошо дополняет геологическую карту, легенда которой стратиграфическая. Обозначения приведены на рис. 73. Если разрез, кроме того, раскрашен, что обычно и делается при детальном картах, то цвета красок соответствуют цветам карты. Так как геологические разрезы имеют сравнительно мелкий масштаб, то все детали состава пород на них не могут быть показаны, поэтому литологическая легенда должна быть проста, например, американская, у которой три обычных компонента осадочных пород (песок — песчанник, глина — глинистый сланец и углекислая известь — известняк) обозначаются точками, черточками или кирпичиками (рис. 73), расположение которых можно варьировать для характеристики состава пород. Изверженные породы обозначаются равномерно рассеянными значками различного очертания.

Те же обозначения американцы употребляют и на изображениях колонок (рис. 79), присоединяя различные добавочные значки для пород более редких или сложных (гипс, доломит, кремнистые известняки и т. п., см. рис. 132). Эти обозначения, по нашему мнению, — лучшие.

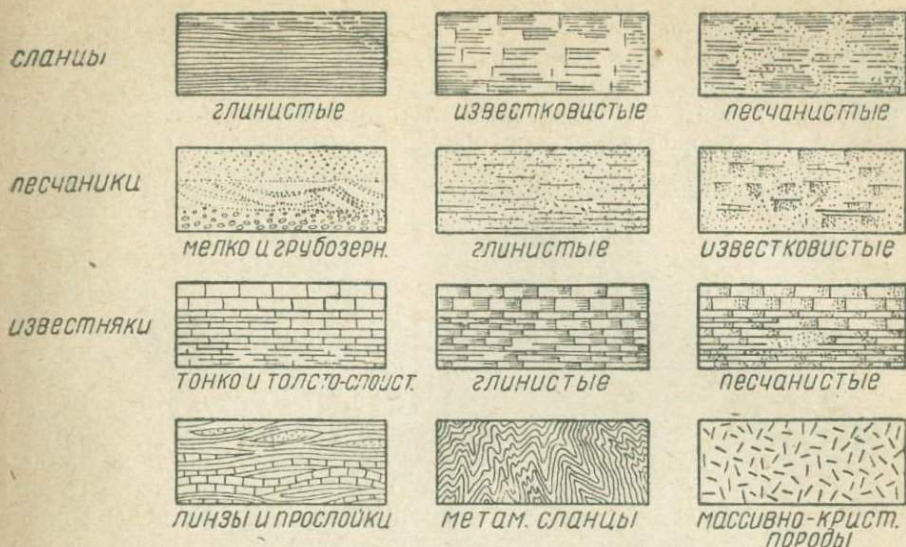


Рис. 73. Американская литологическая легенда колонок и разрезов.

## 7. Разрезы маршрутных съемок

Так как маршруты идут по извилистой линии, то линия маршрута не совпадает с выбранной линией нашего разреза, хотя бы ломаной, т. е. многие точки наших наблюдений придутся вне линии разреза.

**Выбор линии разреза.** Выбор линии разреза предрешен направлением маршрута. Так как маршруты тоже выбираются в направлении вкрест простирания, то линии геологических разрезов проводятся так, чтобы они захватывали возможно большее число точек маршрута, так как всякое перенесение данных, находящихся в стороне от линии разреза, сопряжено не только с необходимостью различного рода поправок, но и с неизбежными ошибками, связанными с построениями при этих поправках.

Геологический разрез при маршрутных работах не может быть точным и всегда представляет собой схему. Поэтому часто, несмотря на то, что при сильно зигзагообразном маршруте (рис. 74) приходится строить много коротких разрезов, дается один разрез вкрест общему простиранию  $AK$ . В нашем примере можно было бы и разрез по  $AB$  изгибать на переломах простирания, как изображено на рис. 67, II, но проще сделать разрез по прямой  $AB$ . Часть маршрута от  $B$  до  $C$  нам для разреза не даст нового. Начиная же с точки  $C$  лучший разрез ломать на перемене простирания: в точке  $E$  можно разрез по простиранию перенести в точку  $F$ ; от  $F$  вести разрез прямо на  $G$ , минуя колена к востоку от  $F$ , которое нам ничего нового не даст.

На рис. 75<sup>1</sup> показано, как переносятся на линию разреза наблюдения, не находящиеся на линии выбранного разреза. Здесь взят

<sup>1</sup> Рис. 75 надо представить себе так, что верхняя часть горизонтальна (в плане), нижняя вертикальна (в разрезе).

случай при горизонтальной поверхности. Если высота обнажения (точка наблюдения) и точка разреза, на которую вынесены по простиранию данные этого обнажения, различны (рис. 76, I), то пласт с соответствующим падением наносится в плоскости разреза на той высоте, на которой находится обнажение (на точку B) и затем линия пласта продолжается до пересечения с линией профиля (до точки C).

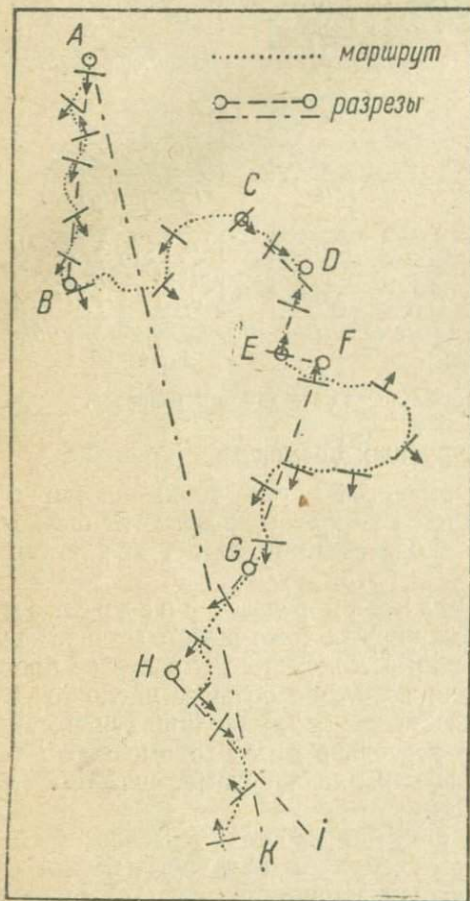


Рис. 74. Различное расположение линий разреза при маршрутной съемке.

тив складки и разрывы. При этом надо принимать во внимание, что одинаковое расположение пластов может быть при различных условиях. Например (рис. 77), при расположении пластов, как на карте A, на разрезе мы получим одинаковое положение пластов (маленькие прямоугольники внутри больших, соответствующие площади карты A), но это расположение может зависеть от разной складчатости  $a$ ,  $a_1$  и  $a_2$ ; то же для карточек B и C, где при одинаковом положении пластов можно строить и антиклиналь и синклиналь. При случаях, изображенных на карточках D и E, если пласт  $a$  старше  $b$ , сомнений в природе складок быть не может.

Если при вынесении на линию разреза наблюдений, находящихся сбоку, способом, показанным на рис. 76, случится, что линии пересекутся (рис. 76 II), то это означает, что пласт  $a$  и  $b$  замкнется где-то у точки C и на нашем разрезе на поверхности не выйдет. Конечно, нельзя пласт показывать в виде пересекающихся линий  $a_1$  и  $b_1$ ; в антиклинали он пройдет ниже поверхности (а при синклинали вовсе не войдет в разрез).

При переменном азимуте падения точнее переносить данные боковых наблюдений не по прямым (рис. 76, III), т. е. из точки  $a$  в точку  $d$  и из точки  $b$  в точку  $c$ , но пользоваться тем же методом дуг, каким мы строили геологические разрезы при переменном падении. Центром таких дуг будет  $o$  на пересечении линий падения, а на разрезе мы получим пласты  $a_1$  и  $b_1$ .

**Построение разреза.** Выносясь обнажение на профиль, надо на нем выставлять номера обнажений и в черне соединять одинаковые горизонты, наме-

На профиле затем помечают все данные карты, причем площадь наноса, т. е. те места, относительно которых мы не знаем, какие по-

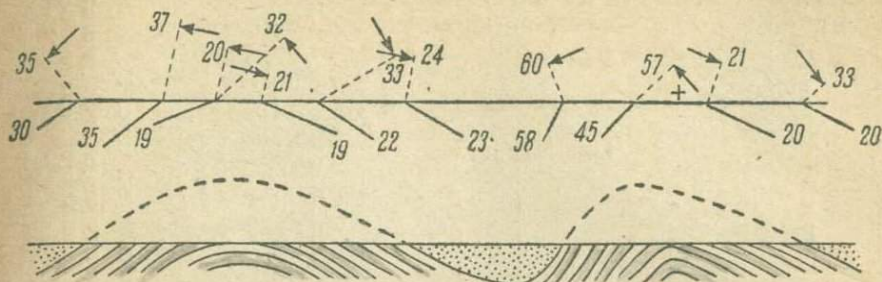


Рис. 75. Перенесение при горизонтальной поверхности на линию разреза выходов, лежащих в стороне от нее, в зависимости от простирания и угла падения. Вверху над горизонтальной линией точки обнажений в *плане*, под ней пласты в *разрезе*. Внизу — геологический разрез.

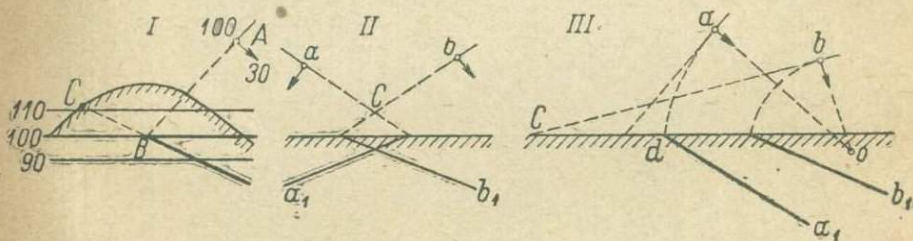


Рис. 76. Перенесение на линию разреза боковых наблюдений.

*I* — если профиль не горизонтальный, обнажение *A* на высоте 100, то на разрезе пласт попадает не в точку *B*, но в точку *C*. *II* — пласт обнажений *a* и *b* не попадает на поверхность в разрезе. *III* — более точное перенесение обнажений *a* и *b* при переменном падении.

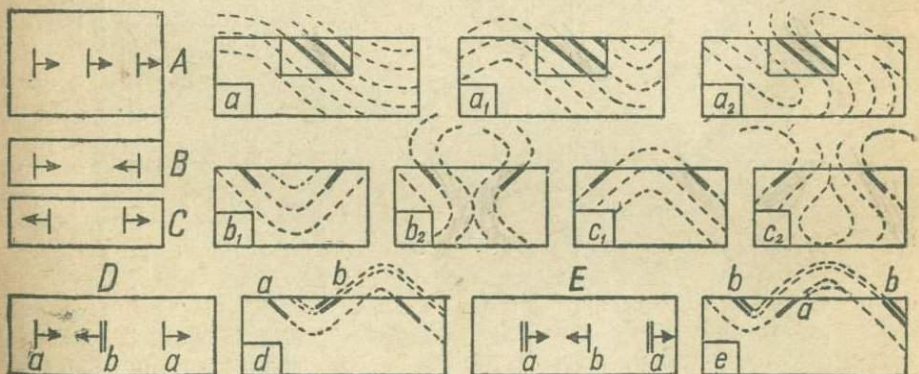


Рис. 77. Различная трактовка данных для разреза: большие буквы — карты, маленькие — разрезы.

роды здесь залегают, тоже отмечают (например, дугой, как показано на рис. 78). Замеренные линии падений, как важный фактор, следует отмечать жирными линиями.

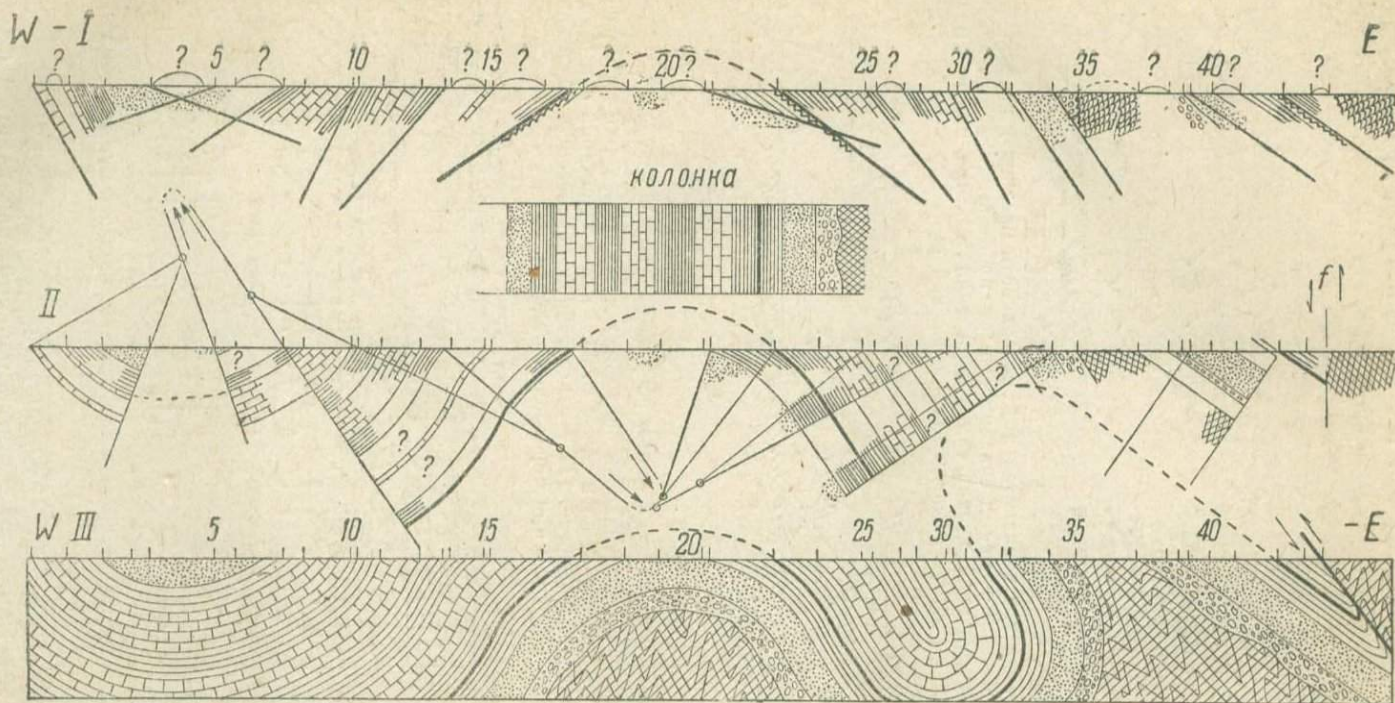


Рис. 78. Построение геологического разреза по данным на профиле (номера обнажений через 5).

*I* — вынесение на профиль (для простоты взят горизонтальным) данных обнажений; нанос ввиду отсутствия данных показан дугой со знаком "?"; *II* — построение разреза; *III* — окончательный разрез; между *I* и *II* — колонка (в лежащем положении, верх слева).

Состав пород, если он известен, на составляемом разрезе показывается; если есть опорные горизонты, то их обозначают особыми знаками (на нашем чертеже около обнажений 18 и 42 — волнистая линия).

Пер	Формация	Индекс	Колонка	М	Характер пород
					Гравий и песок
Кончическая (нижне-человач)	Centura	Kc		550+	Красные сланцы с косослоистыми бурыми и красными песчаниками, у основания пласты известняка
	Mural	Km		200	Тонкослоистый крепкий известняк, вверху окаменелости ( <i>Ostrea, Cardita</i> и др)
	Morita	Km		550-600±	Бурый и красный песчаник и темные красные сланцы с случайными пропластками известняка и гравия
	Blance	Kg		8-760	Слоистый конгломерат, глыбка глыб образом сланцевая и известняковая. Интрузии гранита и гранит-порфира
Пенсильванская	Несогласие	—			
	Nasa	Cn		900+	Преимущественно светло-серые, плитные известняки, окаменелости обильны ( <i>Fusulina cylindrica, Derbia crassa, Productus nebraskensis, Spirifer cameratus</i> и др)
Миссисиппийская	Escabrosa	Ce		200	Тонкослоистые белые и серые известняки с <i>Gryphoidea</i> ( <i>Chonetes Loganensis, Spirifer centronatus</i> )
Девон	Martin	Dm		100	Темно-серый известняк ( <i>Atrypa reticularis, Spirifer hungeri Tardi</i> и др)
Мемфрийская	Абриго	Ea		235	Тонкослоистый кремнистый известняк
	Волса	Eb		130	Косослоистый кварцит с базальн. конгломер
Дю-невр	Несогласие	—			
	Pinal	M		2	Серицитовые сланцы

Рис. 79. Пример колонки (американской).

Дальше строят разрез, проводя дуги из центров пересечений перпендикуляров к замеренным падениям (рис. 78, II), как было изложено на стр. 102. Пропуски легко заполняются по данным других крыльев складок, и мы получаем разрез, изображенный на рис. 78, III.

На обнажении 44 необходимо изобразить разрыв, иначе нельзя объяснить себе, каким образом выпала часть свиты выше опорного горизонта и то, что она уходит под древние сланцы. На разрезе II мы показали вообще какой-то разрыв, на III — уже взброс, так как

такой наклон плоскости разрыва больше гармонирует с наклонной антиклиналью на обнажениях 30 и 40.

Поверхность на наших разрезах изображена горизонтальной для упрощения чертежа. На самом деле все обнажения должны быть на соответствующих высотах профиля.

Мы замечаем, что на каждом перпендикуляре к замеренным падениям мы получаем колонку по частям. При построении разреза III полезно из разреза II на отдельной бумажке вычертить колонку сначала с пропусками, как, например, на перпендикуляре обнажения 7. Эту бумажку надо приложить к колонке, полученной на западном крыле синклинали, чтобы можно было провести тот соединительный пунктир, который на разрезе II проведен между обнажениями 4 и 5. Пунктир воздушного седла антиклинали (обнажения 18 и 23) проведен по опорному горизонту. Изсклиналь же восточнее получается именно способом прикладывания бумажной ленты, на которой изображена часть колонки, полученная на перпендикуляре обнажения 7. Попытки изображений возможного разрыва в этом месте будут более сложными, между тем с изсклиналью все отложения на профиле являются на своем месте.

Вычертив таким образом разрез, мы получаем колонку, изображенную между I и II разрезами (в лежащем виде).

**Составление колонки.** Разрезы, смерженные на обнажениях, сводятся в одну или несколько колонок. В сводной колонке указываются: 1) символы отложений, 2) названия систем и отделов, 3) название ярусов и местных горизонтов, 4) колонка, вычерченная полосой шириной в 4—5 см, на которой показан литологический состав свит, 5) мощность свит и 6) литологический состав, окаменелости и другие характерные признаки (рис. 79).

Легенда колонки отображает литологический состав, а потому тут применяются те же обозначения, что и для разрезов (см. рис. 73). Более того, эти обозначения скорее применяются именно в колонках, значительный разрез чертежа которых позволяет использовать разнообразные знаки.

На колонке можно показывать фациальные изменения. Если разрез сильно меняется и колонок приводится несколько, то полезно соединять одинаковые горизонты пунктиром. На колонках показываются несогласия и перерывы.

## II. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО РЕЛЬЕФА ПЛАСТА

Задача изображения сложной тектоники сводится к изображению поверхности какого-нибудь пласта так, как будто все выше лежащие отложения сняты. Такая задача совершенно подобна задаче топографической — изображению рельефа поверхности земли. Изображение поверхности пласта можно назвать *подземным рельефом* или *структурной картой*.

Подобно топографическим картам исполненным отмывкой, тектоника изображается иногда *фоторельфом*, но точный и обычно применяемый способ — в *горизонталах*. Второй способ, не будучи наглядным, удобопонятен в силу привычки читать карты в горизон-

талях; он позволяет легко манипулировать при всякого рода измерениях и построениях, как мы это видели, например, при построениях выходов пласта на поверхность.

Несомненно, что для изображения поверхности пласта в горизонталях, кроме выходов его на поверхность земли, полезны, а иногда необходимы также данные буровых скважин или подземных выработок.

Для изображения подземного рельефа в горизонталях (рис. 80), ставят абсолютные высоты на карте каждой точки пласта, полученные или из отметок естественных выходов или в скважинах. Уже эти отметки грубо определяют уклоны пласта, линии простираения, складки. Затем, преимущественно вкrest простираения, полученные точки соединяют прямыми и отрезки между точками делят на столько равных частей, сколько должно поместиться горизонталей между ними; если абсолютные высоты, т. е. отметки точек, не представляют собой высот в тех круглых цифрах, через которые должна пройти горизонталь, то надо выходить за пределы отрезка.

На рис. 80 крестиками показаны выходы на поверхность изображаемого пласта и высотными данными — буровые скважины, до него дошедшие (№ 1—19); при тех и других поставлены абсолютные высоты (для выходов непосредственно по горизонталям карты, для скважин — по разности отметок их устьев и глубины пласта в скважине). Уже при первом взгляде заметно, что пласт образует синклинали по NE—SW, причем точки 8—13 имеют приблизительно один уровень. В предположении, что падение высших точек к оси складки постоянное, интерполируем между точками по линиям, соединяющим их попарно вкrest простираения (приблизительно), например, между 13 и 16, 13 и 18; по линиям 12—18 и 8—16 экстраполируем дальше точек 16 и 18 (чаще это излишне, так как такие места находятся обыкновенно в области смытого пласта). Таким путем без труда получаем ряд точек, через которые должны пройти горизонтали подземного рельефа пласта.

При топографической съемке на поверхности земли мы всегда в случае необходимости можем увеличить количество отметок; кроме

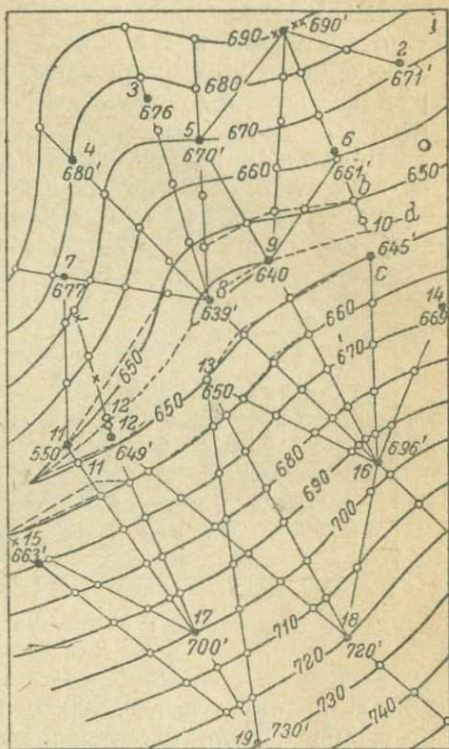


Рис. 80. Построение подземного рельефа по точкам его абсолютных высот. Черные точки — высоты пласта в скважинах, крестики — выходы на поверхность, кружки — точки высот, полученные интерполяцией.

того, места наибольших понижений (долины) и повышений (водоразделы) видны; при построении подземного рельефа точность его зависит от того материала, какой имеется, и наибольшие трудности представляют, наоборот, места перегиба рельефа.

Чем большее число отметок пласта мы имеем для построения подземного рельефа, тем точнее он получается.

В США подземные рельефы, как изображение тектоники, весьма употребительны в тех листах съемки, где много буровых скважин (площади нефтяные, газовые и угленосные); у нас подземные рельефы начали прививаться в нефтяных областях и реже — в угленосных.

Подземный рельеф, кроме изображения тектоники, имеет ряд практических применений. С одним его применением — с построением выхода пласта — мы познакомились; по вычерченному выходу пласта на поверхность, если он является рабочим, можно по-

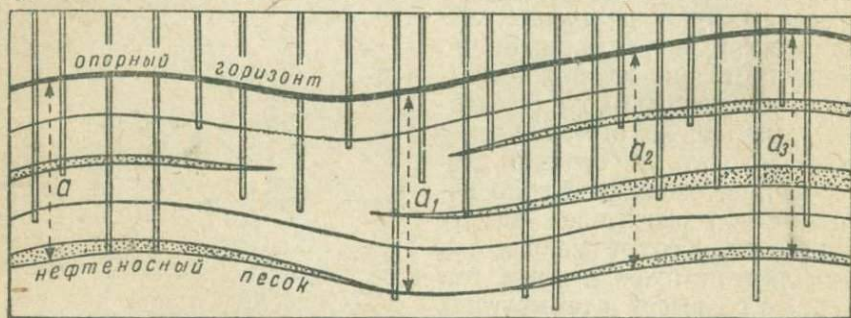


Рис. 81. Разрез свиты с переменной мощностью  $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , пересеченной скважинами.

мощью планиметра вычислить запасы ископаемого, оставшегося от размыва. Если пласт является водоносным, то по его подземному рельефу сразу видны места с наибольшими запасами воды, а в соединении с картой в горизонталях для каждой точки можно определить глубину залегания водоносного пласта.

Наконец, в нефтяных месторождениях так называемое *оконаливание* нефтяных и газовых залежей в связи с подземным рельефом может получить особое значение для суждения о зависимости распределения подвижных полезных ископаемых от структуры месторождения.

Если свита по своему составу непостоянна (рис. 81), мощности отдельных ее плачек меняются, то в том случае, если мы для какого либо вышележащего пласта можем с достаточной точностью (так как его пересекло много скважин) построить его подземный рельеф, — для построения рельефа лежащего ниже пласта, для которого у нас данных мало, прибегают к так называемой *карте схождения*, которая нам дает закономерность изменения расстояний между вышележащим («опорным») и нижележащим, искомым пластом.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Излагать этого способа не будем, интересующиеся могут ознакомиться с ним по книге Вебера, Методы геологической съемки, изд. 2 стр. 190—192.

## ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Топографическая карта дает изображение современного рельефа поверхности. Изучение форм рельефа может не только объяснить происхождение этих форм, т. е. какими геологическими агентами они созданы, но во многих случаях помочь в познании геологического строения, часто скрытого наносами, так как формы рельефа связаны с различной сопротивляемостью пород размылу и с тектоникой, если эрозия не достигла своего предела.

В создании рельефа участвуют две противоположные силы: с одной стороны, *эндогенные* (глубинные) или тектонические, создающие разности высот, и с другой — *экзогенные* (поверхностные), — выравнивающие относительные высоты сносом материала вниз (эрозия) и откладыванием его в пониженных местах (отложение, седиментация). Формы рельефа, созданные эндогенными силами, называются *тектоническими* или «структурными», а созданные деятельностью экзогенных сил (главным образом, водой) — *эрозионными*.

Наблюдение форм рельефа имеет целью восстановление тех геологических условий, при которых они образовались. Часто правильный подбор названия для какой-либо формы рельефа уже определяет его происхождение. Например, если мы изогнутой формы пруд называем «старницей», — мы определяем, что здесь блуждала река; если называем сечение долины «троговым», долины на склоне горы — «карами», сглаженные скалы — «бараньими лбами», — мы устанавливаем бывшую работу ледника, теперь не существующего, и т. д.

Особенно большое значение геоморфологические наблюдения имеют для познания новейших движений земной коры, но иногда мы можем наблюдать остатки форм рельефа и древних периодов, например, древние «поверхности выравнивания».

*Эндогенные* силы образуют горы, которые могут быть а) вулканическими, б) складчатыми, в) глыбовыми или горстовыми. *Эпигенические* движения по размерам вертикального передвижения на развитие форм рельефа могут оказывать не меньшее влияние, чем складчатые процессы.

Как только на земной поверхности получается разность высот, начинает свою работу поверхностная вода (реки), смывая возвышенности (денудация) с неизменным при этом процессом отложения в пониженных местах, где сила проточной воды теряет способность переносить измельченный материал пород.

## 1. Выветривание

Проточная вода размывает твердые породы лишь тогда, когда они разрыхлены выветриванием (рис. 82), которое у различных пород проявляется в различной степени (например, породы, состоящие из кварца, выветриваются слабо, полевошпатовые — легко).

Очень важным свойством породы для способности ее разрушаться является трещиноватость. В силу различной податливости выветриванию, а следовательно, и возможности уноса получающегося рыхлого материала, более крепкие породы торчат в обнажении — среди более слабых (рис. 10, *b*, 58 и 93, *V*), например, известняки и песчаники среди сланцев в Донецком бассейне. В поле следует отмечать толщину зоны выветривания различ-

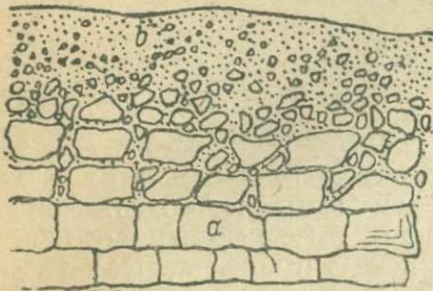


Рис. 82. Разрушение глинистого известняка (*a*) выветриванием в глину (*b*).

ных пород и неравномерное разрушение свит, сложенных различными породами.

## 2. Реки

Размывающая и переносящая деятельность воды тем сильнее, чем больше скорость ее течения, а скорость зависит от уклона русла. Этот уклон больше в вершине (рис. 83, *I*), где преобладает размыв,

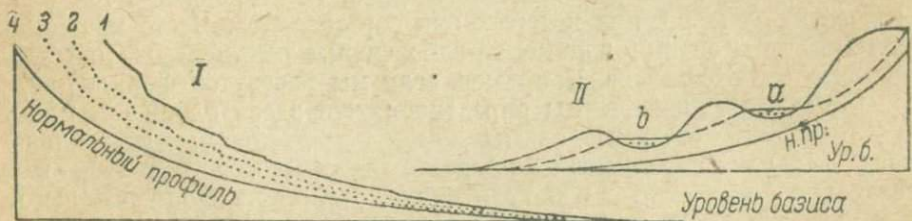


Рис. 83. *I* — последовательные продольные профили реки, начиная с 1-го до 4-го (где профиль нормальный, или профиль равновесия). *II* — профиль реки при временных базисах эрозии (*a* и *b*).

причем продольный профиль реки может быть с уступами в связи с различной сопротивляемостью размыву, так что горная река в верховьях течет с водопадами и перекатами (рис. 83, *I*, 84, *I* и 85, *I* и *II*), берега ее обрывисты и сложены скалами коренных пород; ниже крутые склоны закрыты делювием (осыпи) (рис. 84, *II*), но преобладает еще размыв в глубину (рис. 85, *II*), притом в глубину так, что склоны являются выпуклыми (рис. 85, *II*); еще ниже начинает преобладать боковая эрозия, долина расширяется, склоны становятся вогнутыми, и река начинает откладывать переносимый материал

(рис. 85, IV); в низовьях находится область преимущественно отложения наносов, река блуждает в широкой плоской долине.

С течением времени уступы в продольном профиле реки сглаживаются (рис. 83), и река приобретает *нормальный профиль* или *профиль равновесия*. Уровень устья реки, т. е. уровень моря, озера, реки, в которую впадает наша река, или, наконец, низменность, где река прекращает свое течение (например, в жарком климате) называется *базисом эрозии*. Базис эрозии может быть «временным» или «местным» (рис. 83, а и б), который затем уничтожается, когда река выработает свой нормальный профиль.

Если изменится уровень базиса эрозии, река начинает применяться к новому базису и выработать новый нормальный профиль, причем по берегам остается ровный уступ, параллельный руслу, или несколько уступов в виде лестницы, представляющих следы прежнего уровня реки.

Такие уступы называются *террасами*. Обыкновенно базис эрозии относительно вершины реки понижается, в этом случае река начинает работать энергичнее или происходит *омоложение эрозии*, река прорезает свои же наносы, оставляя на прежнем уровне, где она блуждала террасы (рис. 84, III). Точно также река выработает новый нормальный профиль при поднятии верховий.

Террасы необходимо наблюдать не в одном каком-либо случайно выбранном поперечном профиле долины, а проследить их и изучать их взаимоотношения на всем протяжении реки. Если мы видим, что относительная высота террасы над современным межениным уровнем реки возрастает вверх по ее течению, — мы в общем случае можем сделать заключение, что область истоков реки испытала после выработки долиной террасы поднятие, относительно более значительное, чем область нижнего ее течения (рис. 86, I).

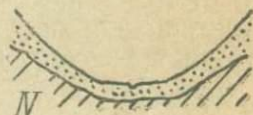
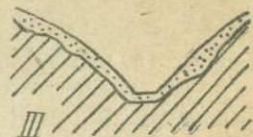
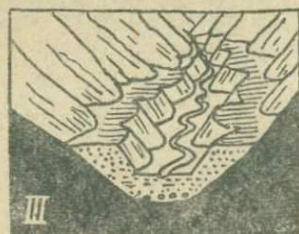
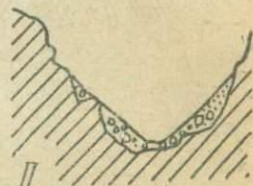
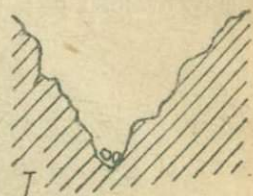


Рис. 84. Развитие долины.

Рис. 85. Развитие поперечного сечения долины.

Если относительная высота террасы увеличивается вниз по течению, то можно думать, что наиболее интенсивное поднятие происходило в нижней части долины (рис. 86, *И*). Иногда область наиболее интенсивного поднятия находится в соседних частях течения реки, что вызывает выработку «антецедентных» участков долины, которые на первый взгляд зачастую противоречат обычному приспособлению рек к геологическому строению.

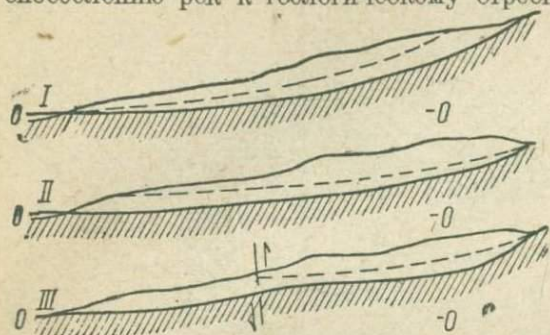


Рис. 86. Развитие террас (пунктир) в продольном профиле долины.

*I* — поднятие в верховьях, *II* — поднятие в низовьях, *III* — перерыв террасы сбросом более молодым, чем терраса.

заметить, что наряду с террасами, которые хотя и с перерывами прослеживаются на большом протяжении и связаны с определенными циклами истории развития речной долины, встречаются террасы очень быстро исчезающие в продольном профиле и связанные большей частью либо с постепенным врезыванием реки в период формирования ею своей кривой равновесия, либо с какими-нибудь местными причинами (завалы, подпруды и пр.).

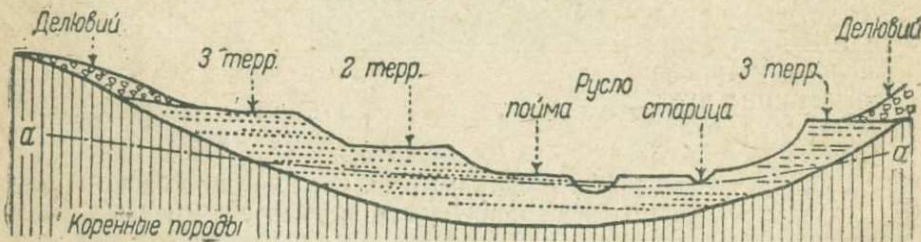


Рис. 87. Поперечный разрез долины с 3 террасами. Линия *aa* — уровень грунтовых вод.

Эрозия может происходить: 1) в глубину (*глубинная эрозия*), когда вырабатывается нормальный профиль, и 2) в бока долины (*боковая эрозия*), уже при нормальном профиле. Первая приурочена к верховьям реки, вторая — к низовьям. Поэтому, кроме продольного профиля для характеристики реки следует изучать и ее поперечный профиль, зарисовывая его примерно, как показано на рис. 87, причем за первую террасу считают чаще пойменную, так что на нашем рисунке изображено три террасы.

Для истории развития террас следует отмечать не только их высоту (ширина имеет небольшое значение) и протяжение, но и состав аллювия, которым они сложены. Бывают террасы, врезанные в коренные породы без аллювия.

В низовьях где, как было сказано, происходит «боковая» эрозия, долина — широкая корытообразная (вместо треугольной), по которой русло «блуждает», образуя *меандры* (излучины) (рис. 88, I—IV), оставляя местами следы прежних излучин, или «старницы» (рис. 88, V). Подмываемые, крутые берега являются, очевидно, ненадежными местами для каких-либо сооружений.

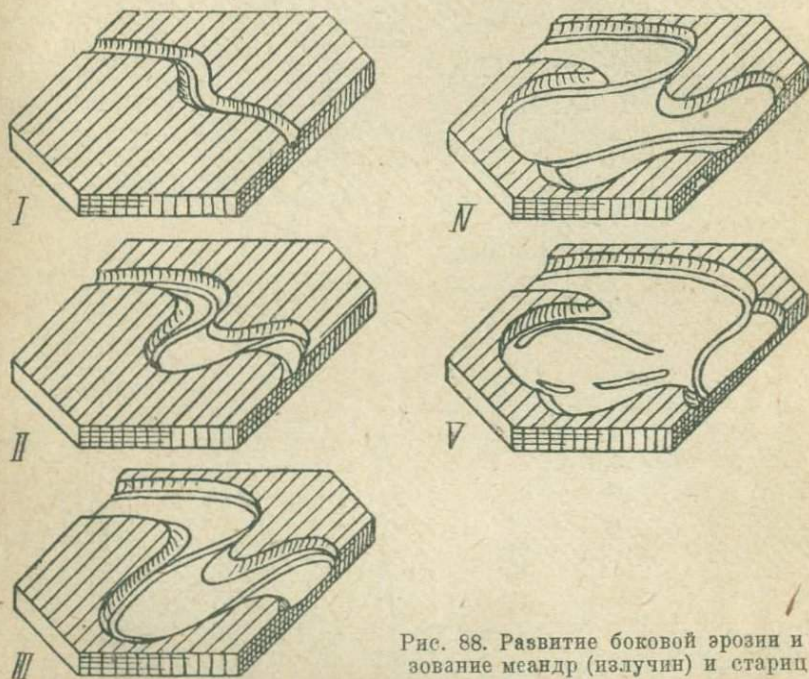


Рис. 88. Развитие боковой эрозии и образование меандр (излучин) и старниц (V).

Следовательно, при изучении долины можно судить о том, насколько она молода, достигла «зрелости» или имеет признаки «старости», наконец, не было ли движений земной коры, вызвавших омоложение.

### 3. Ледники горные

Вода, в виде льда ледников, тоже переносит рыхлый материал вниз. Ледники движутся вниз и при незначительных уклонах, перенося обломки пород, скатившиеся на поверхность льда. Рис. 89, I изображает ледники с 4 вершинами в плане с его *моренами боковыми* и *серединными* (составлены из двух боковых); на конце, где ледник стлавает и из-под ледника вытекает река, откладывается *конечная морена* поперек долины (рис. 89, I и II б); конечная морена а была отложена тем же ледником, когда он был некоторое время длиннее и стлавал на этом месте. Лед ледников обыкновенно избо-

рожден трещинами, в которых некоторые глыбы тонут до дна ледника, где движением шлифуются и исчерчиваются, образуя валуны с ледниковой штриховкой, и где скалываются обломки пород, образуя *донную морену* (рис. 89, III и IV).

Наблюдения на ледниках сводятся к съемке их, к определению высот конца ледника, настоящей и прежних. Так как определение колебания конца ледника имеет значение для установления того, отступает ледник или наступает, то следует наблюдать

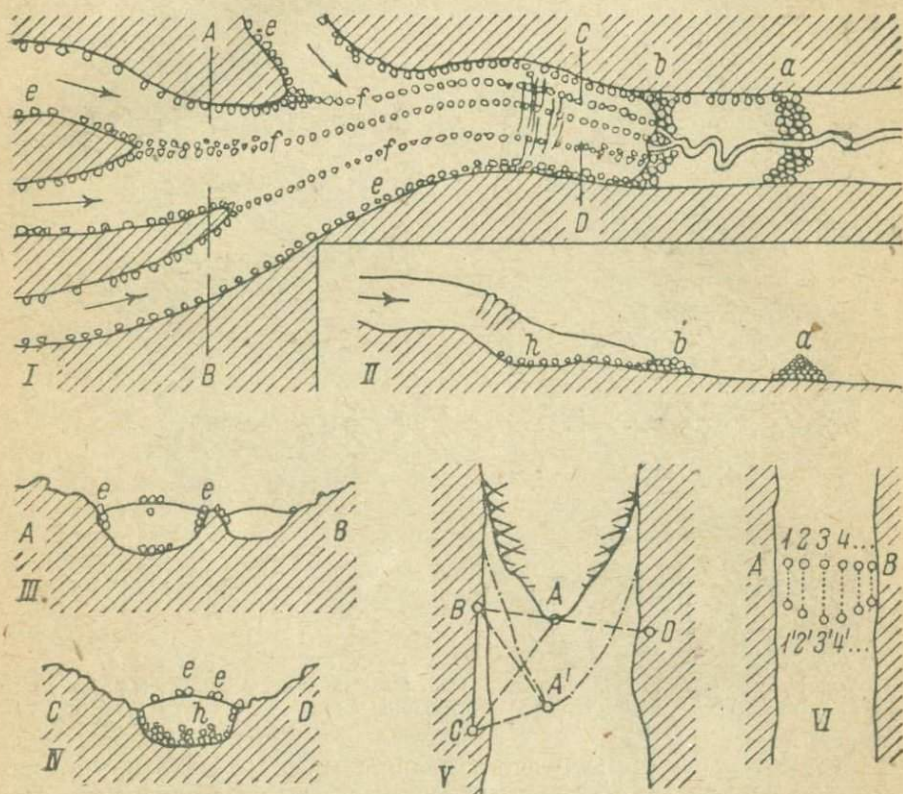


Рис. 89. Горный ледник (заштрихованы коренные породы).

I — в плане, II — в продольном разрезе, то же в поперечном по *AB* и *IV* — по *CD*. *a* и *b* — конечные морены, *e* — боковые морены, *f* — срединные морены, *h* — донная морена; *V* — фиксация конца ледника *A* и *A'* засечками с базиса *BC* и створом *BD*; *VI* — Определение скорости движения ледника валунами 1, 2, 3...

напирает ли ледник на конечную морену *b* (наступление ледника) или отходит от нее (отступление). У конца ледника *A* (рис. 89, *V*) можно поставить метки: или на скалах в точках *B* и *D*, находящихся на «створе», т. е. на одной линии с точкой *A*, или на эмалевой краской (лучше высесть зубилом) азимут на точку *A* и расстояние до нее, или, что лучше, промеряют базис *BC* (отметив обе точки на скалах), с концов которого берутся засечки *BA* и *CA*. При новом

положении конца языка ледника *A* (наступившего) с того же базиса берутся новые засечки. Для определения скорости движения ледника (рис. 89, VI) по «створной линии» *AB* кладутся нумерованные валуны, 1, 2, 3, ..., которые через определенное время расположатся в новых местах *1'*, *2'*, *3'*...

Признаки древнего «оледенения», или более широкого распространения горных ледников следует отмечать. К таким признакам относятся древние конечные морены, кары, развитие которых показано на рис. 90, *I*, *I'* и *I''*, и барьяны лбы (рис. 90, II). Если ледник углубил в коренных породах понижение и образо-



II Барьяны лбы



III Озеро выпашивания



IV Моренное озеро



V Переуглубл. трог

Развитие каров

Рис. 90. Некоторые формы, произведенные ледником.

*I* — кары, *II* — барьяны лбы, *III* и *IV* — плотинные озера, *V* — троговое сечение долины, затем переуглубленное водой.

вал скалистый барьер («ригель»), то выше этого барьера, если понижение не заполнено обломочным материалом, образуется плотинное «озеро выпашивания» (рис. 90, III); если плотиной озера служит морена, то может образоваться «моренное озеро» (рис. 90, IV). Ледник выпашивает долину корытообразного «тропоого» сечения (рис. 90, V), при дальнейшей эрозии долины проточной водой может произойти переуглубление долины, но сечение долины уже будет V-образное.

Всеякие следы более древнего оледенения следует отмечать и определять абсолютную высоту их расположения.

#### 4. Материковые ледники

Хотя горные («долинные») ледники могут достигать значительной длины (ледник Федченко около 80 км), — ширина их невелика. Несравненно большие поверхности занимают ледники «материкового» типа (теперь Гренландия, Шпицберген, Антарктика), покрывавшие в ледниковый период громадные площади, теперь свободные от льда.

Моренные отложения (рис. 91, I) характеризуются несортированностью, неслоистостью, остроугольными обломками, среди которых есть и округлые, отшлифованные (из донной морены). Так как ледник может истирать породы в муку, то существенной частью морены является глина или суглинок.

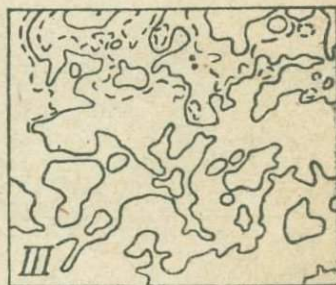
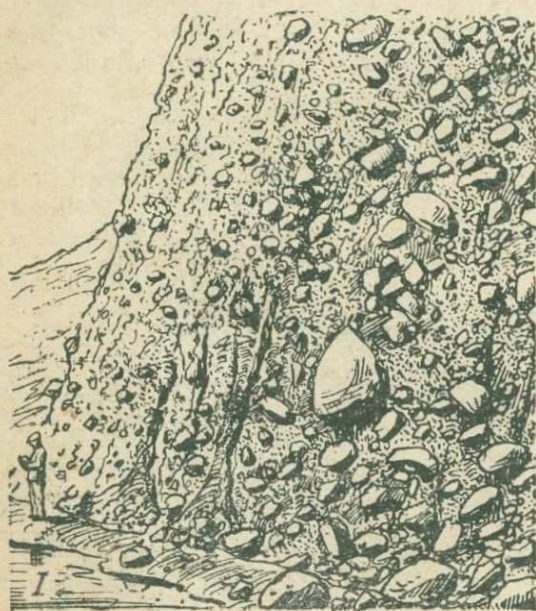


Рис. 91. I — обнажение моренных отложений (несортированы, неслоисты, валуны часто неокатаны); II — друмлинный ландшафт (1:40 000, горизонтали через 6 м); III — карта холмистого ландшафта основной морены (1:17 000, горизонтали через 5 м).

После отступления материкового ледника остающиеся на поверхности валуны называются *эратическими* (латинское *errare* — блуждать), или ледниковыми (в отличие от принесенных водой). Поверхность получает характерный *моренный ландшафт*, у которого бугры и впадины бессистемно чередуются между собой, впадины заняты болотами, озерами или торфяниками (рис. 91, II). Иногда бугры получают определенную ориентировку, например, в виде длинных гряд («озы» или «селыги») или в виде коротких эллиптических бугров («друмлины») (рис. 91, III).

Так как на стаивающем краю из ледника вытекают реки,

то кроме неслоистых моренных отложений в местностях, освобожденных от льда, развиты «флювио-гляциальные» (ледниковоречные) отложения, располагающиеся непосредственно перед конечными моренами. Эти отложения имеют слоистость, часто косую, ближе к морене содержат гальку, дальше от нее более мелкозернисты. Рельеф этих отложений состоит из серии пологих конусов. Как отложения, в которых участвовала поверхностная вода, они часто с трудом отличаются от речных.

## 5. Делювий, овраги

Не только реки или ледники перемещают обломочный материал в более низкие места, но и менее заметные факторы. Продукты разрушения пород двигаются вниз по склонам в «делювии» мелкими струйками воды или на крутых склонах «осыпями». В холодных странах замерзающая между обломками вода помогает движению, так что оно может происходить и при незначительных углах наклона.

В рыхлых отложениях при некотором уклоне и обильном выпадении дождей или быстром таянии снега образуются овраги, представляющие собой короткие долины с одной или несколькими вершинами («ветвистые» овраги). С растущими оврагами, уничтожающими культурные площади и представляющими собой неустойчивые места, необходима борьба — работа по их закреплению.

## 6. Оползни, обвалы

Кроме медленного переноса обломочного материала вниз, могут происходить и внезапные перемещения значительных масс. На крутых склонах, покрытых снегом, происходят лавины, причем внизу выдавливаются «щебневые валы», вдоль склона сходные с боковыми моренами. Каменистые обрывы, подточенные снизу водой, дают обвалы, иногда, достигающие огромных размеров.<sup>1</sup> Так как обвалы, перешпуживая реку, образуют иногда плотинные озера, сходные с моренными, и по несортированности материала тоже сходны с моренными, то отличать оба эти образования следует по составу пород плотины, при обвале тождественных породам ближайших склонов.

Оползни распространены в тех местах, где грунтовые воды разжижают глину, имеющую уклон в сторону склона. Оползни имеют в вершине обрывистый, дугообразно вырезанный склон, а ниже располагается рассеченная трещинами, ступенчато осевшая масса оползня. Не только свежие, недавние оползни, но и старые, заросшие, легко распознаются; они должны отмечаться как места неустойчивые. Необходимо выяснить — происходят ли оползни в делювии или в коренных породах, при каких обстоятельствах происходит сползание (линии, таяние снега, половодье) и определить водоносные и водоупорные породы и их положение.

<sup>1</sup> Обвал 1912 г. на Памире, величайший из известных, имел в объеме 2 км<sup>3</sup>.

## 7. Карст

Подземные воды, растворяя некоторые породы (известняки, гипс, соль), образуют подземные пустоты, куда может уходить вода с поверхности, и над которыми могут образовываться воронки и провалы, а поверхность приобретает карстовый рельеф. В карстовых областях необходимо определить распространение и причину карста.

## 8. Пустыня

Пустынные условия жаркого климата с малым количеством атмосферных осадков и сильным испарением создают своеобразные формы в результате работы солнца и ветра. Колебания температуры крошат коренные породы, которые растрескиваются и лущатся с поверхности, мелкий материал переносится ветром, создавая бессточные впадины, т. е. котловины, не имеющие истока. Движение грунтовых вод вследствие сильного испарения направлено не сверху вниз, а снизу вверх, вследствие чего различные соли (гипс, магниевые соли) «выцветают» на поверхности. Ветер, выдувая вычурный, трудно проходимый рельеф, вместе с отсутствием растительности образует «плохие земли» («бэд-ленд»), т. е. такие, которые человек не может использовать. В пустынях лишь соляные озера используются, если коренные породы не содержат каких-либо полезных ископаемых.

## 9. Оживление эрозии

Итак, ветер, лед и особенно вода в конечном счете уничтожают выступы в рельефе, заполняя впадины (ветер может создавать и их), и рельеф, сначала горный, превращается в равнинный и, наконец, в *пенеплен (предельную равнину)*. Однако, как только эндогенные силы выведут из данного уровня поверхность предельной равнины, образуются относительные высоты, так при существовании атмосферных осадков снова начнут работать выравнивающие экзогенные процессы.

Выравнивание поверхности может и не дойти до своего предела, и тектонические, например, эпигенетические силы, усилят эрозионную деятельность, создав большие уклоны; в этом случае начнется новый «цикл эрозии», «оживление» ее, и если новые точки достигнут снеговой линии, то начнется новый ледниковый цикл.

Признаки оживления эрозии видны на речных террасах (см. стр. 120), но лучше всего заметны по берегам морей и озер, где видны при поднятии берега террасы, береговые валы, «висячие» долины (долины, дно которых выше уровня моря или озера), остатки морских раковин на суше, и т. д. При погружении берега (или поднятии уровня моря) — наоборот: признаки берега моря уходят под воду, на месте низовьев рек образуются «лиманы», и т. п.

## 10. Связь рельефа с геологическим строением

Если только эрозия не достигла предела (предельной равнины) и наносы, не покрыли толстым плащом коренные породы, неравно-

мерность сопротивления размыву последних и геологическое строение отражаются на рельефе.

Даже развитие речной сети зависит от геологического строения. Так при складках СВ—ЮЗ, например, простирания (рис. 92, I) долины часто вытягиваются в том же направлении. При этом может получиться «обратный рельеф» (рис. 93, II), т. е. долины расположатся по осям антиклиналей, а водоразделы — синклиналей, когда размыв по антиклиналям, обычно ослабленным вследствие развития трещин, обгонит размыв по синклиналям. При развитии трещин или линий разломов по двум направлениям, пересекающимся, например, под прямым углом, получается сетка речной сети, ориентированная по тем же двум направлениям (рис. 92, II). Если породы залегают куполом или замкнутой мульдой, то речная сеть получает радиаль-

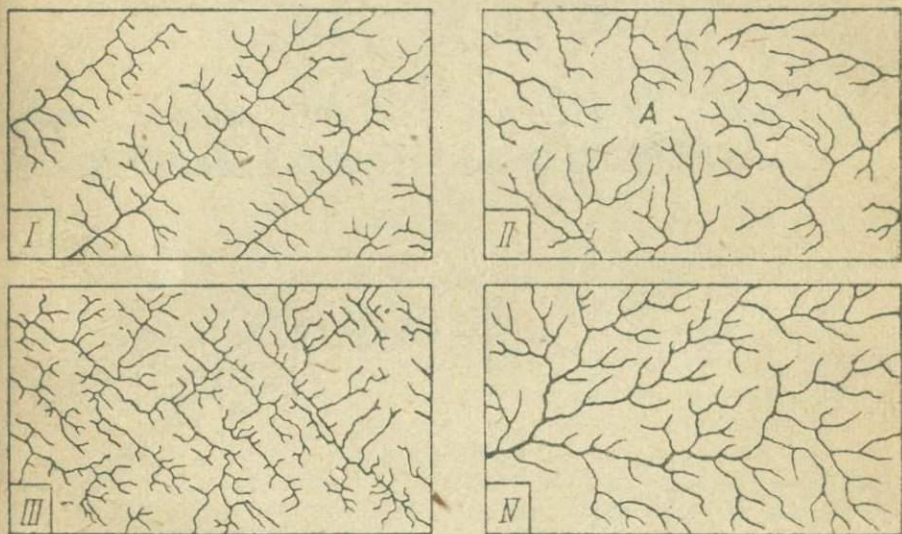


Рис. 92. Типы речной сети.

I — прямоугольный при складчатой структуре, II — прямоугольный при взаимно перпендикулярных разрывах и трещинах, III — радиальный при куполообразной структуре, IV — дендритовый при однородных породах и структуре.

ное расположение (рис. 92, II, середина складки около точки A). Наконец, если геологическое строение не влияет на расположение речной сети, когда пласты горизонтальны или нанос слишком мощный, получается «дендритовый» (древовидный) тип речной сети (рис. 92, IV).

Долина носит название продольной, если она расположена по простиранию, поперечной, — если вкрест простирания и может быть диагональной. Если она расположена по оси складки, — то «синклинальной» (рис. 93, I, a) или «антиклинальной» (рис. 93, I, b); если на крыле складки, — то «моноклинальной» (I, c), в этом случае склоны долины имеют различную крутизну; если долина проходит по линии разрыва, то называется «тектонической» (I, d).

Общее диагональное направление долины, если свита сложена из твердых и мягких пород, отражает эту перемежаемость пород тем, что получает коленчатые изгибы (рис. 93, III), так как река, встречая твердую породу (буква *T*), отклоняется в сторону простирания, пока не прорвет ее ущельем.

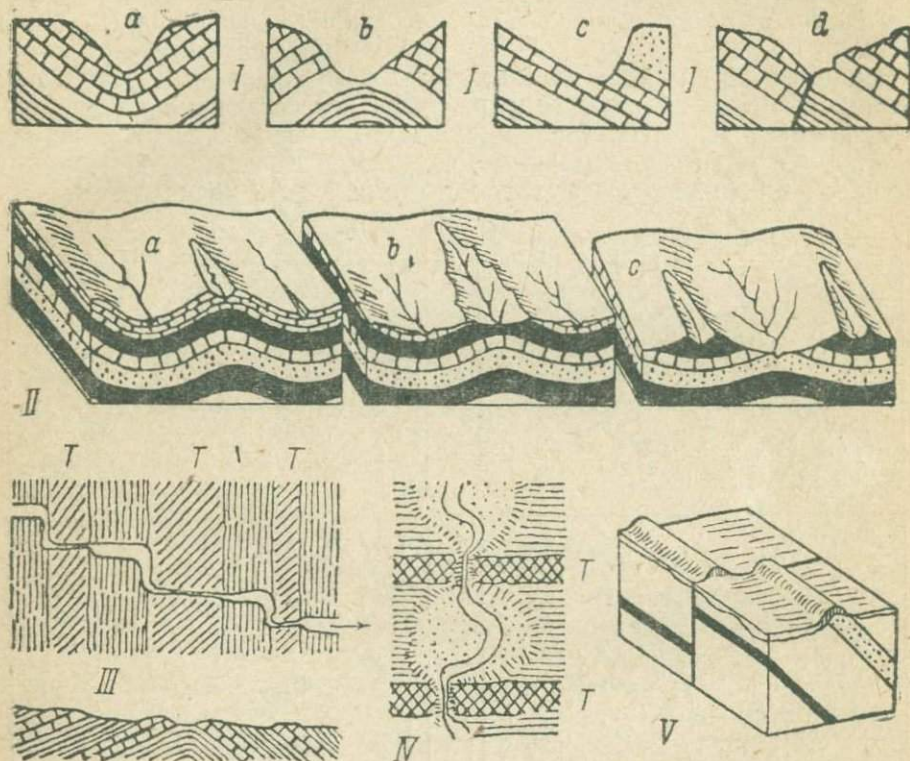


Рис. 93. Различные формы эрозии.

*I* — типы долины, *a* — синклиальная; *b* — антикливальная, *c* — монокливальная и *d* — по сбросу. *II* — развитие «обратного» рельефа. *III* — пересечение рекой пород разной твердости (*T* — твердые породы), сверху в плане, внизу в разрезе. *IV* — то же «четковидной» долины. *V* — смещенный сбросом гребень твердой породы.

Когда река пересекает породы различной твердости, получается «четковидная» долина, у которой река расширяется в области развития мягких пород и суживается в ущелье в твердых (рис. 93, IV). Неравномерное размывание пород различной крепости образует на поверхности гребни, под наносом которых скрыты крепкие пласты; если такие гребни прерваны и уступом сдвинуты (рис. 93, V), то это указывает на существование поперечного разрыва.

Этих примеров достаточно, чтобы видеть, как геоморфологические наблюдения могут помочь в познании геологического строения.

## ГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Можно сказать, что нет таких геологических условий, которые являлись бы непреодолимыми в строительстве, но препятствия необходимо знать заранее, чтобы выбрать способ их преодоления. Так как борьба с этими препятствиями требует больших расходов во время постройки какого-либо сооружения, а часто и при его эксплуатации (и иногда больших задержек в работе), то по возможности опасных мест следует избегать. Для этого проводятся предварительные геологические исследования и детальные разведочные работы. Предварительные геологические исследования нужны для выяснения того, насколько то или иное место является подходящим для данного сооружения с точки зрения его устойчивости.

Применение геологических исследований на поверхности для целей инженерно-строительных работ может дать лишь предварительную ориентировку в вопросе устойчивости выбранного места и стоимости работ. Для окончательного же заключения почти всегда необходимы разведочные работы скважинами, шурфами и т. п., результаты которых затем принимаются во внимание в дополнение к наблюдениям на поверхности.

В зависимости от характера того или иного сооружения в предварительных геологических исследованиях должны получить освещение либо более глубокие участки земной коры, слагаемые преимущественно более древними породами, либо верхние горизонты ее. Более глубокие участки земной коры чаще состоят из менее разрушенных горных пород и сохраняют более определенные залегания. При проведении предварительных геологических исследований нужно определить, если допускают это условия поверхности, какие породы слагают участок, каково их залегание и свойства.

Так как предварительные геологические исследования делаются на поверхности, то особое значение приобретают породы новейшие (аллювий, делювий) и процессы, меняющие их физические свойства — выветривание, водоносность, денудация, а также наблюдения над деталями рельефа (см. главу X). В четвертичном покрове обычно мы не имеем геометрической правильности, присущей морским отложениям, поэтому какие-либо строения, дающие возможность предугадать геологическое строение не в непосредственной близости от мест наблюдения, — невозможны. Следовательно, применение геологии для инженерно-строительных целей состоит в том,

чтобы для каких либо заключений 1) использовать естественные обнажения, 2) наметить места и способ проведения разведок (т. е. создать искусственные обнажения) и, наконец, 3) исследовать их с наименьшей тщательностью, чем обнажения естественные.

При задании разведочных работ не всегда можно заранее сказать, сколько в точности придется провести скважин, шурфов или канав, так как правильно с геологической точки зрения и экономично поставленная разведка должна вестись следующим образом: каждая скважина или шурф должны ответить на определенный вопрос, и каждая последующая работа должна быть обусловлена полученным результатом предыдущей. Если неизвестно падение пластов, то его надо определить тремя скважинами; расстояние между скважинами и их глубина зависит от угла падения.

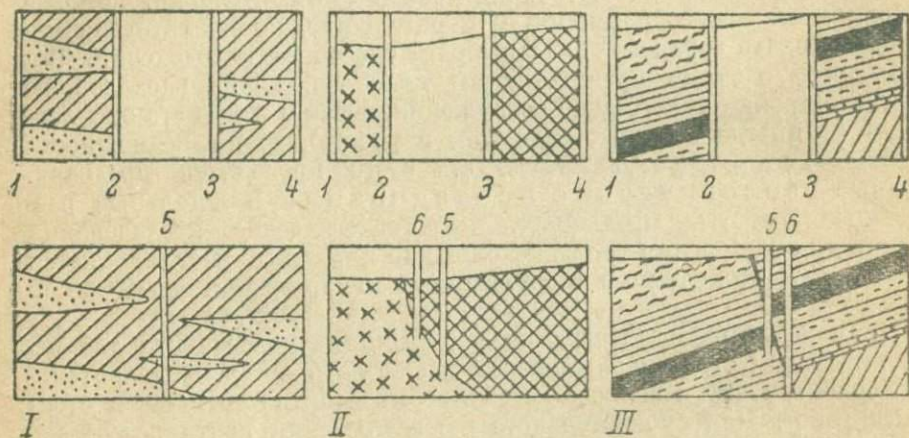


Рис. 94. Расположение разведочных скважин. № 1, 2, 4... последовательные пробуренные скважины. Верхние рисунки до проведения добавочных скважин (№ 5 и 6), нижние — после.

I — скв. № 5 выяснила взаимоотношения выклинивающейся пропластка песка (точки). II — скв. 5 и 6 — линию контакта изверженной породы (слева) и вмещающей (справа). III — скв. 5 выяснила место разрыва № 6 — наклон его по разведочной линии.

При разведках наносов (под сооружения) обыкновенно задаются одной или несколькими разведочными линиями скважин или шурфов, на расстояниях зависящих от свойств грунтов и их залегания и типа сооружения, но затем почти всегда приходится проводить добавочные скважины или шурфы. Например (рис. 94, I), скважина № 1 прошла два водонесных пропластка песков (точки); № 2 показала, что они становятся тоньше; № 3 пересекла тоже два таких пропластка, но на других уровнях; № 4 показала, что такие пропластки могут выклиниваться; скважина № 5 показала какие пропластки выклиниваются.

При разведках в коренных породах, особенно в таких, в которых имеются нарушения или сложные контактные взаимоотношения, также приходится проводить иногда дополнительные или, так называемые, контрольные разведочные выработки. Два другие

примера (рис. 94, II и III) показывают разведку на определение контактов интрузии (II) и тектонического (III), причем понадобились кроме дополнительных скважин № 5 еще дополнительные скважины № 6.

## 1. Свойства грунтов

Так как при всякого рода строительных работах приходится вынимать породу (рытье выемок, котлованов, при добыче строительных материалов и т. п.), то необходимо определить свойства пород, подлежащих выемке, с точки зрения стоимости работы и потребного времени, в зависимости от твердости и связности пород. Существует несколько классификаций горных пород. В табл. 3 приводится классификация, предложенная Штини, показывающая также сравнительную затрату времени, необходимого для выемки этих пород.

Таблица 3

### Классификация Штини

1. *Рыхлый грунт*, легко берется лопатой (сыпучий песок, тощая глина, растительная земля и т. п.). На 1 м<sup>3</sup> нужно 0,5—0,9 час.

2. *Легкий кайловый грунт*, хорошо берется кайлой (среднежирная глина, суглинок, галечник, рыхлый щебень, связный песок и т. п.). На 1 м<sup>3</sup> нужно 0,9—1,5 час.

3. *Тяжелый кайловый грунт*, берется на кайлу с трудом (грубый щебень, валунная глина, гипсовые породы, вязкая или сильно высохшая глина, мягкий песчаник, глинистые сланцы и т. п.); взрывчатые вещества разрыхляют породу, облегчая работы. На 1 м<sup>3</sup> нужно 1—2,3 час.

4. *Ломкие горные породы*, берутся ломом или клиньями и балдой (сланцевые сланцы, филлиты, тонкослоистые песчаники и известняки, конгломерат, мергель, выветрелые изверженные породы и более твердые с хорошей отдельностью). На 1 м<sup>3</sup> нужно 2,3—3,3 час.

5. *Среднетвердые породы*, требующие кроме лома и клиньев частично взрывчатых веществ (твердые, но слоистые песчаники и известняки или массивные, но трещиноватые гнейсы, граувакки, среднетвердые конгломераты и т. п.). На 1 м<sup>3</sup> нужно 3,3—4,5 час.

6. *Твердые породы*, требующие взрывчатых работ; проведение шурфов стальными бурами еще возможно (мраморы, массивные известняки и доломиты, среднетвердые изверженные породы, твердые песчаники и конгломераты и т. п.). На 1 м<sup>3</sup> нужно 4,5—6 час. и 0,3—0,45 кг пороха.

7. *Очень твердые породы*, требующие сильно взрывчатых веществ и бурения шпуров алмазными или корундовыми коронками (крепкие изверженные породы). На 1 м<sup>3</sup> нужно 6—10 час. и 0,5 кг пороха.

При определении твердости пород необходимо принимать во внимание, что поверхностная выветрелая зона породы может по стоимости выработки очень отличаться от более глубоких горизонтов. Например, «разборный» или «лопачный» грунт может уже на небольшой глубине потребовать динамита (см. рис. 82); некоторые мергели, берущиеся с поверхности лопатой, уже на небольшой глубине по стоимости их выемки приближаются к «скальным» работам. На стоимость работы влияет направление слоистости или трещиноватости по отношению к плоскости забоя, а также условия водо-

носности (например, в плавучих породах, требующих шпунтового крепления). Поэтому все эти условия должны тщательно изучаться при полевых исследованиях.

## 2. Месторождения строительных материалов

Если выемка породы делается для ее добычи, то существенным является определение следующего:

- 1) географического положения месторождения, влияющего на стоимость вывоза, условий жизни рабочих, и т. п.;
- 2) условий залегания (мощность, глубина работ — открытые или подземные);
- 3) трещиноватости, как условия для облегчения добычи, с одной стороны, а с другой, как свойства самого строительного материала; также отмечается однородность, прослойки и проч.;
- 4) запасов материала, в связи с постоянством его качеств, мощности, залегания и проч.

При описании месторождения кроме этого следует указать на такие свойства породы, как пористость, сопротивляемость выветриванию (толщину коры выветривания) и другие свойства, наблюдаемые на поверхности породы в ее естественных полевых условиях.

Перед тем, как приступить к добыче, необходима разведка для выяснения, главным образом, условий залегания, трещиноватости и запасов, предварительно же и они могут быть выяснены геологической съемкой, с небольшими расчистками или мелким бурением. Во всяком случае, должна быть взята из нескольких мест проба ископаемого.<sup>1</sup>

Для каменных строительных материалов берутся для испытаний образцы не меньше  $25 \times 25 \times 40$  см (если берется по одному образцу) и  $20 \times 20 \times 20$  см (если три образца). Если на образцах ясно не видны направления плоскостей напластования, то их помечают, так как сопротивление раздавливанию по различным направлениям часто разное. Для рыхлых строительных материалов (например, доменных) пробы берутся в количестве 20—30 кг.

## 3. Устойчивость грунтов

Устойчивость грунтов должна быть определена или а) как основание под какое-либо сооружение (например, дно котлована) или б) как будущая стенка выработки или насыпи. Как общее правило (для всякого строительства) можно считать, что чем меньше будет произведено земляных работ, тем лучше; не столько потому, что это дешевле, но и потому, что меньше будет нарушено равновесие грунтовых масс (и устойчивость), образованное самой природой.

Однако безопасное строительство возможно не на всяких грунтах. Особенно это относится к крупным сооружениям, которые могут вызвать большие нагрузки на грунт и деформацию последнего под влиянием этих нагрузок. Ниже приводится таблица (табл. 4) допу-

<sup>1</sup> Подробно см. Гейслер, А., Опробование месторождений строительного камня; Яковлев, П., Опробование глин. Изд. ГГРУ, 1932.

скаемых нагрузок на грунт для оснований и фундаментов в  $\text{кг/см}^2$ , за пределами которых обычно уже начинаются деформации, угрожающие целостности сооружений.

Таблица 4

Допускаемые нагрузки на грунт для оснований и фундаментов  
(в  $\text{кг/см}^2$ )

Название грунта	Допускаемые нагрузки	
	для сухих грунтов	для мокрых грунтов
1. Ил, торф . . . . .	1,0	0
2. Плывун . . . . .	1,0	0,5
3. Песок мелкий чистый . . . . .	1,5	0,5
4. " средней крупности . . . . .	2,0	1,0
5. " мелкий плотно слежавшийся . . . . .	2,0	1,0
6. " средней крупности плотно слежавшийся . . . . .	2,5	1,5
7. " крупный плотно слежавшийся . . . . .	4,5	3,5
8. Песчано-глинистый наносный аллювий . . . . .	1,25	1,0
9. Слабый глинистый грунт, слабый суглинок со включением ила и мелких органических примесей. . . . .	1,0	0,5
10. Мокрая глина . . . . .	—	0,5—2,0
11. Суглинок . . . . .	2,5	1,5
12. Сухая плотная глина . . . . .	3—4	—
13. Лесс, лессовидные суглинки . . . . .	2,5	0
14. Мергель . . . . .	4,5	3,0
15. Гравий и песок . . . . .	3,5	2,5
16. Галька плотно слежавшаяся, средней крупности . . . . .	5,0	3,5
17. Галька плотно слежавшаяся, крупная . . . . .	6,0	5,0
18. Галька плотно сцементированная, крупная . . . . .	8,0	6,0
19. Очень мягкая скала, плотный мел, выветрившийся песчаник и известняки . . . . .	6—12	4—8
20. Песчаники, известняки, плотные мергели, сланцы, туфы . . . . .	12—18	6—12
21. Твердые породы (граниты, сиениты, диабазы, порфиры, кварциты, кремнистые известняки и др.). . . . .	15—45	—

Примечание. Все цифры допускаемых давлений отнесены к глубине 2 м от поверхности. На поверхности допускаемые нагрузки уменьшаются вдвое для грунтов, допускающих меньше  $2 \text{ кг/см}^2$  и на  $1 \text{ кг/см}^2$  для грунтов, допускающих большие нагрузки.

Иногда сама природа создает неустойчивое равновесие, например, в подмываемых берегах, действующих оползнях, нависающих обрывах, и т. п. Задачей геолога является в таких случаях выяснение ненадежных мест и указание путей наиболее целесообразного их обхода.

**Предварительное изучение местности.** Хотя застройке тяжелых сооружений предшествуют разведки, предварительное изучение местности может дать указания или на надежность грунта или на признаки его ненадежности. К последним принадлежат: наличие воронок, гипса в породе, пловунов; особенно существенным является выяснение режима грунтовых вод. Разведка ведется скважинами

или шурфами по углам котлована и в центре площади определения допускаемой нагрузки.

**Определение устойчивости.** Основания под сравнительно легкие сооружения должны изучаться особенно тщательно в тех случаях, когда сооружение должно быть сделано на склонах. В этом случае значение имеет направление падения пластов, по склону или обратное, даже, например, на скалистом грунте (рис. 95) устой моста справа расположен в более благоприятных условиях, чем слева, где

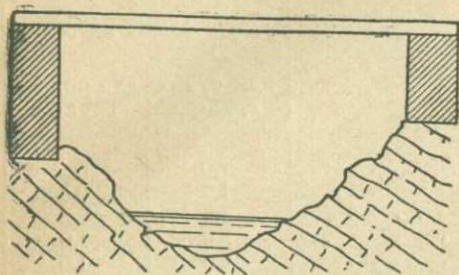


Рис. 95. Зависимость устойчивости от залегания. Правый берег устойчивее левого.

его основание должно быть расположено глубже. При определении падения следует принимать во внимание возможность загиба пластов в деловии (рис. 96, I) или смещение пластов в оползне (рис. 96, II). И здесь особенно важное значение имеют грунтовые воды; например, такое сравнительно легкое сооружение, как насыпь, на склоне (рис. 97, I) находится на неустойчивом основании, вследствие существования водоносного горизонта; основа-

ние под насыпь можно сделать горизонтальным (рис. 97, II), но воду необходимо отвести канавой.

**Устойчивость искусственного откоса.** Устойчивость искусственного откоса стенки выемки также зависит от многих причин, потому что и здесь мы нарушаем созданное природой равновесие. Напри-

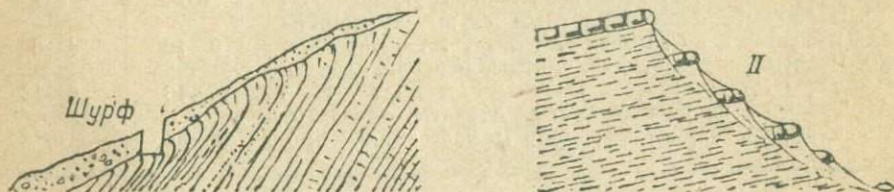


Рис. 96. Ложные залегания. I — заворот пластов под элювием, II — повторяемость пластов в оползне.

мер, в ложбине, заполненной наносом (рис. 98, I), мы, проведя выемку (рис. 98, II), создаем условия для смещения породы наносов (стрелка на рисунке) в левую сторону, где породы падают в сторону выемки.

Землистые грунты в откосах удерживаются в равновесии или силой трения своих частиц («фрикционные» грунты), или силой их сцепления («когерентные» грунты). Наибольший угол, под которым может держаться порода в откосе, называется *естественным углом откоса*. Этот угол для различных пород различный, как показывает табл. 5.

Таблица 5

Угол естественного откоса рыхлых пород

Сухой, рыхлый песок . . . . .	30 — 33
Влажный " . . . . .	34 — 37
Мокрый (водоносный) песок . . . . .	20 — 25
Супесок . . . . .	38 — 40
Суглинок сухой . . . . .	40 — 45
"    мокрый . . . . .	18 — 25
Глина сухая . . . . .	40 — 50
"    мокрая . . . . .	15 — 25
Растительная земля сухая . . . . .	35 — 40
"    "    влажная . . . . .	39 — 44
"    "    насыщенная водой . . . . .	27
Гравий сухой . . . . .	35 — 40
"    мокрый . . . . .	25
"    очень грубый . . . . .	30
Щебень угловатый (осыпи) . . . . .	35 — 40

В искусственных выемках угол откоса берется меньше естественного. В твердых породах он может доходить до 90°. При геологическом обследовании следует отмечать устойчивость скло-



Рис. 97. Неустойчивость сооружения на склоне с водоносным горизонтом (I). Вода должна быть отведена канавами (a — поверхностная и b — грунтовая).

нов в различных породах в естественных условиях. Например, при переслаивании твердых и мягких пород, первые выдерживают даже нависающие стенки (рис. 99, I). При направлении выемки, близком

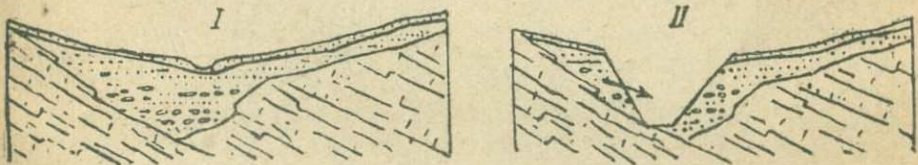


Рис. 93. Равновесие в I нарушено выемкой в II.

к простиранию пород, угол откоса может быть взят различный (рис. 99, II). То же самое зависит и от трещиноватости пород; при этом следует наблюдать, какая система трещин является резче выраженной, так как обыкновенно трещины располагаются по трем направлениям плоскостей.

При проведении дорог или каналов наибольшая тщательность при исследованиях должна быть проявлена для каналов, потому что в этом случае искусственно вводится вода — наиболее опасный элемент для всякого рода сооружений в грунте (см. ниже о плотинах).

Вообще, ровная местность устойчивее склона. На склонах следует избегать живых осыпей и свежих обвалов. Если терраса закрыта осыпью (рис. 100, I), то отличить породы террасы, являющейся хорошим основанием, от несортированного и угловатого материала осыпи можно по признакам аллювия (горизонтальные слои, окатанность и сортировка гальки).

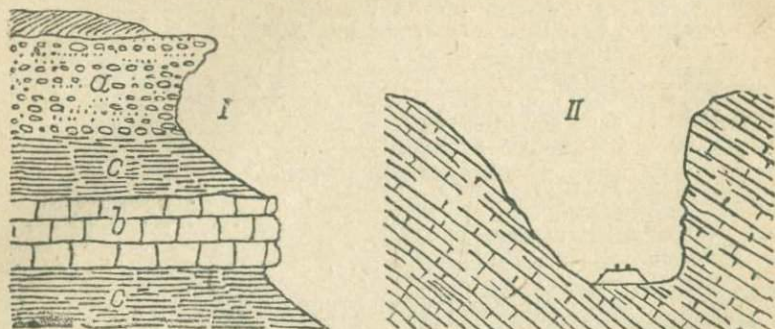


Рис. 99. Устойчивость различных грунтов в откосе.

I — крепкие породы *a* (конгломерат), *b* (известняки) дают крутые склоны, слабая порода *c* (сланцы) — пологие. II — в выемке левый откос (по падению пластов) должен быть положе правого.

Не говоря о свежих оползнях, являющихся местами, которые необходимо избегать, признаки старых оползней служат указанием на существование условий, благоприятных для образования их и вновь. Например, к таким условиям относится существование наклонного водонепроницаемого слоя (рис. 100, II), как поверхности

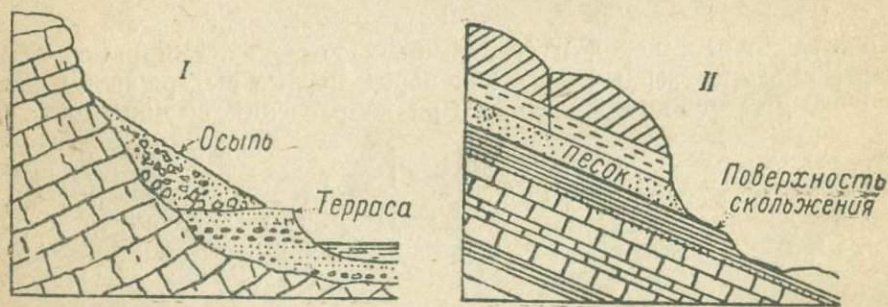


Рис. 100. I — терраса, закрытая осыпью; II — благоприятные условия для образования оползня.

скольжения. Воды, проникающие на поверхность водонепроницаемого слоя, хотя и слабо наклонного, делают ее скользкой, и незначительное изменение условий, например таяние снегов, ливни, может привести вышележащую массу в движение. Старые оползни заметны развитием трещин, продольных к склону, крутыми, полукруглыми обрывами сверху и беспорядочным нагромождением глыб породы снизу.

**Свойства коренных пород.** Иногда свойства коренных пород вследствие их растворимости являются причиной неустойчивости. Признаками таких пород на поверхности служат карстовые воронки, местные оседания почвы.<sup>1</sup> Карстовые явления могут произойти от растворения, например, гипса или соли. Оседания почвы над подземными выработками имеют видимую причину. Борьба с карстом, как причиной неустойчивости, лежащей под землей, является делом дорогостоящей, постоянной и потому таких мест следует, по возможности, избегать.

Для северных районов приходится принимать во внимание влияние промерзания грунта, которое может служить причиной местных вспучиваний, зависящих от присутствия промерзших насыщенных водой грунтов. В районах распространения вечной мерзлоты надо принимать во внимание, что поверхность мерзлоты меняется после сооружения насыпей или выемок. Например, под насыпью (рис. 101) граница оттаивания (*a*) поднимется (*b*) и может распереть насыпь. В выемках рыхлый грунт может летом сползать по вновь образовавшимся наклонным поверхностям мерзлоты. В таких местностях щупом или шурфом необходимо определить границу вечной мерзлоты.

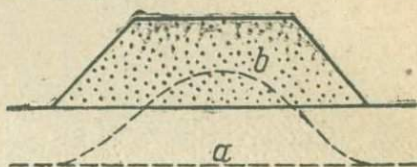


Рис. 101. Граница вечной мерзлоты до насыпи (*a*) и после сооружения насыпи граница оттаивания — *b*.

Мы видим, что кроме свойств самих пород (их состава, залегания пластов, трещиноватости и т. п.) большое значение для устойчивости всякого рода сооружений имеют подземные воды (даже в виде льда), поэтому гидро-геологические наблюдения приобретают особое значение. Даже сами породы, особенно когерентные грунты, т. е. удерживающиеся силой сцепления, резко меняют свои свойства при высыхании или, наоборот, при насыщении водой. Например, глина (наиболее типичный из когерентных грунтов) пластична, содержит в породах известное количество воды, но высыхая, она получает свойства крепкой породы; наоборот, с увеличением количества воды глина теряет свою пластичность, превращаясь в кашеобразную, текучую массу.

Некоторые мелкозернистые пески, содержащие примесь глины или ила, будучи насыщены водой, получают свойства *пльвуна*, т. е. песчаной массы, не держащейся в откосе, но расплывающейся; при наличии значительного напора в воде, пропитывающей пльвун, пльвун выпирается вверх; такие напорные пльвуны особенно затрудняют работы.

**Устойчивость плотин.** Некоторые сооружения, как плотины, предназначены для подпора воды, так что создается искусственно иногда очень большой ее напор; поэтому перед постройкой плотин необходимы очень тщательные исследования с точки зрения устой-

<sup>1</sup> Не следует смешивать таких местных понижений почвы с поверхностью моренных образований (см. стр. 1<sup>о</sup>5).

чивости сооружения при новых условиях повышенного уровня воды.

Предварительное геологическое обследование должно дать залегание коренных пород, на которых должна быть сооружена плотина. Падение пластов вверх по течению (рис. 102, I) — условие благоприятное, падение в сторону течения (II) — неблагоприятное, особенно пологое, при котором возможно скольжение тяжелой плотины, тем более, что на нее напирает вода водохранилища. При синклинальном залегании пород (рис. 102, III) возможна фильтрация из водохранилища под основание плотины. Если простирание пород перпендикулярно оси плотины, то кроме фильтрации возможна неравномерная осадка тела плотины и образование в ней трещин. Также

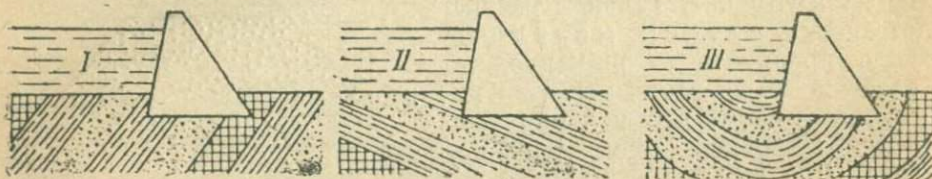


Рис. 102. Зависимость устойчивости плотин от залегания пород.

I — падение вверх по течению (благоприятное условие); II — тоже вниз по течению (неблагоприятное); III — возможна фильтрация под основание плотины.

должно быть изучено направление плоскостей трещиноватости. Кроме самой плотины при постройке ее принимается во внимание изменение режима грунтовых вод и влияние этого изменения на различные уже существующие сооружения.

Детальные исследования требуются и при сооружении водонапорных тоннелей, железнодорожных тоннелей и подземных сооружений метрополитенов. В части этих сооружений создаются условия, при которых уровень грунтовых вод нарушается: либо повышается, либо понижается. В том и в другом случае это ведет к нарушению равновесия, которое может оказать разрушающее влияние на сооружение. Кроме того, в такого рода сооружениях может иметь место либо нежелательная потеря воды (водонапорные тоннели), либо нежелательный приток воды в сооружение (железнодорожные тоннели, метрополитены). Детальное выяснение геологических условий должно способствовать борьбе с этими вредными явлениями.

Итак, при применении геологии к инженерному делу геологические исследования имеют целью дать предварительную оценку места предполагаемого сооружения, и в этих исследованиях особое крупное значение приобретают гидрогеологические исследования. Дело геолога — наметить необходимые разведки и использовать их как помощь при составлении проекта сооружения.

## ГЕОЛОГИЯ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ<sup>1</sup>

Геология получила применение в военном деле впервые в Мировую империалистическую войну, особенно на позиционных фронтах, когда приходилось строить сложные подземные сооружения для целей как защиты (окопы, убежища), так и нападения (минные галереи), а также разного рода крепостные сооружения и основания для крупных артиллерийских орудий.

По существу «военная геология» не отличается по методам от «инженерной геологии», и разница между ними заключается лишь в том, что в обстановке военных действий вопросы часто должны решаться быстро и не в спокойных условиях мирного времени.

Задачи, выполнение которых поручается геологу, многосторонни, сложны и сводятся к следующему:

1) определение геологических условий проведения различного рода земляных работ с целью устройства окопов, закрытий, блиндажей, убежищ, складов, минных галерей, оснований для тяжелых орудий; проведение дорог и пр.; т. е. определение — какие породы должны быть пройдены, какова трудность их проходки и устойчивость, каковы будут условия водоносности и какие меры должны быть приняты против затопления выработок;

2) определение условий снабжения питьевой водой, осушения или затопления в прифронтовой полосе;

3) поиски строительных материалов (строительного камня, щебня, песка, гравия для бетона, известняка для выжигания извести и т. п.);

4) составление инженерно-геологических карт и консультация по различным вопросам, связанным с геологическим строением как своих районов, так и района противника.

Опыт войны показал, что состав пород приходится знать обычно на глубину не меньше чем 30 м. В условиях мирного времени эта задача легко может быть разрешена или осмотром обнажений, или легкими разведками, но в обстановке военных действий это не всегда возможно. Если район геологически исследован и имеет детальную геологическую карту, то задача геолога упрощается, но только при несложном геологическом строении, что имело место на франко-германском фронте. Для районов с мощным покровом четвертичных отложений, не имеющих постоянства разреза, задача усложняется,

<sup>1</sup> Подробно см. Бенедиктов, Н., Военная геология Гос. воен. изд. М. 1930.

так как общие соображения геолога могут не дать ответа на совершенно конкретные вопросы по деталям строения, разрешение которых может дать только разведка.

## 1. Грунты как основания

Грунты, как основания, исследуются шурфами или скважинами на 2 м глубже основания фундамента только для тяжелых построек. При выборе мест для установки тяжелых орудий в болотистой местности важно определить, где более крепкие породы залегают на меньшей глубине, причем исследуется шупом и полоса в 4—5 м шириной для дороги к месту установки орудий (на стр. 133 была приведена таблица допускаемой нагрузки для различных грунтов).

## 2. Подземные работы

При подземных работах (минные галереи, убежища) должен быть дан ряд ответов на основании знакомства с геологическим строением и, если есть к тому возможность, на основании разведок. Должны быть указаны: а) характер пород, б) их залегание, в) режим грунтовых и напорных вод и д) вероятное давление пород, как вертикальное, так и боковое.

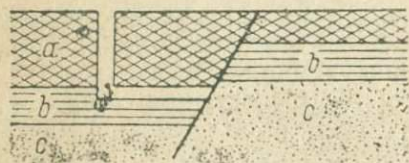


Рис. 103. Препятствие к проведению минной галереи в виде сброса.

*a* — крепкая порода, *b* — мягкая, *c* — или водоносная или крепкая.

**Характер пород.** Характер пород определяет скорость проходки и устойчивость потолка и стенок. Для проведения минных галерей необходимы слабые породы, проходка в которых быстра и возможна без шума (происходящего от кайловой работы и бурения шпуров), дающего противнику возможность обнаружить работу.

Знание пород, которые придется проходить, определяет необходимость и способ крепления, возможность встречи мест с угрозой обвалов, вспучиваний, плывунов; выгоднее, конечно, проходить такие породы, которые не требуют крепления («одежды»), например, в грунте средней твердости, имеющем кровлей и почвой крепкие породы; при этом толщина пласта, в котором проводится галерея, определяется ее высотой (1,5—2 м). Глубина проведения галерей (не минных) зависит от необходимой толщины слоя над ней, которая определяется прочностью породы и калибром снарядов, против которых строится убежище.

**Залегание пород.** Залегание пород для прочности галерей имеет значение, вообще же более устойчивыми являются галереи, проведенные вкрест простирания. Всякого рода нарушения в пластах, конечно, имеют большое значение и потому их надо предвидеть. Например, галерея, проведенная по слабому и водонепроницаемому пласту *b* (рис. 103), может упереться из-за сброса в крепкую или водоносную породу, при горизонтально залегающих пластах.

**Грунтовые воды.** Грунтовые воды, как при всякого рода земляных работах, имеют особо важное значение. Если галерея ведется

в водонепроницаемом пласте, то надо, чтобы в кровле и почве такой породы оставалось около метра. Воронки от снарядов противника могут вскрыть водоносный слой и затопить минную систему. Воронки в зависимости от расположения пластов могут оказаться сухими или заполненными водой (рис. 104).

Можно пользоваться различными по глубине способами защиты (рис. 105) в зависимости от глубины грунтовых вод; это, конечно, не значит, что геологическое строение или расположение грунтовых вод определяет глубину заложения галлерей, но задаваясь целью проведения какого-либо сооружения, диктуемого соображениями военного характера, необходимо заранее знать, с какой быстротой оно может быть осуществлено, какие могут встретиться препятствия и какие меры борьбы с этими препятствиями должны быть приняты (заготовлен крепежный материал, цементирующий материал для забивки, как то: глина, цемент, асфальт) или следует сооружать железобетонную галерею, и т. п. Следует предусмотреть условия вентиляции, необходимость отвода грунтовых вод дренажем, спускными колодцами или необходимость откачки воды насосами, не говоря уже о снабжении питьевой водой

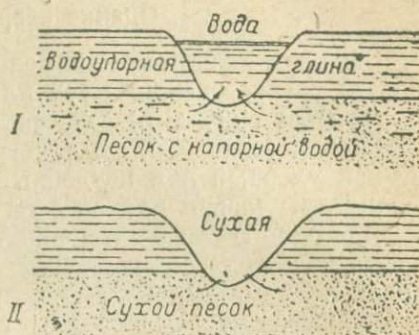


Рис. 104. Воронка от снаряда, пробив водоупорный слой, может заполниться водой (I) или осушиться (II).



Рис. 105. Различные виды окопов и убежищ.

и обеспечении санитарными условиями. Эти вопросы здесь не могут быть разобраны даже вкратце и составляют предмет особого курса гидрогеологии.

### 3. Поиски строительных материалов. Геологические карты

Поиски строительных материалов для военных целей не отличаются от поисков для иных целей.

Составление геологических карт для военных целей не отличается по методам от обычных карт крупного масштаба, но они

должны показывать и состав четвертичного покрова и гидрологические данные. Если такая геологическая съемка уже сделана раньше, то роль геолога сводится к консультированию.

#### 4. Оценка оборонительной полосы

Оценка оборонительной полосы должна быть дана с точки зрения а) распространения тех или иных пород на глубину до 30 м, б) грунтовых вод и с) рельефа.

Рельеф (читаемый по топографической съемке) рассматривается не как удобный или неудобный для маневрирования, для расположения артиллерии или защиты от обстрела противника, что входит в компетенцию военных специалистов, но оценивается как геоморфологический признак для суждения о распространении тех или иных пород и грунтовых вод. Так, например, равнинный рельеф, развитие оврагов указывает на рыхлые породы, наоборот, резкий рельеф — на породы крепкие, грядовое расположение вершинок — на чередование пород различной твердости и их простирание, моренный рельеф с ямами и озерами — на распространение валунной глины, и т. п.

## ВЫРАЖЕНИЕ НА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ И РАЗРЕЗАХ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Рельеф поверхности земли точно изображают *горизонталы* (изогипсы), т. е. линии равных высот поверхности. Это те линии, которые получились бы от пересечения поверхности земли с параллельными горизонтальными плоскостями, расположенными на равных расстояниях (сечение горизонталей) между собой. На

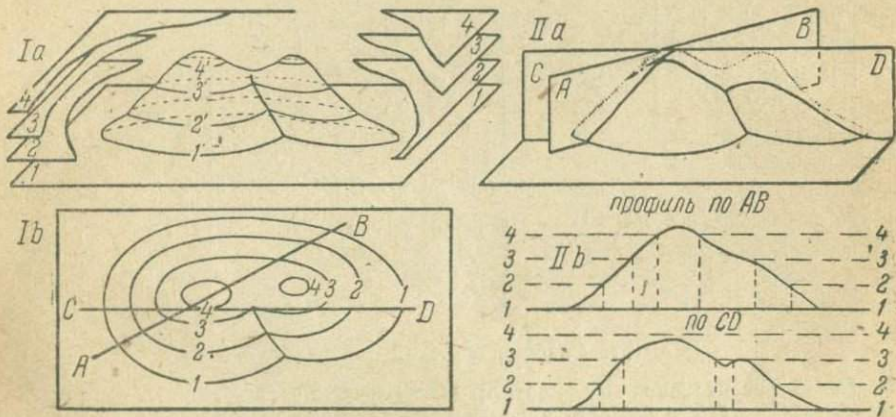


Рис. 103. Топографическая карта в горизонталях и профили.

*Ia* — гора с двумя вершинами, рассеченная четырьмя горизонтальными плоскостями 1, 2, 3, и 4; *Ib* — карта в горизонталях; *IIa* — та же гора, рассеченная двумя вертикальными плоскостями *AB* и *CD*; *IIb* — профили по этим сечениям.

рис. 106, *Ia* изображена гора с двумя вершинами; от пересечения этой горы плоскостями 1, 2, 3 и 4 получим кривые 1', 2', 3' и 4'. На карте (рис. 106, *Ib*) мы получим изображение нашей горы в виде замкнутых кривых (1, 2, 3 и 4) — горизонталей, причем чем круче склон поверхности земли, тем теснее будут горизонталы.

Если мы рассечем ту же гору вертикальными плоскостями *AB* и *CD* (рис. 106, *IIa*), след которых изобразится прямыми *AB* и *CD* (рис. 106, *Ib*), то получим в сечении с рельефом профиль по *AB* и *CD* (рис. 106, *IIb*).

Так как геологическая карта является главным результатом геологической съемки, то рассмотрим, что может дать детальная геологическая карта, иначе сказать, — как на геологической карте (и разрезе) изобразятся различные геологические структуры. Различные типы карт и разрезов и способы их составления будут рассмотрены ниже.

Напомним, что на геологической карте изображается распространение геологических образований на поверхности земли.

Для осадочных образований, имеющих пластовый характер, принимается стратиграфический или возрастной принцип разделения, т. е. полосы разного цвета (или штриховки) объединяют на

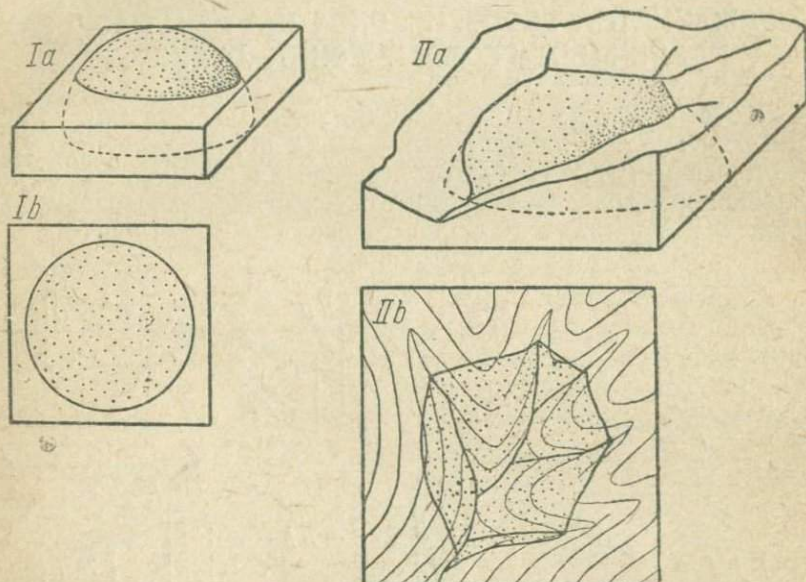


Рис. 107. Сечение шаровой поверхности.

*Ia* — горизонтальной плоскостью; *IIa* — поверхностью земли, *Ib* и *IIb* — соответствующие геологические карты.

карте свиты пластов. На «легенде» или «обозначениях» карты показывается значение цветов (или штриховки) сверху вниз от более молодых к более старым отложениям. Другими словами, на карте в проекции изображается, каким образом имеющие некоторую мощность пласты или свиты, ограниченные приблизительно параллельными поверхностями, пересекут поверхность земли.

Возьмем для простоты сначала горизонтальную поверхность земли и куполообразную складку, имеющую шаровую поверхность (рис. 107, *Ia*); если эрозия выравняет выдающуюся часть купола, то мы на геологической карте (рис. 107, *Ib*) получим окружность, внутри которой будут иметь распространение породы ядра купола (обозначено точками), а вне окружности — породы более молодые, покрывающие породы купола (белые).

Если же поверхность земли негоризонтальна (рис. 107, *II a*), то такая же шаровая поверхность пересечется с ней по некоторой извилистой линии, и на геологической карте (рис. 107, *II b*) мы получим контур распространения на поверхности земли породы купола в виде неправильной фигуры, зависящей 1) от формы геологического тела (у нас сферический купол) и 2) от рельефа поверхности земли (изобразен в горизонталях).

Для изверженных пород на карте тоже дается их распространение на поверхности. К карте мы вернемся, теперь же остановимся на геологическом разрезе.

Геологический разрез есть изображение геологических образований на условной вертикальной плоскости, обычно проведенной вкрест простирания.

Геологическая карта, как изображение геологического строения в одном сечении, особенно если рельеф выражен не точно, не может дать полного представления об этом строении. Кроме того, геологическая карта и на точной основе в горизонталях не дает изображения деталей залегания наглядно и быстро схватываемым способом. Надо в карту внимательно вглядываться, расшифровывать изгибы выходов, относительную ширину полос, изображающих свиту пластов и проч.

Геологический разрез, проводимый вертикально и вкрест простирания, показывает наглядно залегание пород и мощность свит. Геологический разрез позволяет изображать и такие отложения, которые не выступают на поверхности и присутствие которых определяется скважинами, выработками и т. п.; разрезы допускают изображение изменений в глубину. Для изверженных пород геологические разрезы имеют еще большее значение, чем для осадочных, у которых пластообразное залегание определяет формы выхода на поверхность. Только на разрезах можно показать путь, по которому произошла интрузия, отношение дайк к главной интрузии и т. п. Интрузивные породы нуждаются в изображении не только на карте, но и разрезами (т. е. не в одной, а в нескольких проекциях), потому что они не представляют собой правильных геометрических тел.

Наконец, могут быть случаи настолько сложной тектоники и (например, явления шарьяжа в Альпах), которые могут быть изображены только целым рядом разрезов. Здесь интерес сосредоточен не на том, что выступает на поверхности, а на том, где находятся корни надвинутых масс, как соединяются, по мнению автора, — под поверхностью или воздушными линиями — отдельные клочки перемятой и затем размытой толщи. Как пример, можно привести прежнее толкование обнажений на поверхности окрестностей горы Монте Леоне в Альпах, данное сначала вдоль Симплионского тоннеля (рис. 108, сверху) и полученное после проведения тоннеля (рис. 108, нижний разрез). Геологическая карта для обоих разрезов остается та же, разрезы же резко различны. Что геологическая карта не изменилась — видно из одинакового распространения и залегания пород по поверхности обоих профилей.

На карте, например, мы проводим четыре пласта известняка, сходные между собой по составу и мощности; предположим, что на

карте мы можем их не отождествлять или не разделять, но на разрезе надо на чем-нибудь остановиться, причем возможны более 12 случаев (рис. 109): если мы примем, что известняки принадле-

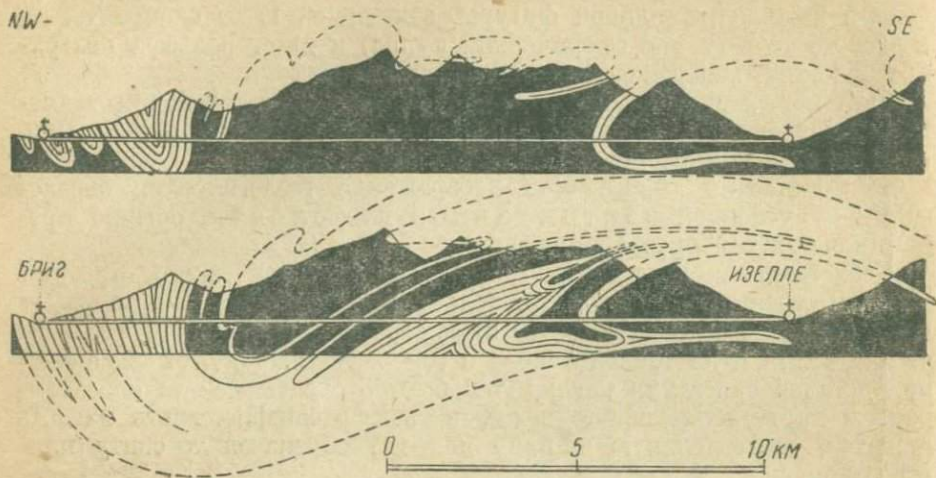


Рис. 108. Геологический разрез через Симплонский тоннель. Сверху старое толкование, снизу (после проведения тоннеля)—новое. Черное — гнейсы, белое — триас и юра. Обратите внимание на тождество обнажений на поверхности в обоих рисунках.

жат одному и тому же пласту, то возможны построения 1, 2 и 3, если попарно разные, — то 4, 5 и 6, если у нас три пласта, — 7 — 12 и, наконец, четыре пласта — 13.

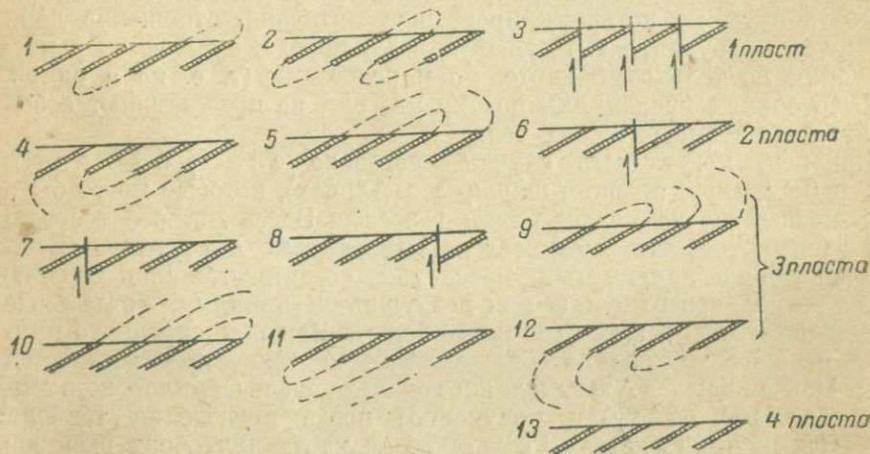


Рис. 109. Возможные комбинации в разрезе четырех одинаковых пластов.

Геологические разрезы не представляют собой каких-либо затруднений для понимания, но их следует рассматривать вместе с картой, тогда видна степень достоверности отдельных частей раз-

реза. Геологическая карта, однако, дает гораздо больше, чем разрез, так как иллюстрирует площадь.

Детально тектоника, или геологическая структура, иногда может быть понята только по геологической карте с топографической основой в горизонталях. Например, если бы на карточке рис. 110, II не было горизонталей, а только раскраска отложений, то можно было бы понять карту как изображающую несколько брахисинклиналей с осями, вытянутыми по NE-SW, на самом же деле пласты горизонтальны и сохранились от размыва в виде «останцов». Карточка, изображенная на рис. 115, может дать впечатление антиклинального залегания; на самом же деле складки здесь нет, но лишь в долине обнажились более старые породы, и т. п.

Линии, ограничивающие полосы, различно окрашенные (или заштрихованные), представляют собой кровлю нижележащей (более

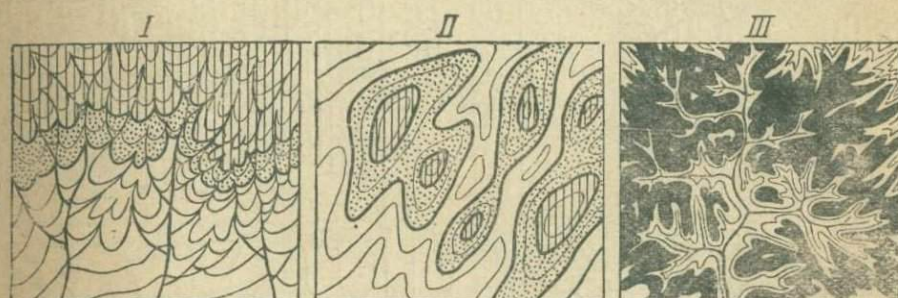


Рис. 110. Границы горизонтальных отложений на карте идут по горизонталям рельефа поверхности.

старой) и в то же время почву вышележащей (более молодой) породы. Полосы эти и их границы могут изгибаться различным образом: 1) от формы рельефа, пересекающего пласты, и 2) от различного залегания пластов. Они могут не только изгибаться, но и прерываться около каких-либо линий (о чем будет сказано ниже).

### 1. Горизонтальное залегание

Так как поверхность горизонтальных пластов (кровля нижележащих или почва вышележащих) представляет собой горизонтальные плоскости, то границы пластов или свит на карте образуются линиями, идущими по горизонталям карты. На рис. 110 (I и II) границы между свитами белой (более старой), пунктирной и заштрихованной (наиболее молодой) идут по изогипсам (I — при рельефе речной эрозии; II — при рельефе останцами и III — при сильно расчлененном рельефе). Особенно резко выделяется горизонтальное залегание на рис. 110, II и III.

На разрезе, т. е. в вертикальной плоскости, очевидно, пласты или свиты будут ограничены прямыми и горизонтальными линиями. Направление линии разреза безразлично.

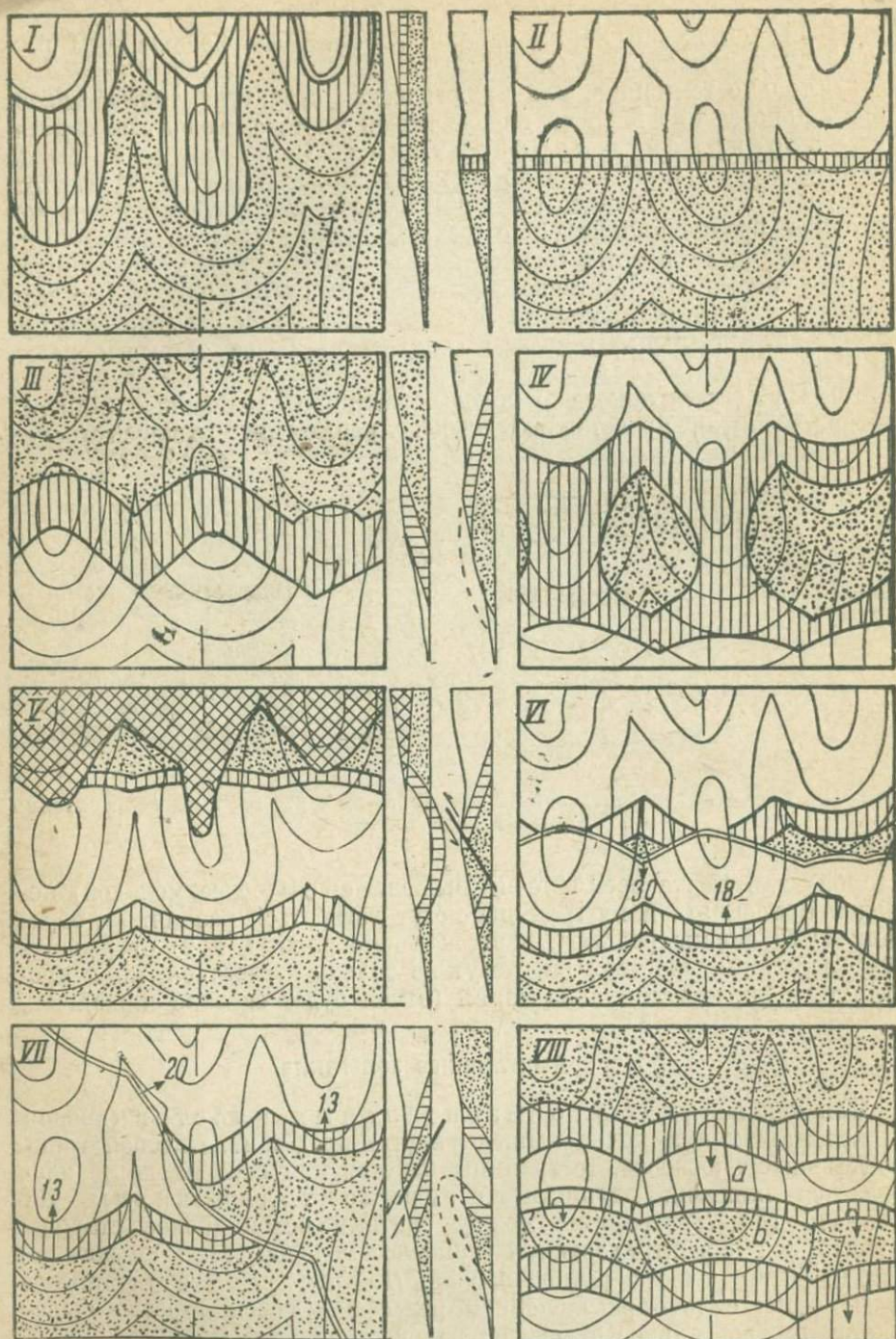


Рис. 111. Различные формы выхода пластов на карте и разрезах (сбоку).

*I* — горизонтальные пласты, *II* — вертикальные, *III* — наклонные, *IV* — антиклиналь, *V* — синклиналь (сверху несогласное налегание), *VI* — оброс, *VII* — надвиг, *VIII* — опрокинутая складка. При всех восьми карточках сбоку приведены разрезы, проведенные по меридиану посреди карточек.

## 2. Складчатые структуры

**Очертание выхода пласта.**<sup>1</sup> 1. Границы горизонтальных пластов или свит, как было выше сказано, на карте изобразятся линиями, изгибающимися по изогипсам карты (рис. 111, I); очевидно, на горизонтальной поверхности земли будет обнажен только верхний пласт или свита.

2. Границы вертикального пласта (рис. 111, II) при всяком рельефе поверхности земли будут на карте выражены линиями по простиранию прямыми, если простирание не меняется.

3. Границы наклонного пласта при горизонтальной поверхности земли пойдут прямолинейно по простиранию, но при неровном рельефе будут изгибаться, причем эти изгибы будут в ту же сторону, что и изгибы горизонталей поверхности, если падение пластов обратно склону поверхности (рис. 111, VI и VII); если же пласты

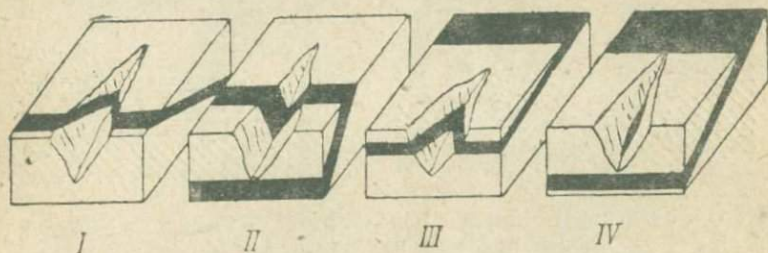


Рис. 112. Блок-диаграммы, показывающие зависимость формы выхода пласта от его залегания и рельефа поверхности в долине.

I — пласт падает обратно склону, II — пласт падает в сторону склона круче его, III — пласт падает в сторону склона положе его, IV — пласт падает в сторону склона и под тем же углом.

падают в сторону склона, то изгибы выходов пластов будут обратными изгибами горизонталей (рис. 111, III и VIII). На блок-диаграммах (рис. 112) это изображено наглядно.

Однако очертание границы свиты или пласта будет иметь изгибы обратные изгибам горизонталей только в том случае, если падение пластов происходит в ту же сторону, что и направление склона, и притом если падение круче склона (рис. 112, II); если же оно положе склона, то изгибы будут соответствовать изгибам горизонталей, так как относительно склона пласты будут падать как бы обратно ему (рис. 112, III).

Частный случай, когда пласты падают под тем же углом и в ту же сторону, что и склон, дает линию выхода пласта в направлении склона.

Например, если река руслом домылась до крепкого пласта и течет по его поверхности, — в этом случае пласт будет выступать только по самому руслу (рис. 112, IV).

<sup>1</sup> Выходом пласта называется линия (на поверхности земли или на карте), по которой проходит граница двух свит или пластов. Линии, разделяющие на карте площади распространения различных пород или свит, разно окрашенных или заштрихованных, академик В. Обручев называет «границными линиями».

Если на карте показано стрелками направление падения, чтение карты упрощается, но, чтобы не загружать карту значками, эти стрелки часто не показываются.

**Видимая мощность.** Даже если пласт или свита пластов имеют постоянную «мощность» (толщину), на карте полоса, изображающая пересечение этой свитой земной поверхности, может быть различной в разных местах. На рис. 113, I изображено, как при горизонтальной поверхности *видимая* в обнажении ( $m'$  и  $m''$ ) *мощность* зависит от падения пласта (*истинная мощность*  $m$ ), а на рис. 113, II пласт мощностью  $m$  при одинаковом горизонтальном залегании имеет различную видимую мощность в обнажении  $n'$  и  $n''$  и на карте (в проекции)  $m'$  и  $m''$  в зависимости от крутизны склона.

Ширина полосы пласта, обнажающейся на *дневной поверхности*, или *видимая* его мощность только в том случае равна истинной, когда пласты перпендикулярны поверхности

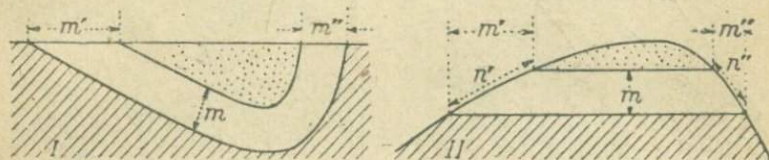


Рис. 113. Зависимость ширины полосы пласта на карте от залегания и рельефа поверхности.

I — при горизонтальной поверхности полого падающий пласт ( $m$ ) дает на карте полосу шире, чем крутой ( $m''$ ). II — горизонтальный пласт на пологом склоне имеет и видимую мощность ( $n'$ ) и ширину полосы на карте ( $m'$ ) большую, чем на крутом склоне ( $n''$  и  $m''$ ).

земли. На карте же имеем проекцию видимой мощности. Ширина полосы, которую занимает пласт или свита *на карте*, зависит от четырех причин: 1) от угла падения, 2) от крутизны склона, 3) от направления склона относительно направления падения и 4) само собой разумеется, от истинной мощности.

На схеме рис. 114 приведены различные случаи этой зависимости; всюду сохранена одинаковая мощность пласта (черное); сверху показана ширина полосы на карте (заштриховано); горизонтальная или наклонная линия — поверхность земли. При вертикальном залегании видимая мощность на карте равна истинной (рис. 114, c). При горизонтальной поверхности видимая мощность будет больше истинной, и тем больше, чем положе падение.

При наклонной поверхности, обратной направлению падения (рис. 114, II), проекция пласта или свиты на карте будет иметь ширину истинной мощности при вертикальном падении  $c$  и  $c_1$  и тогда, когда угол склона равен дополнительному углу к сумме угла падения и угла склона, в остальных случаях проекция будет больше или меньше истинной мощности. Так, на рис. 114, II,  $b_1$  проекция почти равна истинной мощности, в случае II,  $a$ , она больше, а в случаях II  $a$  и  $b$  она меньше истинной и вообще уменьшается с увеличением угла склона.

При наклонной поверхности в сторону падения (рис. 114, III) проекция пласта или свиты равна истинной мощности, когда  $\angle \alpha = 90^\circ - (\delta - \alpha)$  или  $90^\circ - (\alpha - \delta)$ ; в остальных случаях она больше или меньше истинной мощности, увеличиваясь с уменьшением угла падения  $\delta$  и увеличением угла склона  $\alpha$ .

При горизонтальном залегании (рис. 114, IV) проекция равна истинной мощности при угле склона в  $45^\circ$ , в остальных случаях она больше или меньше истинной мощности, причем направление склона безразлично.

Таким образом, ширина полосы, которую на карте занимает свита или пласт определенной мощности, зависит от многих причин, и при чтении карт необходимо вглядываться в рельеф, изображенный на карте в горизонталях, при беглом же рассмотре-

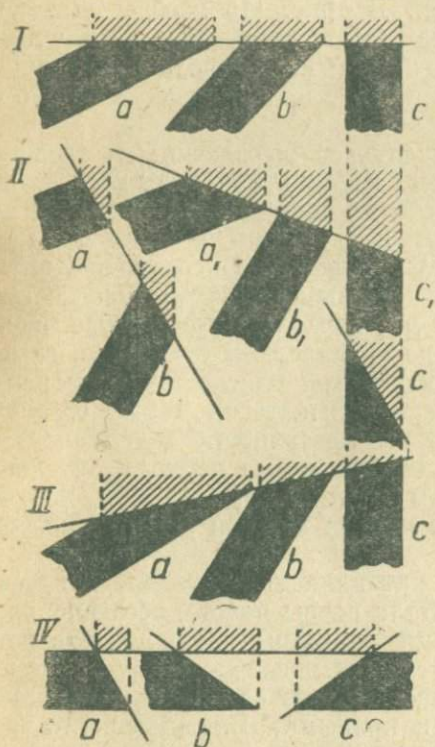


Рис. 114. Зависимость видимой мощности и ширины проекции пласта (штриховки) от положения пласта и склона поверхности. Мощность пласта везде одинаковая.

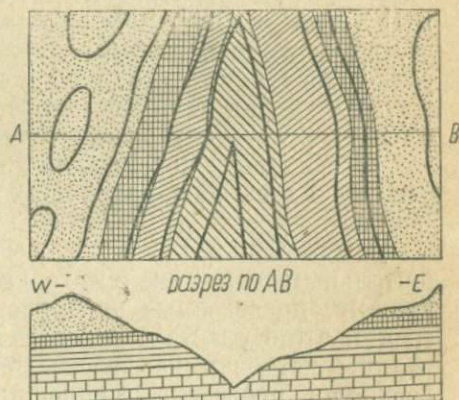


Рис. 115. Геологическая карта с симметричным расположением отложений в зависимости от рельефа (не антиклиналь). Внизу разрез.

нии карты и однообразном рельефе обычно более широкая полоса той же свиты указывает на более пологое падение.

На разрезах, проведенных вкрест простирания и сохраняющих одинаковый вертикальный масштаб с горизонтальным, мощности будут истинными.

**Складки.** Складки на карте изображены (рис. 111, IV и V) симметричным расположением полос по обе стороны центральной полосы, занимающей ядро складки, причем в антиклинали (IV) в ядре складки будут более древние породы (пунктир), а в синклинали (V) — более молодые (белое).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Этот чертеж усложнен несогласно налегающими на северное крыло синклинали самыми молодыми отложениями (перекрещивающаяся штриховка).

Относительный возраст отложений, показанных на карте, можно определить по прилагаемой к карте «легенде», но направление падения крыльев можно определить по тем загибам границ свит, которые получаются в зависимости от рельефа; однако эти загибы получаются только при сравнительно пологих падениях или при больших относительных высотах в рельефе, как увидим ниже.

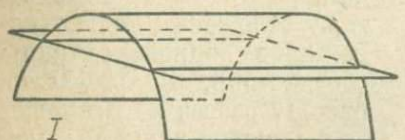
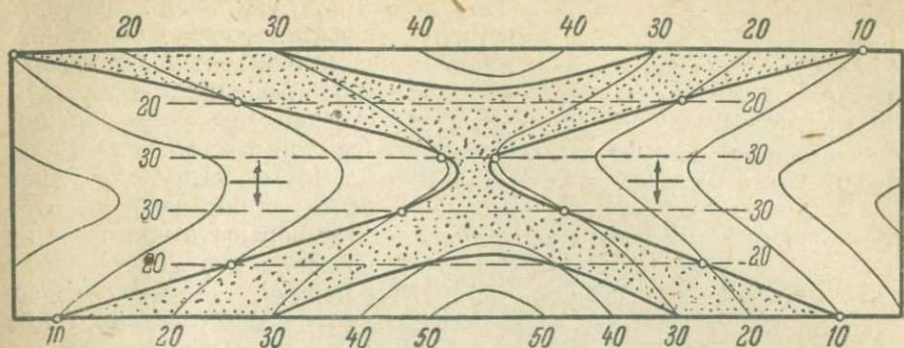
Такое же симметричное расположение полос отложений, как при складках, может обусловить эрозия. На рис. 115 изображен такой случай, когда на карте мы имеем как бы складку, даже с погруженным шарниром, на самом же деле пласты полого падают к западу, обнажаясь одинаковыми горизонтами на двух склонах долины (см. снизу разрез).

Рассмотрим несколько частных случаев выражения на геологической карте складчатой структуры. На рис. 116 в средней части изображены четыре случая пересечения цилиндрической антиклинальной складки горизонтальными и наклонными плоскостями, изображающими поверхность земли. Мы видим, что пересечение антиклинали с горизонтальным или наклонным шарниром плоскостью, параллельной этому шарниру, дает две параллельные прямые (рис. I и IV), если же шарниры складки не параллельны плоскости, ее пересекающей, то пересечение складки с этой плоскостью дает непараллельные линии (которые могут и замыкаться). Таким образом, выходы границ свит или пластов на поверхности при складках имеют очертания, зависящие как от положения шарнира складки, так и от наклона поверхности земли в ту или иную сторону, не считая мелких изгибов, зависящих от мелких изгибов рельефа поверхности.

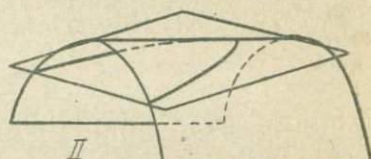
Наверху рис. 116 изображена антиклинальная складка с горизонтальным шарниром (см. горизонтали почвы пласта, обозначенного точками, проведенные прерывистыми линиями). Непараллельность границ этого пласта обусловлена тем, что поверхность земли от середины карточки наклонена вправо и влево (см. горизонтали поверхности, проведенные сплошными кривыми). Внизу рис. 116 изображена синклиналь, погружающаяся вправо (горизонтали почвы пласта — прерывистые линии); в левой части карты при одинаковой складке получились сходящиеся границы пласта, в правой — приблизительно параллельные в зависимости от рельефа поверхности.

Опрокинутые складки могут быть на карте определены только по загибам границ пластов, обусловленным рельефом. На карточке (рис. 111, VIII), судя по этим загибам, падение везде сохраняется к югу как у северного крыла синклинали, так и у промежуточного опрокинутого крыла; на этой карточке ясно видны два ядра складок: белая полоса *a* молодых отложений и южнее точечная *b* — старых, по обе стороны которых симметрично расположены (штриховка) в первом случае более старые, во втором — более молодые отложения.

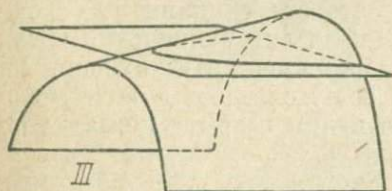
Относительную крутизну крыльев складок можно определить сравнением ширины полос на карте одинаковых свит, пользуясь той зависимостью видимой мощности на карте от угла падения и рельефа, о которой было сказано выше.



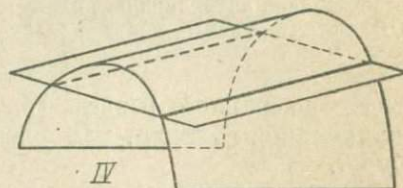
I шарнир и поверхность горизонтальны



II шарнир горизонтален, поверхность наклонна



III шарнир наклонен, поверхность горизонтальна



IV шарнир и поверхность наклонены одинаково

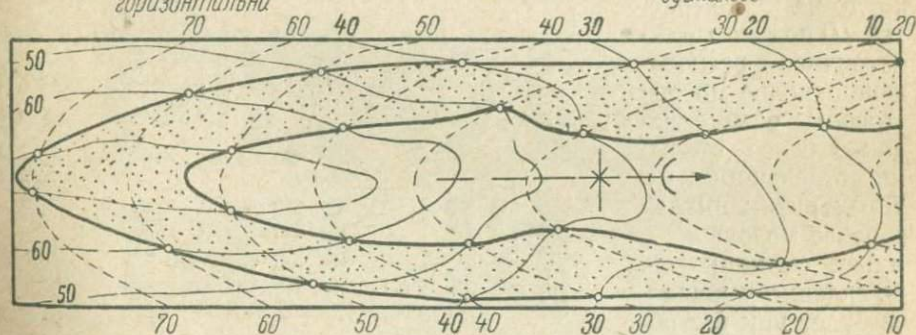


Рис. 116. Зависимость очертания границ пласта в складках от рельефа поверхности. Жирные цифры — горизонталь поверхности, лабы — горизонталь почвы пласта. Сверху антиклиналь с горизонтальным шарниром, снизу — синклинали с погружающимся шарниром вправо (слева контуры пластов замыкаются, справа почти параллельны).

Если слои в складке замыкаются или шарнир складки погружается, то полосы двух крыльев складки смыкаются, а так как

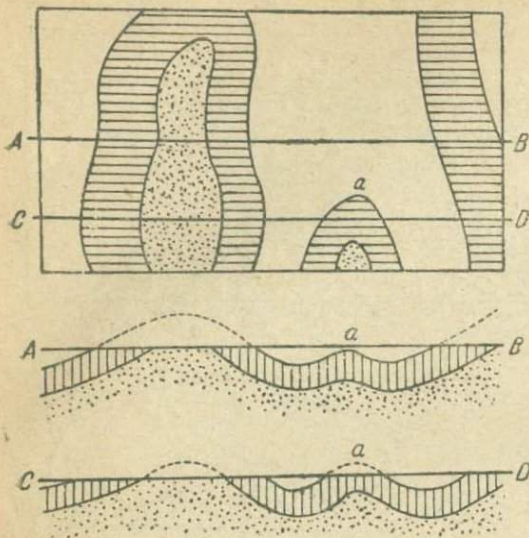


Рис. 117. В направлении *AB* на карте не отобразилась антиклиналь, видная в сечении *CD*. Сверху — карта, внизу — разрезы по *AB* и *CD*.

месте выбранного разреза сброс может оказаться в виде моноклиинальной складки, или флексуры, но линии разрыва показано не будет.

Если мы имеем веерообразные складки, то на карте (рис. 118, *II*) получим симметричное расположение полос по обе стороны осей складок с более старыми отложениями в ядрах антиклиналей и более молодыми в ядрах синклиналей, но падение у крыльев будет как раз обратное, что при выраженном на основе рельефе и при достаточно пологом падении даст в загибах линий контактов впечатление обратное тому, что есть на самом деле. т. е. антиклинали будут выражены как синклинали и наоборот.

угол погружения шарнира складки обычно пологий, то и ширина полос на перегибе расширяется соответственно пологому падению пластов в этом месте.

Читая карту по какой-либо линии разреза, следует обращать внимание на соседние по простиранию площади, где могут содержаться изображения таких складок, которые не вошли в избранное нами сечение, потому что складка захватила отложения только какой-либо одной единицы обозначений. Например, на рис 117 разрез по *AB* может дать понятие лишь об одной синклинали, на самом деле по линии разреза *CD* видно, что эта синклиналь осложнена антиклиналью *a*. Или, например, затухнувший на

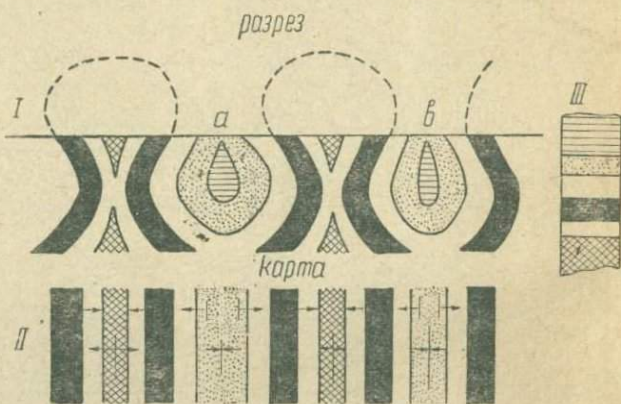


Рис. 118. Веерообразные складки. *I* — разрез, *II* — карта (показаны оси складок и падения крыльев), *III* — колонка.

### 3. Разрывы

**Линия выхода разрыва.** На картах разрывы изображаются либо жирными линиями, либо двойными, либо линиями особых цветов (обычно красным). Плоскость разрыва, как всякая плоскость при пересечении ее поверхностью рельефа, дает на карте линию пересечения или линию выхода сбрасывателя на поверхности, подчиняясь тем же правилам, что и выходы пластов. Но так как чаще плоскости сбрасывателей падают круто, то рельеф не отклоняет (в этом случае) прямолинейного (по простиранию) очертания на карте выхода разрыва.

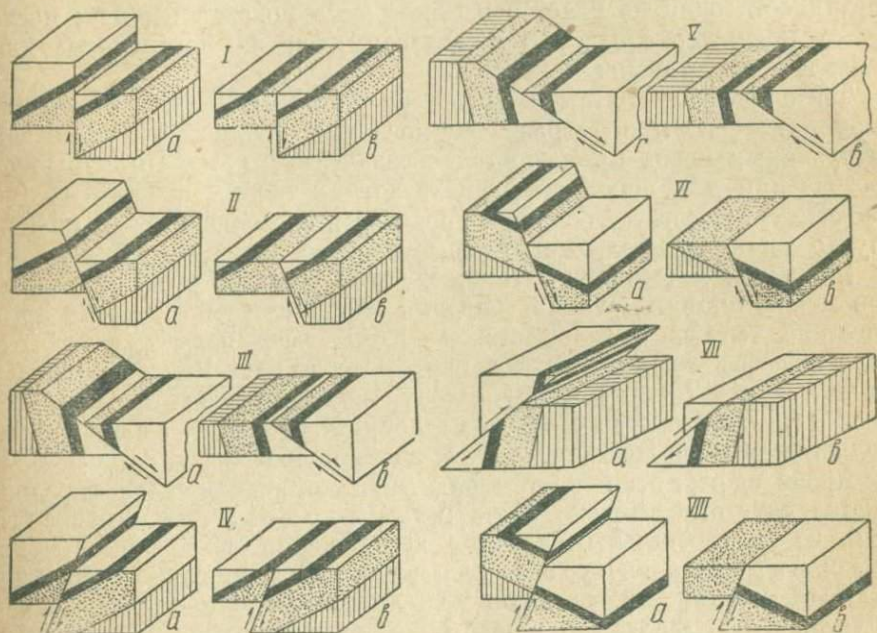


Рис. 119. Влияние продольных разрывов на «выпадение» и «удвоение» свит на поверхности (справа — *б* — после смыва поднятого крыла). Следует проследить как в различных случаях движения крыльев и падения сбрасывателя черный пласт удваивается (I, II, III, IV, V) или выпадает (VI, VII и VIII).

**Признаки разрыва.** Следует помнить, что как бы сложны складки ни были, в сечении поверхностью земли ни один горизонт не может выпасть, если нет разрыва или несогласного залегания (выклинивание и выжимание мы не принимаем пока в расчет).

На карте линия разрыва, даже если она не отмечена жирной или цветной линией, узнается при диагональных и поперечных разрывах тем, что площади некоторых отложений прерываются у линии разрыва (рис. 111, VI, VII); при продольных разрывах нарушается последовательность согласно залегающих отложений: некоторые члены свиты выпадают, удваиваются или видимые мощности меняются. На рис. 119 блок-диаграммы изображают слева (*а*) перемещенные крылья, справа (*б*) поднятые крылья, смытые до уровня опущенных.

Рассматривая эти блок-диаграммы, мы видим, что в некоторых случаях часть свиты (черный горизонт) на поверхности (правые части диаграмм *b*) выпадает, т. е. не обнажается (VI—VIII), в других же случаях часть свиты на поверхности повторяется, т. е. обнажается снова (I—V), причем это зависит от следующих причин: 1) имеем ли мы дело со сбросом (I, II, III, V и VI) или взбросом (IV, VII и VIII); 2) в какую сторону падают пласты, по сравнению с падением сброса (ср. II и VI, IV и VIII); наконец, оттого 3) что круче падает — сброс или пласты (ср. V и VI, IV и VII) в тех случаях, когда и пласты и сброс падают в одну сторону. Для наглядности один из пластов на диаграмме показан черным; после смыыва поднятого крыла (*b* у диаграмм) он на поверхности или пропадает или удваивается.

Тектонические контакты можно смешать с несогласным залеганием двух свит и с интрузиями; последнее труднее, так как для интрузивных пород применяются обозначения, резко отличные от обозначений для пород осадочных, хотя в картах штриховых (не в красках) существует большой произвол в обозначениях; во всяком случае легенда карты быстро решает вопрос.

**Направление смещения.** Так же, как у пластов, у линий разрывов можно ставить стрелки падения сбрасывателей и, кроме того, короткие черточки на той стороне линии разрыва, где находится опустившееся крыло. Так, на карточке рис. 111, VI сбрасыватель падает к югу ( $\angle 30^\circ$ ) и опустилось южное крыло; на карточке рис. 111, VII плоскость разрыва падает к NE ( $\angle 20^\circ$ ), а опущенным является юго-западное крыло, т. е. здесь надвиг.

Кроме сдвигов в чистом виде, при которых крылья передвигаются друг относительно друга в горизонтальном направлении, во всех остальных случаях перемещения по разрывам мы имеем вертикальную составляющую этого перемещения.

Если при линиях разрывов не поставлены черточки на стороне опустившегося крыла, то крыло опустившееся может быть определено и без этих черточек.

При разрывах мы определяем не абсолютные направления движения, но только относительные движения (одного крыла относительно другого), т. е. говорим, что одно крыло опустилось относительно другого, которое поднялось относительно первого; при этом одно из крыльев (которое — мы не знаем) оставалось неподвижным, или же оба двигались.

Очевидно, что на карте ничем не отразится перемещение по плоскости разрыва, совпадающей с напластованием; также вертикальный сброс на голову стоящих пластов, или сдвиг в чистом виде горизонтальных пластов.

На поверхности после эрозии в любом месте разрыва оба крыла, т. е. отложения разного возраста, находятся на одной высоте, отсюда ясно, что крыло с более старыми породами для этого должно было подняться, или с более молодыми — опуститься. Это простое соображение для определения по карте, какое крыло поднялось, применимо только там, где нет опрокинутых за-

леганий,<sup>1</sup> и при сдвиге. Однако при поперечном или диагональном разрыве совершенно одинаковое положение пластов, после того как эрозия смоет поднявшееся крыло, получится при перемещении не только чисто вертикальном (рис. 120, I), но и при косом перемещении (рис. 120, II) и чистом сдвиге (рис. 120, III).

Так как направление перемещения определяется по карте, как видно, не точно, то лучше при линиях разрыва ставить стрелки падения сбрасывателя и черточки на стороне опущенного крыла. Черточки, если это возможно, можно даже ориентировать в направлении движения опущенного крыла, или лучше ставить при черточках стрелки, как это показано на таблице полевых обозначений (см. рис. 4).

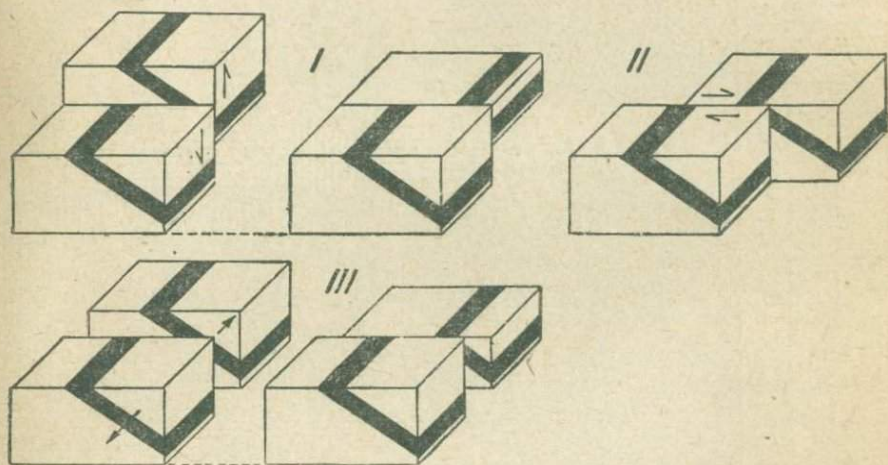


Рис. 120. Одинаковый результат (на карте, справа) при различных направлениях перемещений: I — вертикальном, II — горизонтальном и III — диагональном.

При складках движение крыльев поперечных или диагональных разрывов может быть определено точнее.

На рис. 121 изображена геологическая карточка горизонтальной поверхности с антиклинальной складкой, замыкающейся на востоке (слева — колонка с мощностями). Складка рассечена тремя разрывами: разрыв I, по которому опущено западное крыло, III, по которому произошел сдвиг, крылья которого переместились в направлении стрелок, и II, по которому передвижение было в косом направлении под углом в  $45^\circ$ ; опущенное крыло — западное. Величина перемещения по сбросам I и II — 200 м, по сдвигу III — 100 м.

При поперечном разрыве и перемещении только вертикальном (I—I) мы имели бы ось складки не смещенной, если бы складка была симметричной, но в нашем примере северное крыло падает под углом  $30^\circ$ , а южное —  $55^\circ$ , поэтому и по сбросу I—I ось пере-

<sup>1</sup> При любых залеганиях С. А. Музылев предлагает mnemonic правило «пяти п»: «поднятый пласт перемещается по падению» (исключение при сдвиге, см. рис. 120, II).

местилась, и мы не можем заметить разницы между смещением по сбросу I—I и II—II, кроме величины смещения. На той же карте сдвиг III переместил ось складки и в том же направлении переместились все полосы отложений крыльев, причем ширина этих полос на обоих крыльях сброса осталась одинаковой, что мы увидим, переместив обратно в первоначальное положение вдоль сброса одно крыло относительно другого, так как границы отложений на обоих крыльях совпадут.

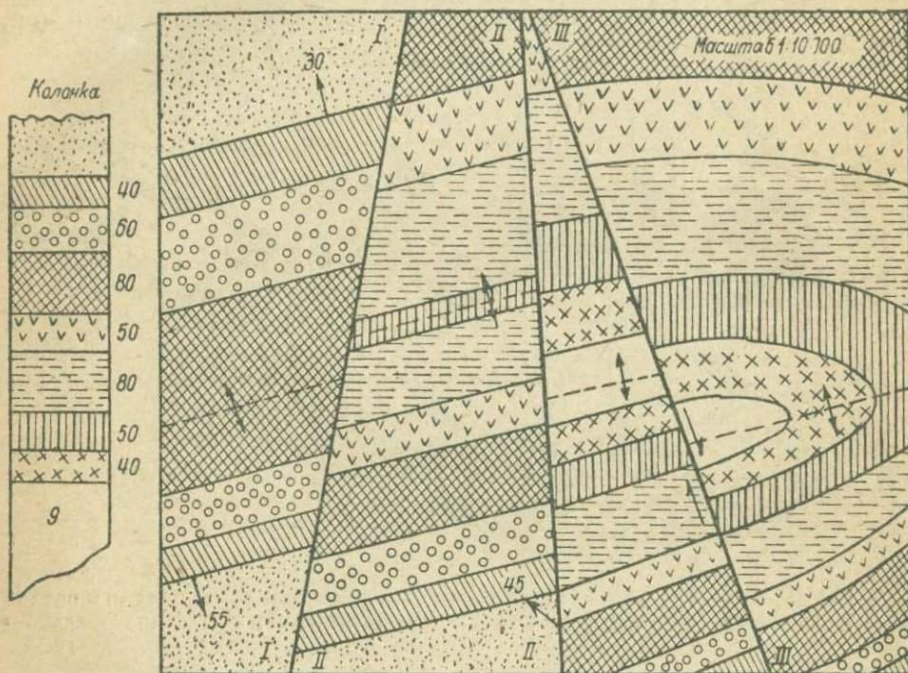


Рис. 121. Различные поперечные разрывы антиклинальной складки (оси показаны пунктиром). Справа пласты замыкаются (шарнир погружается вправо). При сбросах I и II оси сдвинулись, но, совместив их, на разных крыльях получим различные отложения; при сдвиге III, совместив оси на крыльях, получим те же отложения.

Простота определения направления перемещения обычно усложняется изменением падения пластов, погружением шарниров складок и, наконец, рельефом поверхности. Все эти факторы влияют на ширину полос, не говоря уже о том, что плоскостные разрывы очень редки, и при нарушениях обычны деформации, уничтожающие геометрическую правильность складок и разрывов.

Опущенное крыло и при складках, разорванных поперечно, определяется по любому горизонту на обоих крыльях разрывов, как было указано выше. Поднятое крыло является смытым, поэтому (рис. 122) при антиклиналях (I) вместо верхнего сечения поверхности земли *a* получаем для поднятого крыла нижнее *b*, и по-

досы на карте раздвигаются, обнажаются более глубокие горизонты; при синклиналях (II) — наоборот.

**Надвиги.** Существенным является различие между сбросами (не вертикальными), при которых происходит увеличение поверхности, и взбросами, надвигами, шарьяжами, при которых поверхность сокращается. Если на карте поставлены при линиях разрыва стрелки падения и черточки у упавшего крыла, то различие между этими двумя типами разрывов видно сразу: для сбросов черточки будут на одной стороне со стрелками, для надвигов — на различных.

Если местность имеет достаточные относительные высоты или плоскость разрыва достаточно полого, то направление падения этой плоскости определяется по загибам линии разрыва в зависимости от рельефа, а упавшее крыло определяется как было указано выше; в этом случае мы можем тип разрыва на карте определить и без стрелок падения плоскости разрывов и черточек у упавшего крыла. На геологических разрезах обыкновенно ставятся стрелки относительного перемещения крыльев, направление же падения плоскости разрыва всегда на разрезе видно.

При складках без разрывов на карте не может быть нарушена последовательность отложений, т. е. не может в этой последовательности выпасть ни один горизонт, что обычно, как мы видели, бывает при продольных разрывах, но при очень интенсивной складчатости могут

быть выжимания свит в ядрах веерообразных складок. Наконец, свиты выпадают на карте и без разрывов при несогласиях.

#### 4. Несогласное залегание

Если угловое несогласие ничтожно, то на карте получается как бы выклинивание горизонтов, но из того, что такое же «выклинивание» постепенно захватывает и соседние горизонты ясно, что эта свита несогласно перекрывается вышележащей свитой.

При значительном угловом несогласии последнее бросается в глаза тем, что границы отложений притыкаются к площадям, обо-

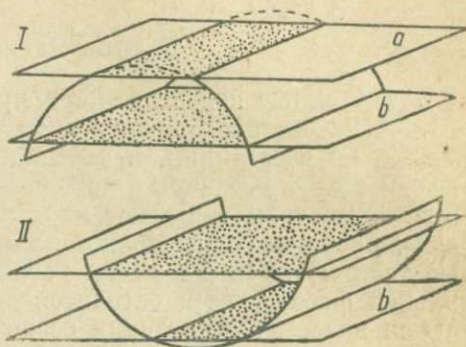


Рис. 122. Расширение полос на карте у смытого, поднятого крыла антиклинали I и обратное у синклинали II; a—поверхность до поднятия, b—после поднятия и размыва.

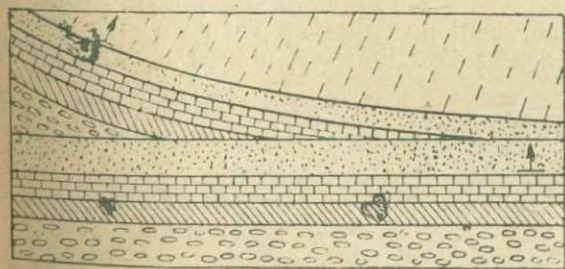


Рис. 123. Геологическая карта со сбросом, затухающим к востоку (по Милановскому).

значающим вышележащие отложения. Особенно это резко видно, когда на сильно дислоцированные породы налегают слабо дислоцированные или горизонтальные отложения (см. рис. 111, V и рис. 124). Обычно несогласно налегающая свита менее дислоцирована, чем ее подстилающая. При вращательных или затухающих сбросах получается сходная с несогласием картина (рис. 123).

## 5. Изверженные породы

Изверженные породы на карте проще всего узнаются по своим характерным обозначениям (см. стр. 168). Покровы, как и пластовые залежи, по очертаниям, в зависимости от рельефа и залегания, не отличаются от осадочных пород, но они, однако, часто выклиниваются. Лакколиты занимают ядра куполов и обычно посылают апофизы, прорезывающие толщи налегающих пород; другие интрузивные тела могут иметь самые разнообразные очертания — от неправильной формы пятен батолитов до полос даек, к которым притыкаются полосы окружающих осадочных пород.

Так как интрузии, кроме даек, обычно не имеют правильной геометрической формы, то, чтобы показать эту форму (если она известна по подземным работам или предполагается), приходится неизбежно прибегать к геологическим разрезам, т. е. к другим сечениям и проекциям, кроме одной — поверхности земли (карта).

## 6. Относительный возраст пород и дислокаций

Относительный возраст осадочных и эффузивных пород определяется или легендой карты или, зная залегания пород, путем установления по карте подстилающих, т. е. более старых, отложений, если нет опрокинутых залеганий.

Возраст изверженных пород определяется возрастом осадочных. Они моложе тех осадочных отложений, которые они прорывают. Это видно на карте по притыканию границ этих осадочных пород к изверженной. Они старше тех, которые их перекрывают, т. е. лежат на размытой поверхности изверженной породы.

Возраст разрывов и других дислокаций определяется таким же образом: дислокация моложе отложений, захваченных этой дислокацией, и старше отложений, которых она не затронула.

Возраст фаз складчатости определяется по угловым несогласиям, причем время складчатости находится в промежутке между возрастами двух несогласно пластующихся свит.

## 7. История района

Мы можем по карте: 1) определить последовательность отложений, причем колонка, дающая литологическую характеристику этих отложений, укажет на условия, при которых отлагались осадки; 2) определить те дислокационные нарушения, которые испытал

район; 3) определить время этих дислокаций; 4) время перерывов в отложении осадков и 5) распространение трансгрессий.

Таким образом, геологическая история в общих чертах может быть выяснена на геологической карте.

Взяв, например, карточку (рис. 124), мы можем видеть следующее: 1) сначала отложилась свита 9, которая была смята древней

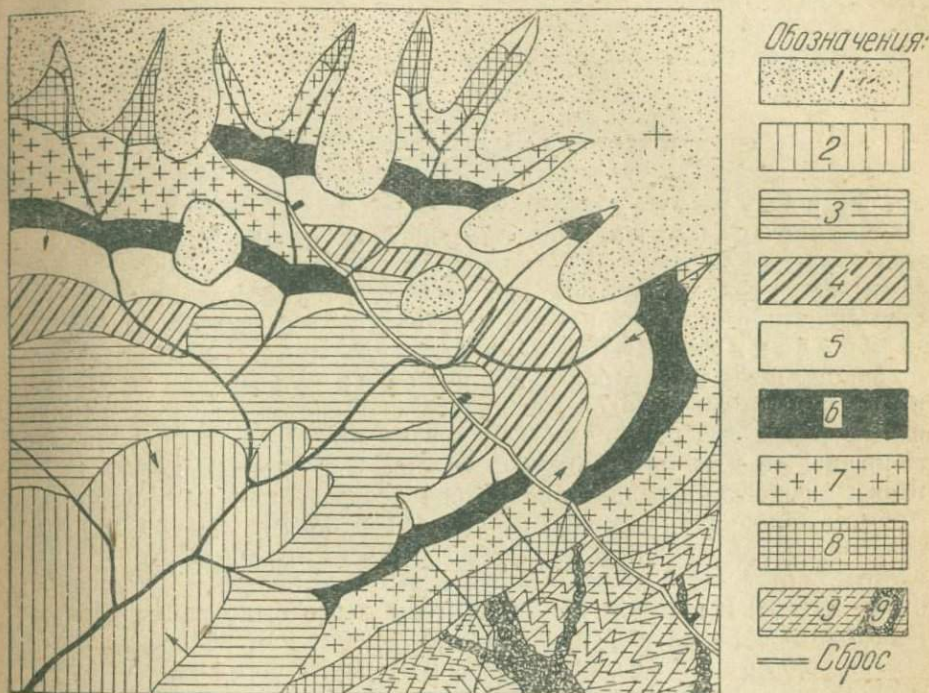


Рис. 124. Геологическая карта с несогласиями и разрывом.

тектонической фазой; 2) эта свита была прорвана интрузией породы 9'; 3) породы 9 и 9' выравнены эрозией; 4) отложились свиты 8, 7, 6, 5 и 4; 5) образовалась синклиналь; 6) отложились свиты 3 и 2; 7) снова на старом месте образовался синклинальный изгиб; 8) породы прорезались диагональным сбросом с опустившимся северо-восточным крылом. После эрозии: 9) отложилась свита 1; 10) эрозия дала современное состояние.

## КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Чем аккуратнее собран летний материал, тем быстрее и легче идет его обработка, которая конечной целью имеет составление отчета по работе, иллюстрируемого геологической картой, разрезами, колонкой и другими графическими способами изображения геологического строения района и отдельных его деталей.

Описание работы должно быть сделано не в том порядке, в каком шла эта работа, но по определенному общему плану, причем необходимо привести в систему весь собранный фактический материал, чтобы каждый мог легко видеть, на чем основаны те или иные выводы отчета. Эта система может иметь в своем основании разделение района исследований на участки, соответствующие геологически различным районам, или по возрасту осадочных отложений, или по географическим единицам (речные системы, отдельные горы, сопки), или по различным месторождениям, и т. д., и в таком порядке, чтобы легко было найти в отчете необходимые разъяснения для данного места или вопроса.

Петрографические коллекции перед распределением петрографом метятся эмалевой краской, на пятнах которой тушью пишется номер обнажения и дата. Собранный породы выписывает из полевых книжек условия залегания пород и их взаимоотношения.

Определения пород вписываются чернилами в полевую книжку, в дневник и на полевые этикетки, с указанием места, откуда взят образец.

Палеонтологические коллекции разбиваются по возрасту и по классам, затем поступают в препарировку.

Очень важно все окаменелости перенумеровать после препарировки, в любом порядке, написав на этикетках карандашом номера соответствующих образцов, или лучше составить каталог, так как при обработке возможны отрывы этикетки от окаменелости.

Палеонтологические коллекции тоже должны быть снабжены полными этикетками. Списки определений переписываются в полевую книжку и в дневник чернилами с указанием возраста.

Анализы сдаются в лабораторию с указанием, на какие элементы желательно иметь анализ. Анализ штуфов минералов, которые можно определить без химического анализа, заказывать не следует. Анализы делаются только проб руды (а не случайных штуфов) или таких примесей и элементов, которые не определяются

макроскопически, но предполагаются возможными, или, наконец, для проверки минералогического определения.

Если велась глазомерная съемка, то по отдельным, вычерченным еще в поле съемкам составляется общая топографическая карта с увязкой отдельных съемок. Если велась барометрическая нивелировка, то необходимо от ближайших к месту работы метеорологических станций достать ход барометрического давления и температуры воздуха и вычислить абсолютные высоты точек наблюдения, руководствуясь приемами, изложенными в курсах геодезии.

## 1. Материал буровых скважин

Должен быть тщательно описан и иллюстрирован материал развестись с собой аккуратностью, потому что после проведения до-

**Буровые журналы.** Буровые журналы и сбор образцов должны вестись с особой аккуратностью, потому что после проведения дорого стоящей скважины только это и остается. Обыкновенно геолог и разведчик, с одной стороны, и буровой мастер, с другой, имеют противоположные интересы: первому нужен точный фактический материал по пройденным породам, что требует медленной проходки, второму — быстрое углубление скважины; при частой смене пород быстрота бурения ведет к понижению качества (точности) разреза буровой скважины. Поэтому часто, если скважина велась не под непосредственным наблюдением разведчика, приходится критически относиться к разрезу, даваемому буровым журналом. Лучший литологический материал дают «жерны» при вращательном бурении, худшие — скважины, ведущиеся ударным бурением с промывкой.

Но существуют другие причины, понижающие ценность материала, даваемого скважинами, кроме неточного ведения бурового журнала и собирания образцов, а именно — искривление скважин.

**Искривление скважины.** Искривление скважины может сильно повлиять на абсолютные отметки проводимых горизонтов (рис. 125), и тем сильнее, чем ближе направление искривления к плоскости падения пластов и чем круче это падение.

Искривление скважины дают не только неверные глубины залегания какого-либо горизонта, но и положение самих точек этих глубин, не находящихся под точками устьев скважин. На рис. 126 показан ряд пяти скважин 1—5; если бы они были вертикальны, то мы получили бы разрез пласта, показанный двойной линией; на самом же деле положение точек на поверхности, к которым должны быть отнесены данные скважины, переместится в точки 1', 2', 3' и 5', а пласт получится в виде пологой антиклинали (жирная линия).

**Использование скважин для карты.** Так как не всегда пласты и свиты сохраняют свою мощность, то очень важно по образцам из буровых скважин (и по записям бурового журнала) сопоставлять породы соседних скважин. При резкой смене пород это не представляет затруднений, но при породах, внешне и на ключе бурового мастера сходных, приходится прибегать к анализу микрофауны или к определению примесей минералов тяжелыми жидкостями, отмечать водоносность (анализы вод), известковистость, цвет и т. п.

Если у нас имеется (рис. 50, I) залегание пласта, падающего под углом  $\delta$ , и глубина  $h$  в скважине  $A$ , по которой пласт встречен, то при горизонтальной поверхности по катету  $h$  и противолежащему углу  $\delta$  выход пласта на поверхности пойдет по азимуту восстания пласта от точки  $A$  до  $B$  в расстоянии  $x$  ( $x = h \operatorname{ctg} \delta$ ).

Если при негоризонтальной поверхности земли (что чаще и бывает) надо найти выход пласта на поверхности, то, построив разрез в плоскости падения через устье скважины  $A$  (рис. 50, II), получим точку  $B$ , как и в предыдущем случае.

Если залегание переменное, то данные буровых скважин нам дают лишние отметки пласта для построения его подземного рельефа (см. стр. 114), а следовательно, и выхода пласта. Более того, материал скважины для этой цели является особенно ценным, так как он приурочен к местам, лежащим под поверхностью земли, а потому недоступным нашему непосредственному наблюдению, и построение структурных карт или подземных рельефов опирается существенно на подземные данные.

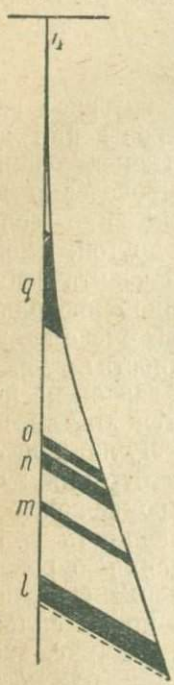


Рис. 125. Неправильная мощность в искривленной скважине.

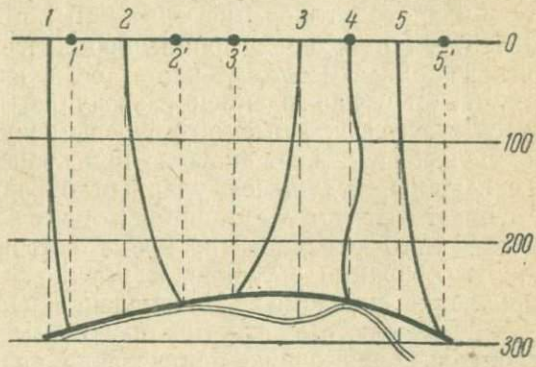


Рис. 126. 1, 2... 5 — устья искривленных скважин, 1', 2', 3' и 5' — точки, к которым должны быть отнесены результаты бурения. Жирная линия — исправленный разрез, двойная — неисправленный.

**Составление разрезов скважин.** Если скважины расположены по разведочной линии, то колонки скважин вычерчиваются в расстояниях, пропорциональных расстояниям между скважинами. Масштаб колонок выбирается такой, чтобы на них можно было показать все те горизонты, какие необходимо. Сверху пишутся номера скважин, сбоку даются отметки глубин. Обозначения применяются или те же, что и у колонок, или (если необходимы добавочные детали литологического состава пород скважины) вырабатываются добавочные.

Если скважины расположены не в линию, то они вычерчиваются возможно теснее друг к другу, на равных расстояниях, причем: 1) устья скважин располагаются на соответствующих уровнях (рис. 127, I) или 2) на один уровень проводится горизонт, на кото-

рый произведено бурение (II), или 3) к одному уровню приводится какой-либо «руководящий» горизонт  $x$ . Одинаковые горизонты разных скважин во всех случаях соединяются пунктиром.

Если залегание пород пологое, то удобнее располагать скважины на соответствующих уровнях; если же оно крутое, то для сравнения разрезов скважин между собой их удобнее совмещать по какому-либо горизонту. При значительных падениях колонка скважины часто изображается с сохранением падения пород.

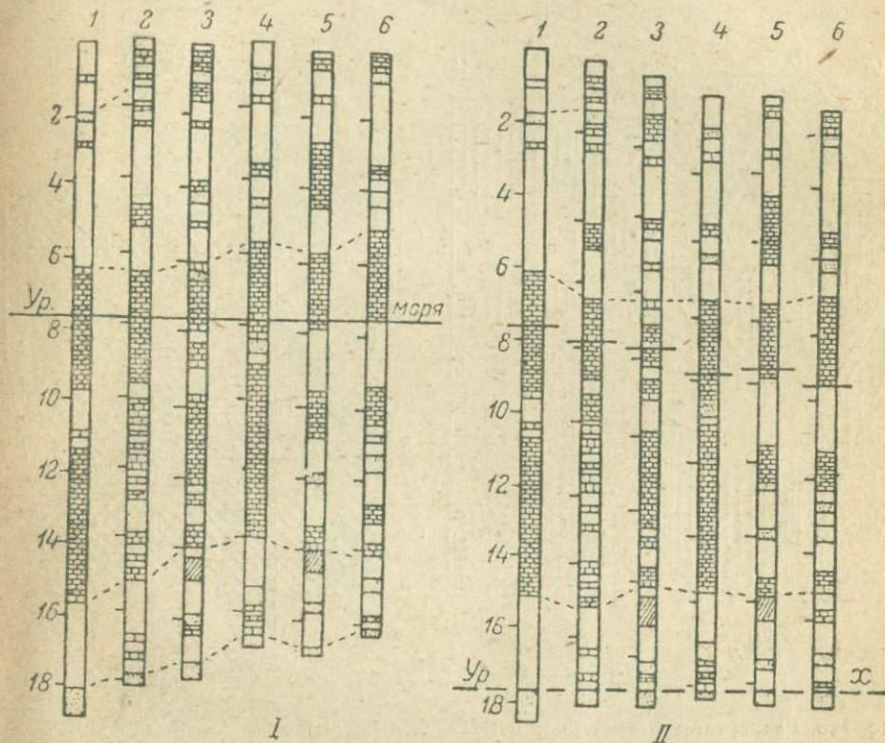


Рис. 127. Сопоставление колонок серии скважин.

I — расположение колонок на соответствующих уровнях и II — расположение их, с приведенем к одному уровню определенного горизонта ( $x$ ).

При переменном падении для сопоставления разрезов скважин лучше изображать разрезы скважин в пересчитанных (истинных) мощностях, т. е. приводить их в виде колонок.

При сопоставлениях несходства могут быть объяснены, кроме действительного несходства, неточностью записи и особенно неодинаковым определением пород в буровом журнале.

## 2. Материал шурфов

Шурфы и каналы имеют преимущество перед скважинами в том, что могут быть использованы с любой детальностью и точностью, независимо от чужой работы по документации.

Данные открытых разведочных работ (шурфы, каналы) могут быть изображены в развернутом виде, если чертеж каждой стенки и дна выработки повернуть в горизонтальное положение. На рис. 128, *I* — представлена развертка шурфа с 4 стенками, на рис. 128, *II* — каналы, где изображено и то, что обнажается на ее дне. При зарисовке стенок шурфа отмеряются пересечения каких-либо контактов с углами шурфа от точек устья *abcd*, т. е. величины *aa'*, *bb'*, *cc'* и *dd'*, причем точки у устья должны быть сивеллиро-

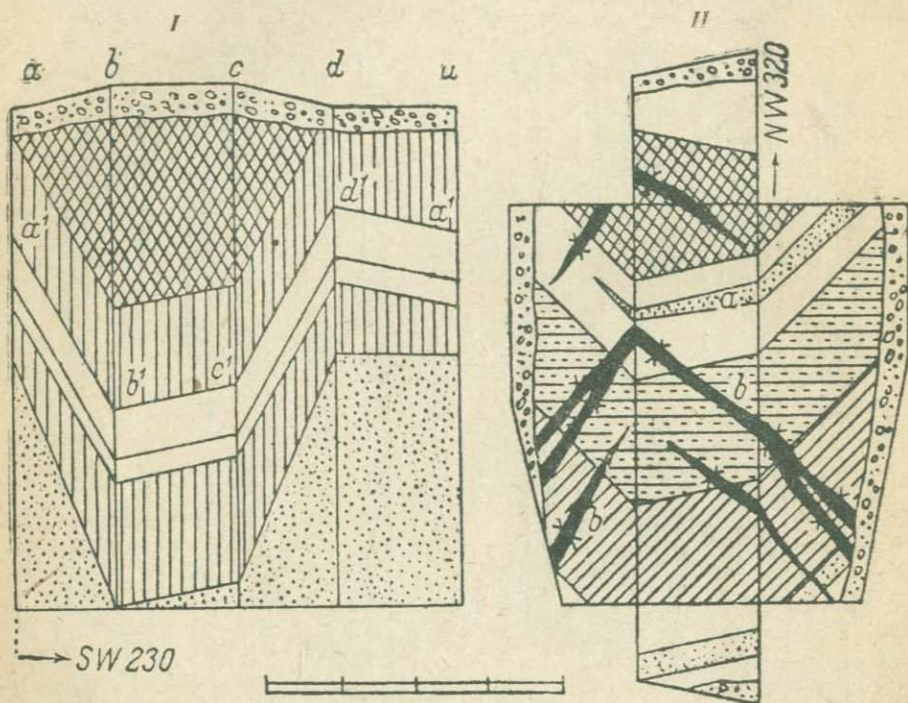


Рис. 128. Развертка данных, полученных в выработках *I* — в шурфе (показаны 4 стенки) и *II* — в канаве (показаны 4 стенки и дно канавы).

ваны. Внизу шурфа (*I*) показан пласт переменной мощности, в канаве *II* — также выклинивающийся пропласток *a* и жилы *b*. Необходимо приводить ориентировку выработок и масштаб.

### 3. Определение простирания оси складки

Если нам нужно определить линию оси складки на карте, то при одинаковых падениях крыльев складки ось определяется делением пополам расстояния между одинаковыми пластинами на двух крыльях (рис. 129, *I*); если же крылья имеют различное падение (*II*), то, очевидно, ось пройдет не посередине, но ближе к крылу, падающему круче.

На рис. 129, *III* изображен в плане более общий случай, когда складка несколько погружается, что видно из схождения линий вы-

хода пластов на крыльях складки  $MM$  и  $NN$ . Проведем параллельные к  $MM$  и  $NN$  линии  $M'M'$  и  $N'N'$  в расстоянии котангенсов углов падения  $\delta_1$  и  $\delta_2$ , построив треугольнички по произвольно выбранным равным катетам  $MQ$  и  $NP$  и противолежащим углам падения крыльев  $\delta_1$  и  $\delta_2$ . Если полученные линии  $MM$  и  $M'M'$  и  $NN$  и  $N'N'$  пересечем любыми параллельными линиями  $aa$  и  $a'a'$ , в одном месте, и  $bb$  и  $b'b'$ , в другом, и в полученных параллелограммах проведем диагонали  $a_1c$  и  $a_1c$ , в одном месте, и  $bc_1$  и  $b'c_1$ , в другом, то получим точки пересечения  $c$  и  $c_1$ , соединив которые найдем ось складки  $cc_1$ .

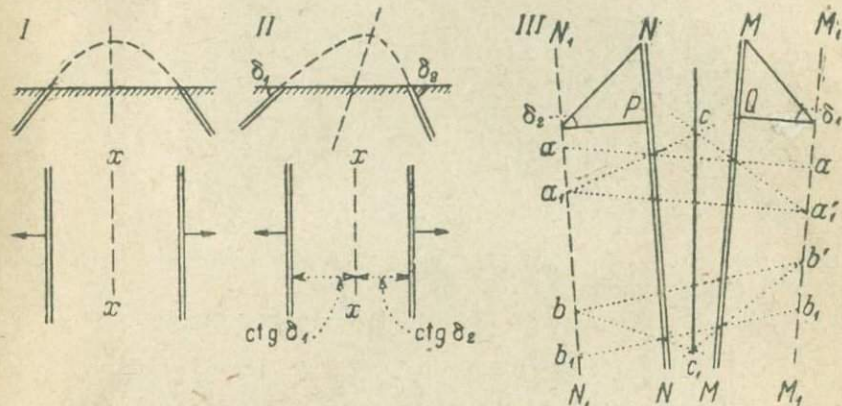


Рис. 129. Нахождение оси складки на карте.

*I* — при прямой складке ось  $ax$  проходит посередине, между одинаковыми пластами (сверху разрез, внизу карта); *II* — при наклонной складки ближе к крутому крылу; *III* — построение для нахождения оси складки  $cc_1$  по пласту на двух крыльях  $MM$  и  $NN$ .

#### 4. Составление геологических карт

**Легенда.** Геологическая карта должна составляться в поле. Во время камеральной обработки, если съемка была детальной, выясняется содержание ее легенды, т. е. тех подразделений, которые можно провести на карте. Эти подразделения во всяком случае должны быть проведены там, где существуют несогласия или перерывы в отложении. При делении следует руководствоваться различием возраста, определяемого по палеонтологическим признакам, или резкой литологической разницей, причем различие возраста берется с точностью до системы, отдела, яруса или еще дробнее, смотря по тому, в пределах каких отложений прошла съемка и сколько можно в данном масштабе выделить горизонтов. При крупных масштабах можно показывать даже руководящие пласты.

Изверженные породы должны быть определены и разбиты на те группы, которые можно ввести в легенду.

Карты одноцветные или штриховые не могут иметь какой-либо установленной легенды обозначений, так как какое-либо обозначение, например, в виде горизонтальных полос, не может быть применено для отложений, вытянутых на карте узкими полосами по широте, некоторые, очень мелкие пятна на карте не вмещают в себе

какого-либо крупного значка и т. п. Поэтому для штриховых карт можно выбирать любые знаки, лишь бы они резко друг от друга отличались. Надписи на карте не следует перекрывать штриховкой, а поэтому количество надписей на карте уменьшается насколько возможно.

Карты в красках имеют следующие уже установленные цвета:

Четвертичные отложения (Q) . . .	белый или очень светлые тона
Третичная система (Tr) . . .	желтые тона
Меловая " (Cr) . . .	зеленые "
Юрская " (J) . . .	синие "
Триасовая " (T) . . .	фиолетовые тона
Пермская " (P) . . .	буро-красные "
Каменноугольная система (C) . . .	синевато-серые тона
Девонская " (D) . . .	коричневые
Силурийская " (S) . . .	серовато-зеленые тона
Кембрийская " (Cm) . . .	темнофиолетовые "
Докембрий и метаморфические и кристаллические сланцы, гнейсы неизвестного возраста (Ar, M) . . .	розовые

В пределах одной системы отделы и ярусы различаются густотой цвета (более древние — темнее).

Для изверженных пород принимаются более яркие цвета:

Граниты, сиениты ( $\gamma$ ) . . . . .	кармин
Диабазы, порфиры, мелафиры ( $\delta$ ) . . .	сине-зеленый
Перидотиты, пироксениты, змеевики ( $\epsilon$ ) . . .	оливково-зеленый
Порфиры ( $\pi$ ) . . . . .	буро-красный
Трахиты, липариты ( $\tau$ ) . . . . .	оранжевый
Андезиты ( $\alpha$ ) . . . . .	фиолетовый

Кроме того, на карте проставляются «индексы» (см. выше в скобках) для удобства людей не различающих хорошо цвета. Прочие обозначения на картах применяются те же, что и на полевых картах (см. стр. 23, рис. 4), лишь число их уменьшается и даже стрелки падений ставятся только на деталях карт. Места нахождения полезных ископаемых обозначаются соответствующими значками, но если их очень много, то лучше дать отдельную карточку их распространения. Если какое-либо образование является редким и важным (например, рудные жилы), то его надо показывать хотя бы в увеличенном масштабе.

Легенда составляется с такой дробностью подразделений, какую допускает масштаб карты и изученность площади, но выбранное подразделение должно быть проведено через всю карту; если последнего сделать нельзя, то легенда упрощается (некоторые отложения объединяются). Чем мельче масштаб, тем схематичнее карта, как впрочем и для всякого графического изображения (рельефа, распределения населения, плана города и т. д.). В крупном масштабе на топографической карте изображаются мелкие овраги, отдельные постройки, в мелком — лишь крупные реки, а города — маленькими кружками; так же точно и на геологической карте: в крупных масштабах могут быть изображены пласты, оруденелые жилы, мелкие нарушения; в мелком — лишь свиты и главные нарушения. Например, для части о. Челекена (рис. 130)  $\frac{1}{2}$ -верстный

масштаб (1 : 21 000) допускает изображение отдельных опорных горизонтов (буквы с—п) и подъярусов; при 1-верстном масштабе (1 : 42 000) можно показать только ярусы (соединив  $N_2^{ak}$ ,  $N_2^a$ ,  $N_2^s$  и  $N_2^a$ );

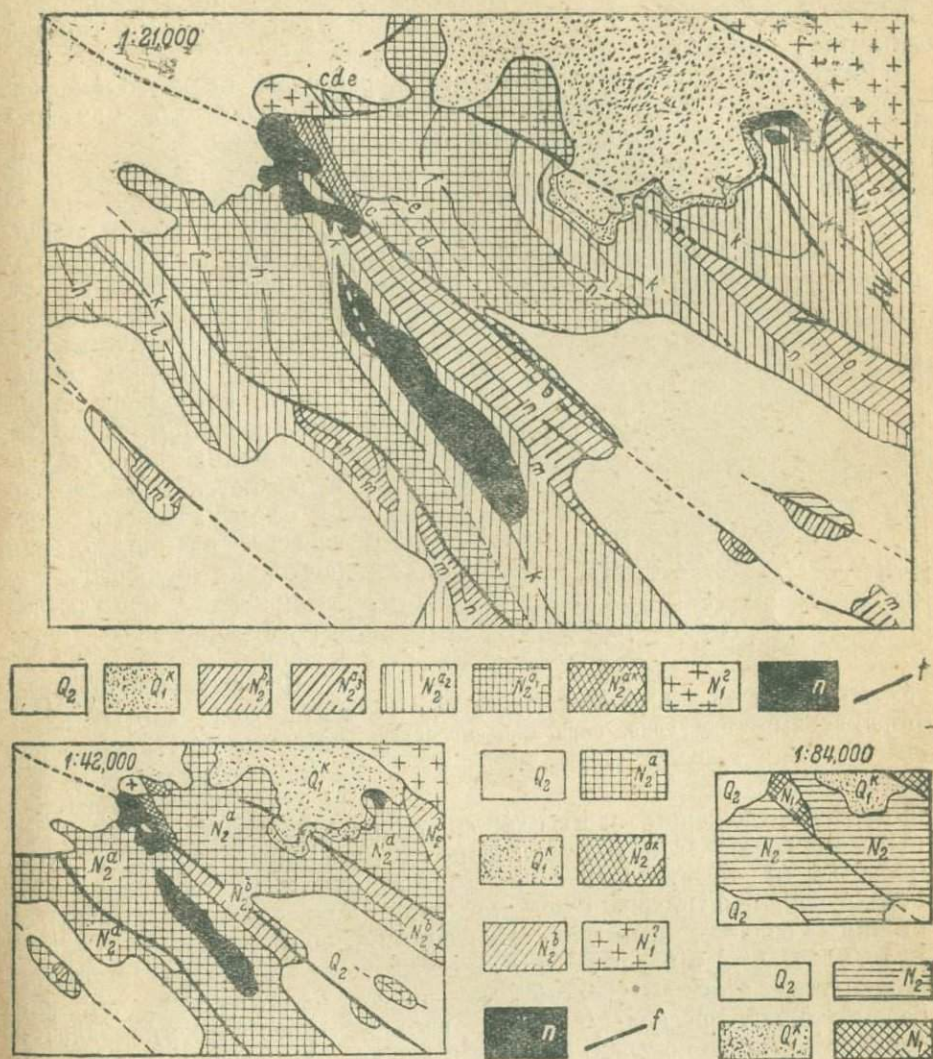


Рис. 130. Геологическая карта части о. Челекена в трех масштабах (1 : 21 000, 1 : 42 000 и 1 : 84 000). Легенды:  $Q_2$  — аллювий,  $Q_1^k$  — древнекаспийские отложения,  $N_2^a$  — бакинский ярус,  $N_2^s$  — апшеронский ярус ( $a_1$  — нижний,  $a_2$  — средний и  $a_3$  — верхний),  $N_2^{ak}$  — акчагыльский ярус,  $N_1$  — красноцветная толща,  $n$  — вулканические покровы,  $f$  — сбросы. Нижняя легенда:  $N_1$  и  $N_2$  — неоген.

при масштабе 2 версты в дюйме (1 : 84 000) — подотделы, распространяя обозначение  $Q_1^k$  на всю террасу, занятую под наносом каспийскими отложениями; на обзорной 60-верстной карте весь Че-

лежен закрашивается третичными отложениями, а площадь нашей карточки части Челекена — меньше булавочной головки.

Донецкий бассейн в 1-верстном масштабе издан с показанием пластов известняка, углей и пр., на 10-верстной карте бассейна выделены только свиты отделов, а на 60-верстной карте весь бассейн закрашен карбоном.

Если карта должна служить целям разведок, то она снимается детально в крупных масштабах, например, 1 : 5 000 или 1 : 2 500,<sup>1</sup> и на ней наносятся данные разведочных выработок.

**Обработка полевых карт.** Обработка полевых геологических карт для отчета (или печати), если съемка велась детальная, почти целиком состоит в перечерчивании набело, лишь строятся выходы пластов в местах, закрытых наносом (если карта дается со «снятым наносом»), и в раскраске, согласно легенде, принятой при обработке. Результаты палеонтологической обработки для точного определения возраста и петрографической для названий развитых изверженных пород уже включаются в составленную карту, так что геологическая съемка, которая велась по литологическому признаку, приобретает стратиграфическое определение.

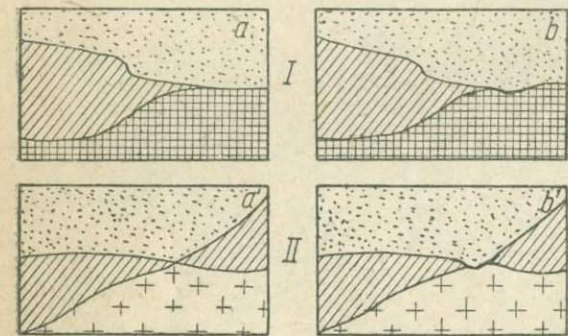


Рис. 131. Слева несогласное налегание свиты (точки) не выражено ясно, справа несогласие резкое.

При вычерчивании геологической карты надо избегать неясных мест, например, на рис. 131, I, а неясно, почему выклиниваются отложения, заштрихованные наклонно; если же границу отложений, показанных точками, слегка продолжить к югу (рис. 131, b), то становится ясным, что они налегают несогласно, перекрывая заштрихованные отложения. Если мы немного распространим область, занятую отложениями, обозначенными точками (рис. 131, II, b'), то здесь картина несогласного налегания становится ясной; при этом мы не меняем ничего по существу, так как берем только несколько более ранний момент, когда эрозия еще не смыла показанного нами язычка несогласно залегающей свиты.

## 5. Составление разрезов

При картах следует давать геологические разрезы вкрест простирания, причем на карте проводятся линии, по которым составлены разрезы. О составлении разрезов было сказано на стр. 100. На разрезах показывается литологический состав, а возраст отложений показывается теми же красками, что

<sup>1</sup> При картеже Нарзана масштаб был 1 : 1500.

и на карте. Составление геологических разрезов является одной из существенных частей обработки материала, и, хотя схематические разрезы часто впервые составляются вечером в полевой обстановке, окончательные разрезы составляются после обработки материала, так как разрезы более, чем карта, допускают различную трактовку и особенно при съемке недетальной.

## 6. Составление колонки

Колонки вычерчиваются еще в поле, но составление сводной колонки, т. е. колонки, характеризующей всю площадь, а также

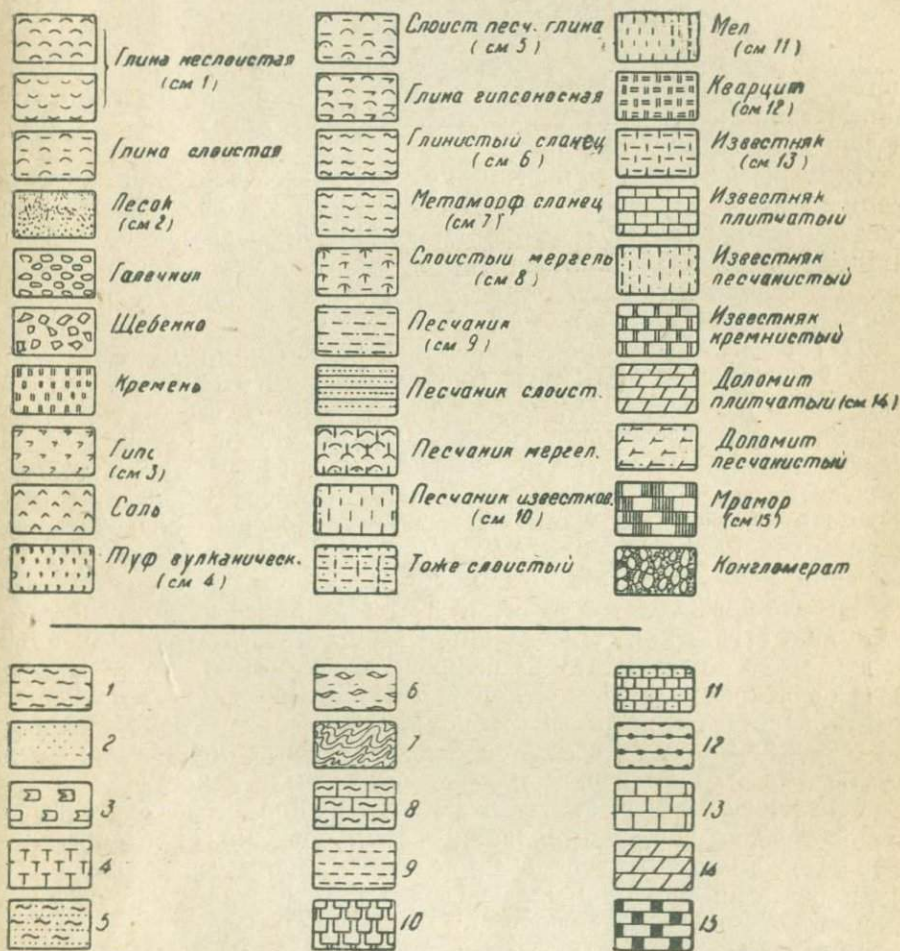


Рис. 132. Литологическая легенда для колонок (по Милановскому).

сопоставление данных отдельных колонок между собой, разбивка отложений колонки на стратиграфические единицы являются в результате камеральной обработки.

Литологический состав показывается и на колонках более детально, чем на разрезах, так что геологическая карта вместе с колонкой заменяет собой литологическую карту, т. е. карту распространения тех или иных пород, например, с обозначениями, изображенными на рис. 132.

## 7. Различные карты

Кроме карты геологической, в зависимости от специального задания съемки могут быть составлены карты также специального назначения.

**Гидрогеологические карты.** Гидрогеологические карты должны содержать все проявления водоносности, как-то: распространение водоносных горизонтов, артезианские бассейны, различного рода источники, буровые скважины на воду и т. п. Более детальные карты могут содержать распространение грунтовых вод, характер водопроницаемости, и т. д.

**Геоморфологические карты.** Геоморфологические карты дают картину распространения различных физико-геологических процессов: размыва и отложения, карта, оползней, развевания, заболачивания, и т. д. Чаще такая карта совмещается с картой распространения четвертичных отложений (озы, конечные морены, бараньи лбы, трюги и т. п.).

В связи с четвертичными образованиями следует заметить, что геологические карты составляются с показанным наносом и со снятым; в первом приводится фактический материал, т. е. показывается обнаженным то, что на самом деле обнажено, во втором случае показывается распространение коренных пород, какое было бы, если бы на поверхности земли на самом деле наноса не было. Часто четвертичные породы и при картах со «снятым наносом» показываются там, где границы коренных отложений под ними невозможно определить. Лучший способ — это давать две карты, т. е. и ту и другую. Если нанос не показывается, то линии, ограничивающие на карте распространение тех или иных пород, можно показывать пунктиром, в тех местах, где на самом деле они скрыты; при этом пользуются способами «построения выхода пласта» (см. стр. 94) и показывают этот «выход» не там, где он действительно срезается наносом, иногда мощным, но там, где он был бы на поверхности, если бы не было наноса.

**Тектонические или структурные карты.** Для осадочных образований точным способом является карта подземного рельефа (см. стр. 114). Если структура очень сложная, например, с опрокинутыми залегами, то приходится давать схематическую карточку распространения осей складок (с показанием погружений шарниров), разрывов (показывая опущенное крыло, падение сбрасывателя, а если известно, то и направление относительного движения крыльев), стрелки падений здесь не перегружают карту.

**Карта полезных ископаемых.** Карта полезных ископаемых составляется, если их распространение не может достаточно точно быть представлено на геологической карте. Для пластовых ископаемых (уголь, рассыпное золото), кроме значков выработок или разведоч-

ных точек показывается распространение ископаемого. При разведочных работах составляются карты с изолиниями, показывающие площади одинаковой мощности, одинакового содержания и т. п.

## 8. Применение таблиц и построений

При обработке материала для получения точных величин можно пользоваться: 1) вычислениями по определенным формулам, 2) построениями, 3) таблицами, выраженными цифрами, и 4) диаграммами.

Из этих четырех способов первый, вычислительный, наименее применим потому, что он по своей точности не соответствует точности тех данных, на основании которых приходится вычислять. Залегание пород играет наибольшую роль при всякого рода подсчетах, между тем, мы видели, что это залегание определяется горным компасом далеко не точно, также и мощность пород может быть точно измерена в одной или нескольких точках, но сами мощности переменны, а потому не могут быть точной величиной. С другой стороны, вычисление требует навыка и внимания, а при редких, случайных вычислениях всегда возможны ошибки.

Метод построения хорош тем, что может быть сделан геологом, не имеющим под рукой никаких таблиц, так как требуются только чертежные принадлежности, которые у него всегда есть. Точность всякого построения может быть увеличена масштабом чертежа.

Метод пользования таблицами и диаграммами простой и по своей наглядности столь же застрахован от невольных ошибок, как и метод построений; кроме того, он наиболее быстрый, в чем его преимущество перед всеми другими способами, но надо, чтобы таблицы или диаграммы были в нужный момент под руками.

К построению и таблицам приходится постоянно прибегать при разведках, но при геологической съемке — в сравнительно редких случаях. Принимая во внимание, что геометрическая простота чаще бывает несвойственна пластовым образованиям, в силу разнообразия позднейших деформаций, мы во всех тех случаях, когда точно нанесенный на хорошую основу фактический материал не согласуется с требованиями геометрического построения, должны отдавать предпочтение фактам. Геометрические построения необходимы там, где мы фактического материала не имеем, например, для площадей, покрытых наносом, при построении разрезов на некоторую глубину от поверхности, для определений залегания или мощности, если непосредственным путем их величины не определены, для карт подземного рельефа, блок-диаграмм и т. п.

Вертикальные пласты в природе никогда не идут так, чтобы на карте дать прямую линию, сбрасыватели никогда на самом деле не представляют собой плоскостных поверхностей, изображаемых на разрезах прямыми линиями, пласты только как исключение имеют постоянную мощность и т. п., но если мы не знаем, в какую сторону и на какую величину идет отклонение от геометрической правильности, мы вынуждены последнюю принимать.

Данные наблюдений на поверхности мы наносили на карту, но там, где не было обнажений или материала для выводов о подзем-

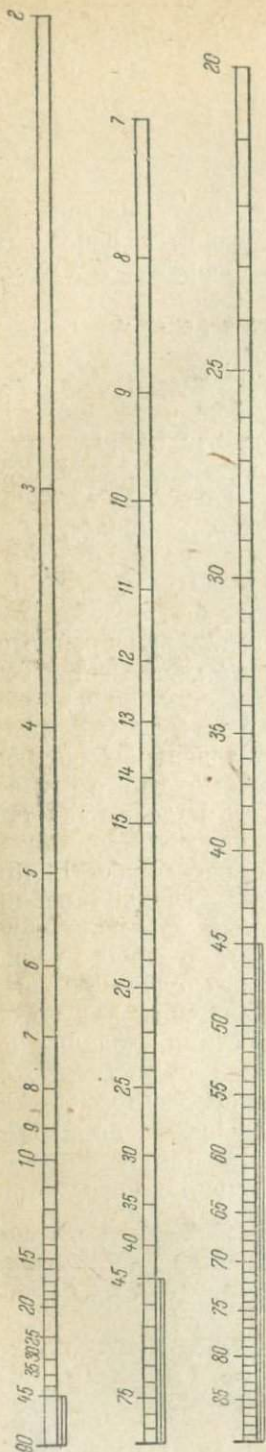


Рис. 133. Масштабы котангентов для различных углов.

ном рельефе, мы принуждены были прибегать к построениям. Укажем на значение в построениях величины котангенса углов. С некоторыми случаями, в которые входит величина котангенса, мы познакомились: расстояние между горизонталями поверхности на карте пропорционально котангенсу угла склона, расстояние между горизонталями подземного рельефа пропорционально котангенсу угла падения пласта и т. д.

Поэтому полезно заготовить полоску бумаги с масштабом котангентов.

Для построений на карте горизонталей подземного рельефа этот масштаб должен быть таков, чтобы  $\text{ctg } 45^\circ = 1$  был равен сечению горизонталей в масштабе карты. При построении залегания, мощности и т. п. величина  $\text{ctg } 45^\circ$  произвольная.

На рис. 133 приведены примеры таких масштабов. Если принять за единицу ( $\text{ctg } 45^\circ$ ) различные величины, подчеркнутые слева, то верхний масштаб пригоден для пологих углов, нижний — для крутых и средних. Один масштаб для любых углов, очевидно, составить нельзя.

На чертежах мы величины котангентов, которые можно, не строя углов падения, прямо откладывать масштабом котангентов, обозначали чертой с поперечными черточками. Кроме того, то, что дано в задаче, обозначили двойной линией, а искомое — жирной линией или зачерненным углом.

### 9. Отчет

Отчет содержит: 1) описание фактического материала, добытого наблюдениями на естественных и искусственных обнажениях, и 2) выводы из предыдущего.

Об обработке фактического материала было сказано выше, выводы же должны содержать следующие разделы: 1) введение и историю исследованного района, 2) физико-географический очерк, 3) стратиграфию района, начиная с древнейших отложений, 4) петрологию, 5) тектонику, 6) геоморфологию и 7) геолого-экономический очерк. При этом необходимы ссылки на соответствующие места описания фактического материала.

## ДОПОЛНЕНИЕ

### Нормы выполнения работы по геологической съемке

Нормы выполнения геологической съемки можно, исходя из опыта, дать только приблизительные, так как объект съемки и условия самой работы слишком разнообразны. Действительно: с одной стороны, могут быть горизонтальные отложения при столовом рельефе, где при хорошей съемке в горизонталях собственно горизонты уже проведены горизонталями, с другой, сложность строения может останавливать геолога на каждом шагу. Мы видим, насколько важно при съемке иметь колонку отложений и насколько знание колонки упрощает и ускоряет работу; эта колонка может быть смирена при благоприятных условиях в начале работ или, наоборот, расшифровка стратиграфии района поддается постепенно и с большим трудом. Качество основы и сама топография влияют на быстроту съемки: хорошая основа упрощает ориентировку, плохая заставляет прибегать к дополнительным приемам ориентировки; рельеф однообразный, плоский, без отметных точек и при хорошей съемке заставляет также прибегать к глазомерным приемам ориентировки. Проходимость (высокие горы, пустыня, бурелом, реки с завалами и т. п.) и климат (например, дожди) влияют на быстроту работы. При всех этих условиях между крайними случаями существует непрерывный ряд условий переходных.

Густоту маршрутов, примерно, можно считать следующей: на 1 км маршрута приходится различные снятые площади, при различных масштабах:

1: 1 000 000 . . . . .	15 — 25 км <sup>2</sup> площади
1: 500 000 . . . . .	5 — 10 " "
1: 200 000 . . . . .	2 — 4 " "
1: 100 000 . . . . .	1 — 2 " "

Для планирования работы, несмотря на сложность условий, необходимы некоторые нормы времени, потребного для ее выполнения. Эти нормы выражаются в снятой площади, в количестве точек наблюдения («обнажений»), в длине маршрута.

Чтобы составить себе понятие о площади, которую можно снять в зависимости от сложности геологического строения, способов передвижения и принятого масштаба, укажем нормы для двух масштабов, при полевом периоде в 4,5 месяца.

Для высокогорных районов нормы снижаются на 10—20%.

Масштаб	1 : 500 000			1 : 100 000		
	Мото-трансп.	Колес-ный	Лодка	Мото-трансп.	Колес-ный	Лодка
1. Сложная стратиграфия и тектоника . . . .	7000—9000	6000—7000	4000—5000	1200—1400	1100—1200	1000—1100
2. Средние условия . . . .	8000—10000	7000—8000	5000—6000	1500—1750	1300—1500	1200—1400
3. Простая стратиграфия; почти не дислоцированный или слабо дислоцированный . . . .	10 000—12 000	8000—9000	6000—7000	1750—2000	1500—1750	1400—1600

Приведем для примера нормы для детальных съемок в районах распространения полезных ископаемых, в квадратных километрах пяти масштабов (в 1 месяц).

Типы районов	Масштаб				
	1 : 25 000	1 : 10 000	1 : 5000	1 : 1000	1 : 500
1. Облегченного типа . . . . .	50	13,75	5	0,5	0,3
2. Средней трудности . . . . .	37,5	10	4,5	0,38	0,2
3. Большой трудности . . . . .	25	7,5	3,75	0,25	0,12

Повышать производительность работы следует отнюдь не в ущерб качеству съемки, но последовательно следующими мерами: тщательным изучением литературы и коллекций, рациональным и хорошим снаряжением и выездом в поле в благоприятное для работ время. Сильно ускоряет работу применение автомобиля, где это возможно, а при лодочном передвижении — подвесных моторов. Во время работ производительность может быть сильно увеличена правильным распределением маршрутов и времени, при этом вся дневная работа должна быть приведена в порядок в тот же день, иначе несравненно больше времени будет потрачено при обработке собранного материала, так что торопливость в полевой период не дает экономии. Так как около  $\frac{1}{3}$ , в лучшем случае  $\frac{1}{4}$ , времени тратится на организацию, на поездки, то в этом направлении может быть сильно повышена производительность. Наконец, рациональное распределение работы между членами партии (например, разгрузка геолога от хозяйственных и других работ, вообще от работы, которую могут выполнить члены партии меньшей квалификации) повышает производительность; весьма важной является организация своевременного финансирования полевой работы.

В обнаженных пустынных районах аэросъемка может вдвое ускорить съемку.

## ПОЯСНЕНИЕ К КАРТАМ I—IV

При решении задач можно чертить на самих картах, но лучше наложить восковку и пометить углы карты, чтобы всегда можно было совместить карту и восковку.

*Карта I.* Масштаб карты 1:10 000, горизонталь через 10 м (высоты их на рамке)

1) На карте проведены выходы горизонта  $BB_1$ . Определить: а) куда падает этот горизонт (без построений) и б) азимут и угол падения.

2) Для заштрихованного пласта  $AA_1$  определить: а) куда падает пласт (без построения), б) азимут и угол падения и в) *мощность* его.

3) На той же основе построить выход пласта в точке  $K$ , падающего  $S 180 \angle 5$ , или в точке  $L$ , падающего  $SW 195 \angle 5$ .

4) Для одной из точек 1, 2, 3, 4 или 5, где расположены устья скважин, определить их глубину до пласта  $B$  или до кровли свиты  $AA_1$  (какие скважины достигнут  $AA_1$  или  $B$ ?).

*Карта II.* Построение подземного рельефа пласта. Кружки — буровые скважины и при них цифры глубин, на которых пласт скважиной достигнут. Кружки с цифрой 0 — выходы пласта на поверхность.

1) На восковку перенести точки, для которых есть глубины, и поставить при точках абсолютные высоты пласта в этих точках.

2) Определить приблизительно ось складки, если она есть.

3) Соединяя точки на одинаковых крыльях, интерполированием определить положение новых точек, с высотами, кратными 10.

4) Провести горизонталь пласта (плавными линиями).

5) Построить выход пласта (сначала северный, потом южный).

6) Заштриховать площадь, на которой пласт смыт (для определения запасов).

*Карта III.* Прочитать карту. Как залегают третичные отложения (№ 1)? Какова тектоника палеозойских отложений (D—C)?

Сделать геологический разрез по одной из широтных линий. Внизу дана сетка высот (через 10 м в масштабе карты), на которой для построения разреза:

а) Построить профиль по выбранной широтной линии.

б) Перенести на профиль точки границ отложений.

в) Найти углы падений и провести их на разрезе.

г) Построить разрез способом, описанным в учебнике.

Примечание. Построение с и d требует большой тщательности, что трудно при малой величине чертежа. Можно ограничиться проведением от руки границ отложений на разрезе, приняв во внимание углы падения (какие приблизительно?).

*Карта IV.* Прочесть карту. На карте нет горизонталей для упрощения чертежа, поэтому следует обратить внимание на речную сеть.

а) Как залегают третичные отложения? Какие мы имеем складки?

б) Чем отличается складка юго-восточная от северо-западной?

в) Каков характер разрывов (как их назвать и какое у них крыло опущено)? Каков их возраст? Что изображают собой породы №№ 8 и 9 и каков их возраст?

Поставить стрелки падений пластов, сбрасывателей и при последних — черточки на стороне упавшего крыла.

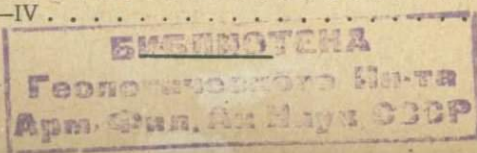
д) Какова история района, т. е. последовательность отложений, интрузий и тектонических движений?

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Пособия . . . . .	4
Введение . . . . .	6
<i>Глава I. Подготовка к полевой работе . . . . .</i>	<i>7</i>
1. Подготовка научная . . . . .	—
2. Оборудование для полевой работы . . . . .	8
3. План работы . . . . .	17
<i>Глава II. Задачи и методы полевой работы . . . . .</i>	<i>18</i>
1. Задание и масштаб съемки . . . . .	20
2. Изучение обнажений . . . . .	21
3. Различные условия съемки . . . . .	24
4. Колонка . . . . .	25
5. Запись и зарисовка разрезов. Составление колонки . . . . .	—
6. Коллектирование . . . . .	28
<i>Глава III. Наблюдения над осадочными породами . . . . .</i>	<i>35</i>
1. Наблюдения на поверхности обнажений . . . . .	36
2. Наблюдения над осадочными породами . . . . .	38
<i>Глава IV. Наблюдения при изверженных и метаморфических породах . . . . .</i>	<i>46</i>
1. Контакты . . . . .	—
2. Форма интрузивного тела . . . . .	48
3. Возраст интрузий . . . . .	50
4. Метаморфические породы . . . . .	51
5. Скрытые коренные породы . . . . .	—
<i>Глава V. Наблюдения над дислокациями . . . . .</i>	<i>53</i>
1. Складки или „пликативная дислокация“ . . . . .	—
2. Дизъюнктивные дислокации . . . . .	58
<i>Глава VI. Определение залегания пласта . . . . .</i>	<i>63</i>
1. Непосредственное измерение . . . . .	64
2. Определение залегания построением . . . . .	65
<i>Глава VII. Определение мощности . . . . .</i>	<i>71</i>
1. Непосредственное измерение . . . . .	—
2. Косвенные измерения . . . . .	—
3. Измерение по любому направлению . . . . .	75
4. Определение мощности пласта по геологической карте . . . . .	77
5. Определение глубины залегания пласта . . . . .	—
<i>Глава VIII. Топографическая и геологическая карта . . . . .</i>	<i>80</i>
I. Топографическая основа . . . . .	—
1. Глазомерная съемка . . . . .	81
II. Геологические карты . . . . .	87
1. Детальная съемка . . . . .	88
2. Маршрутная съемка . . . . .	93
3. Геологические карты СССР . . . . .	94
4. Нанесение на карту геологических границ . . . . .	—

	Стр.
<i>Глава IX. Геологические разрезы и изображение тектоники . . . . .</i>	100
<i>I. Геологические разрезы . . . . .</i>	—
1. Выбор направления разреза . . . . .	101
2. Сохранение мощностей на разрезе . . . . .	102
3. Построение разреза . . . . .	—
4. Разрезы не вкрест простирания . . . . .	104
5. Преувеличенный вертикальный масштаб . . . . .	106
6. Легенда разрезов . . . . .	108
7. Разрезы маршрутных съемок . . . . .	109
<i>II. Изображение подземного рельефа пласта . . . . .</i>	114
<i>Глава X. Геоморфологические наблюдения . . . . .</i>	117
1. Выветривание . . . . .	118
2. Реки . . . . .	—
3. Ледники горные . . . . .	121
4. Материковые ледники . . . . .	124
5. Делювий, овраги . . . . .	125
6. Оползни, обвалы . . . . .	—
7. Карст . . . . .	123
8. Пустыня . . . . .	—
9. Оживление эрозии . . . . .	—
10. Связь рельефа с геологическим строением . . . . .	—
<i>Глава XI. Геология и инженерно-строительные работы . . . . .</i>	129
1. Свойства грунтов . . . . .	131
2. Месторождения строительных материалов . . . . .	132
3. Устойчивость грунтов . . . . .	—
<i>Глава XII. Геология в военном деле . . . . .</i>	139
1. Грунты как основания . . . . .	140
2. Подземные работы . . . . .	—
3. Поиски строительных материалов. Геологические карты . . . . .	141
4. Оценка оборонительной полосы . . . . .	142
<i>Глава XIII. Выражение на геологической карте и разрезах различных геологических структур . . . . .</i>	143
1. Горизонтальное залегание . . . . .	147
2. Складчатые структуры . . . . .	149
3. Разрывы . . . . .	155
4. Несогласное залегание . . . . .	159
5. Изверженные породы . . . . .	160
6. Относительный возраст пород и дислокаций . . . . .	—
7. История района . . . . .	—
<i>Глава XIV. Камеральная обработка . . . . .</i>	162
1. Материал буровых скважин . . . . .	163
2. Материал шурфов . . . . .	165
3. Определение простирания оси складки . . . . .	166
4. Составление геологических карт . . . . .	167
5. Составление разрезов . . . . .	170
6. Составление колонки . . . . .	171
7. Различные карты . . . . .	172
8. Применение таблиц и построений . . . . .	173
9. Отчет . . . . .	174
Дополнение . . . . .	175
Пояснение к картам I—IV . . . . .	177

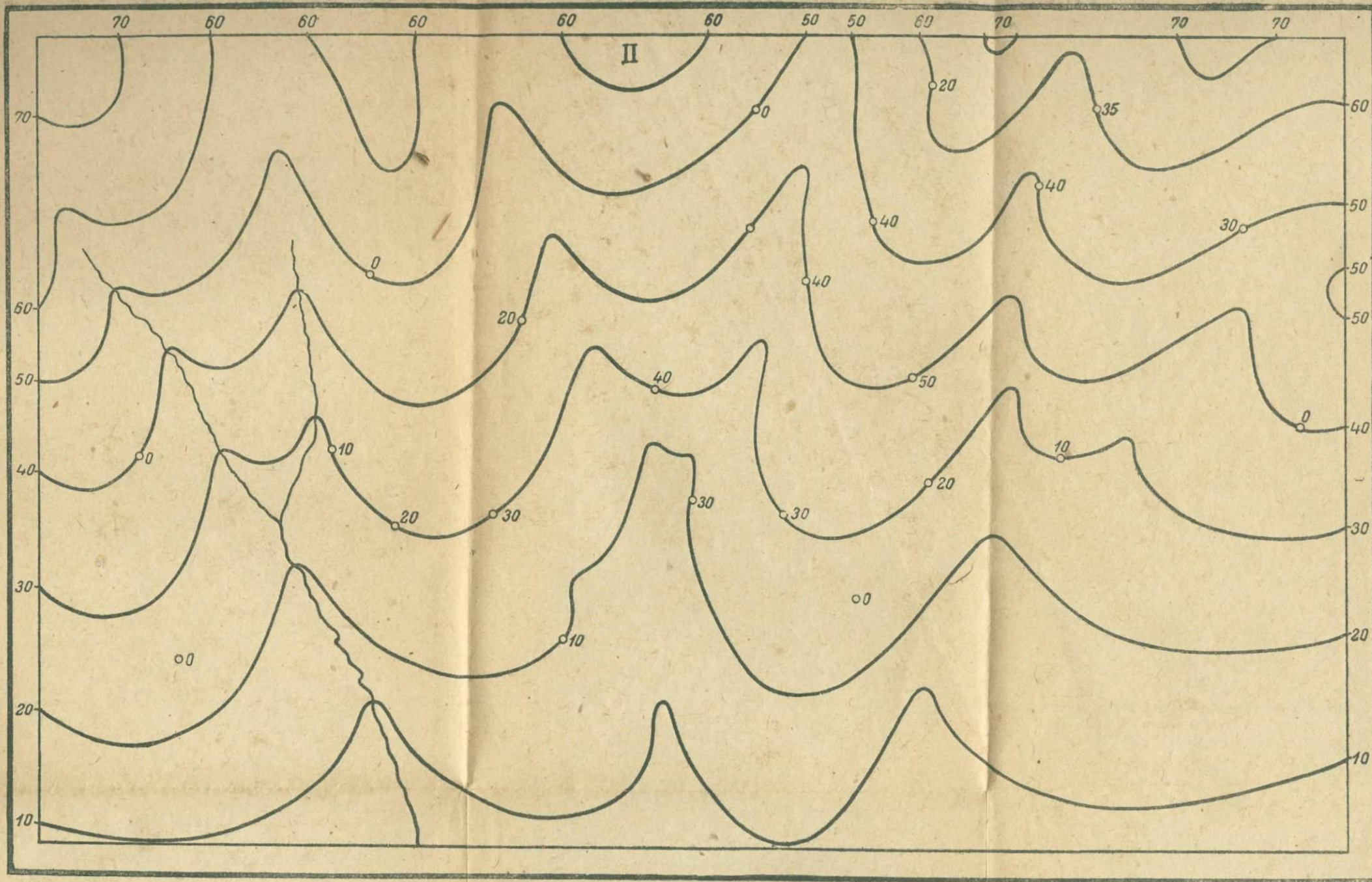


### ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Следует</i>	<i>По вине</i>
30	2 сн.	одна	одна серия их	авт.
31	26 св.	2-м	2-л	корр.
64	1 сн.	90 + (90 + 30)	90 + (90 - 30)	корр.
153	4 сн.	лабы	слабые	тип.

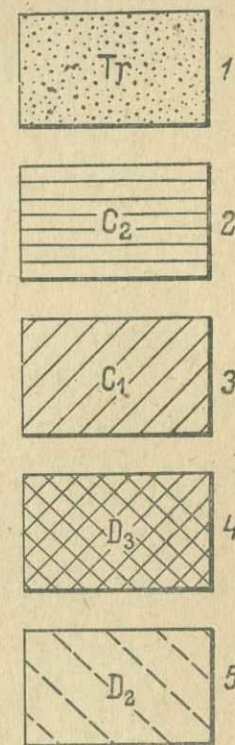
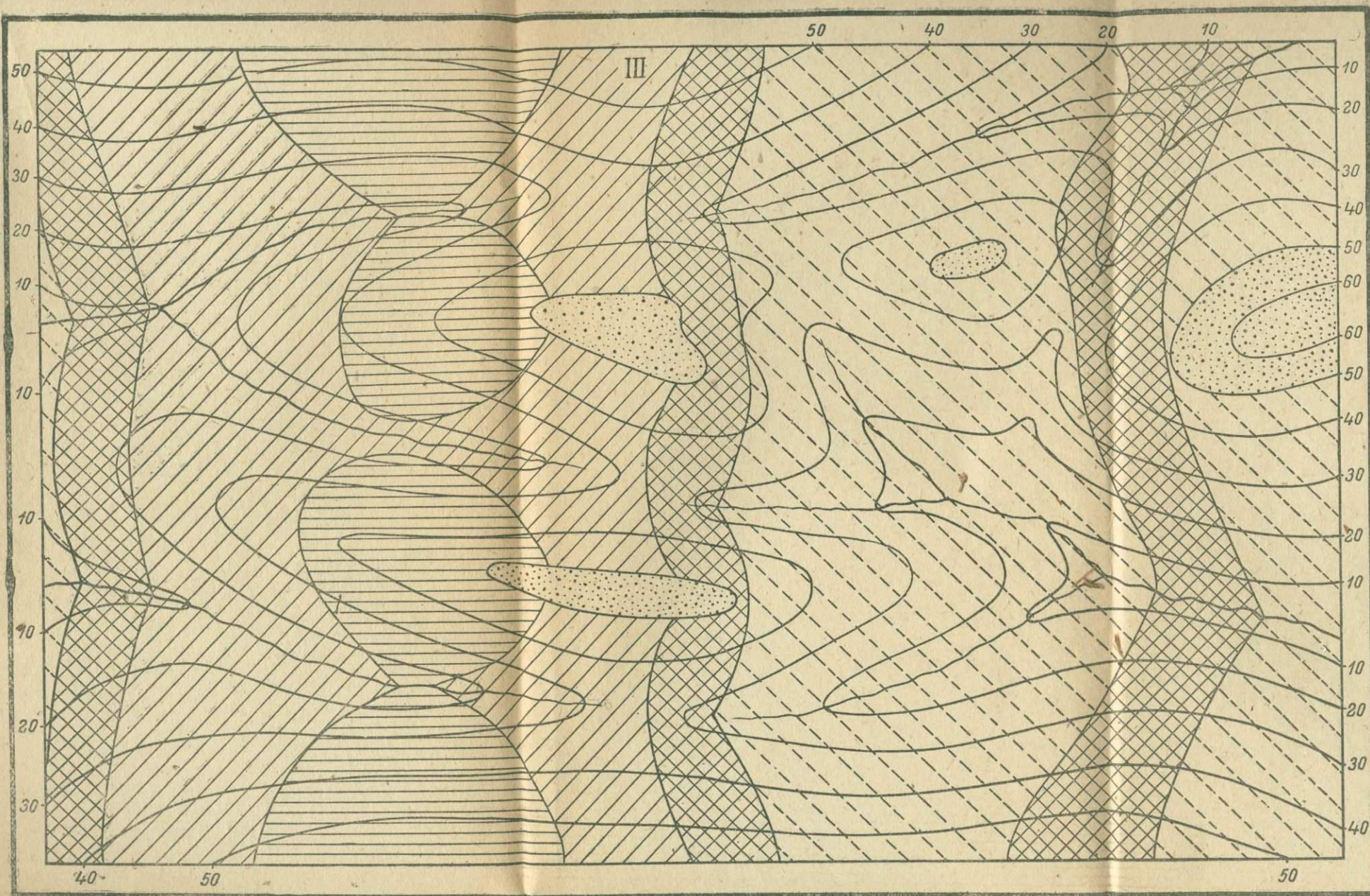
К „Полевой геологии“ Вебера зак. 1055.





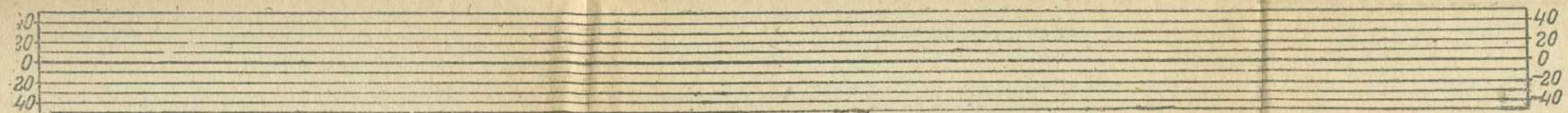
Цифры при точках обозначают глубины залегания пласта от поверхности в метрах  
 1) Построить горизонталь пласта. 2) Построить выход пласта.

**БИБЛИОТЕКА**  
**Географический Ин-т**  
**Арм. Фил. АН ППАИ ЭССР**



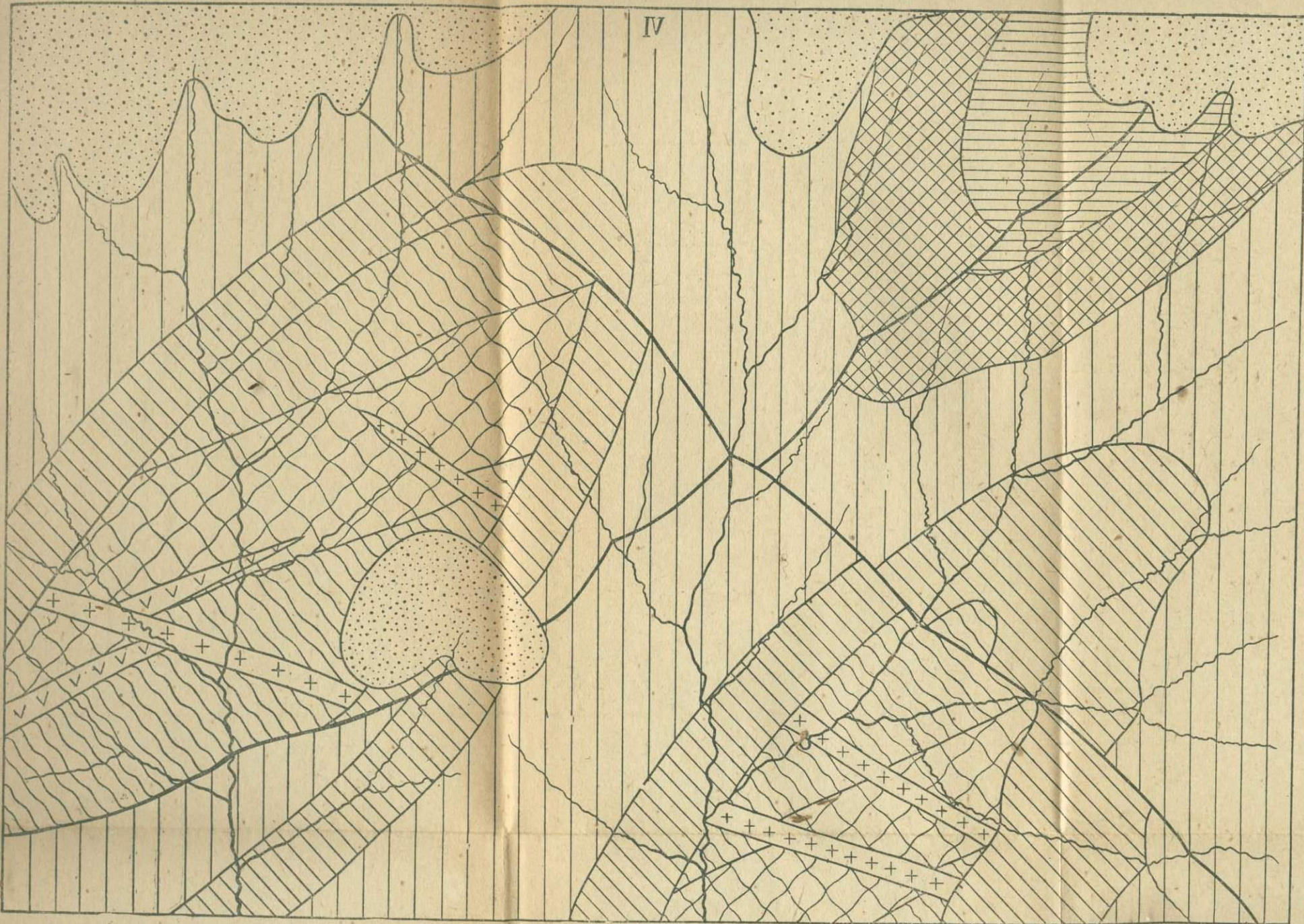
Масштаб  
1:10.000


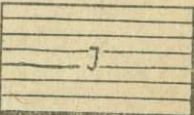

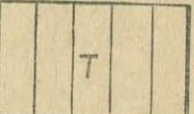
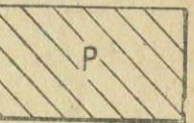
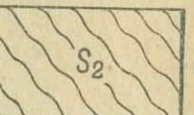


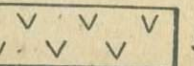
Горизонтали  
через 10 м



- 1) Прочсть геологическую карту.
- 2) Выбрав любую широтную линию геологического разреза, построить снизу профиль поверхности и геологический разрез по выбранной линии.

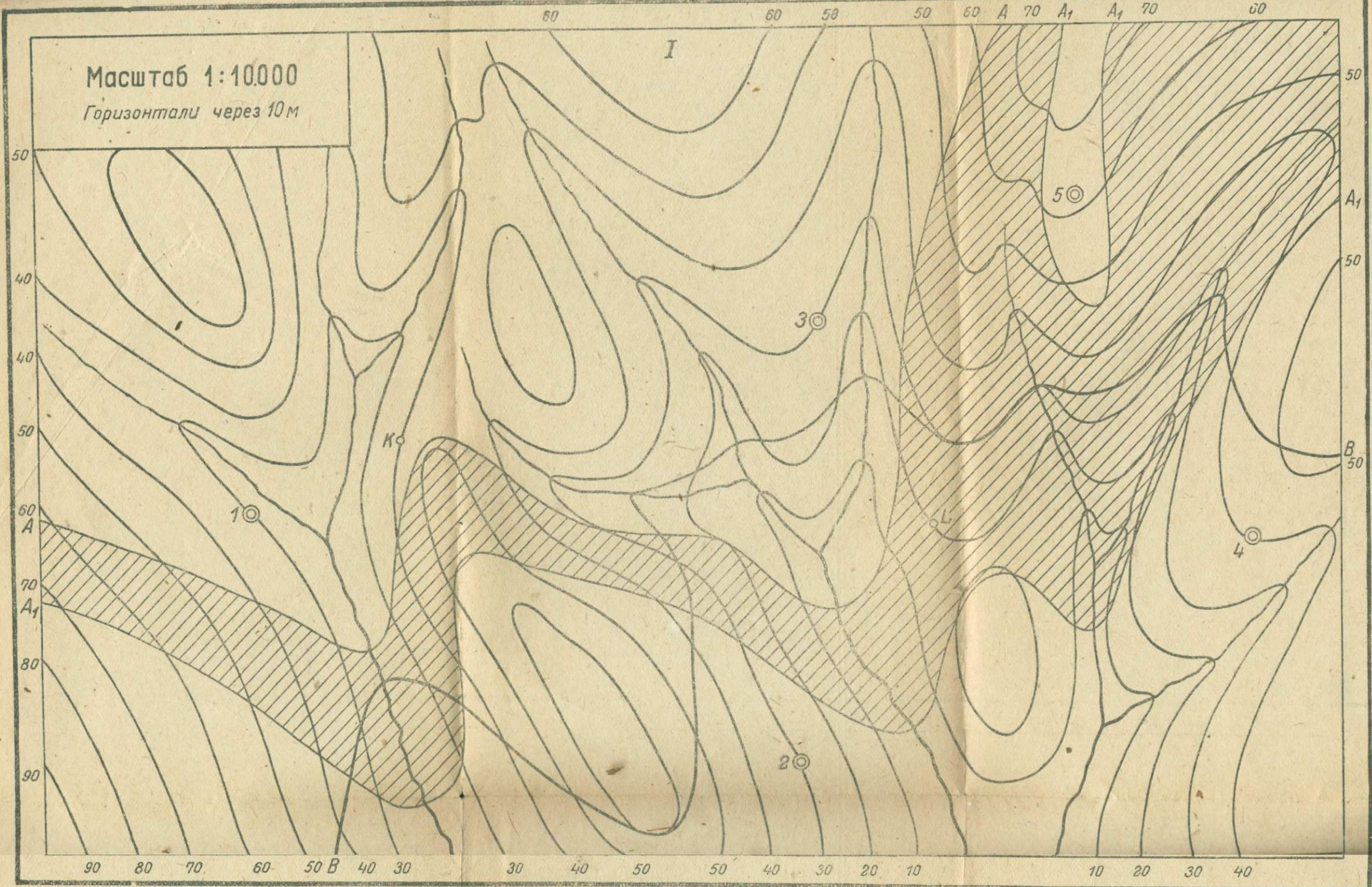
Гео. Экспедиция  
Арм. 1939  
Гео. Экспедиция  
Арм. 1939



- 1  Tr
- 2  J
- 3  Cr
- 4  T
- 5  P
- 6  S<sub>2</sub>
- 7  S<sub>1</sub>
- 8  +
- 9  v

Прочтите геологическую карту. Определите: 1) залегание пород, 2) есть ли несогласное залегание и где, 3) возраст разрывов и характер перемещения по ним крыльев, 4) возраст интрузий и опишите последовательно геологическую историю района.

Ген. БИБЛИОТЕКА  
Апр. 1954 г. Ин-та  
Ленина, СССР



Масштаб 1:10.000  
Горизонталы через 10 м

$A-A$  — выход почвы пласта;  $A_1, A_1$  — то же кровли. Определить: 1) залегание пласта и 2) его мощность.  $B-B$  — выход другого горизонта. Определить залегание.  
 № 1-5 — места устьев скважин. Определить их глубину до горизонтов  $A_1, A_1$  или  $B$  (можно взять другие точки скважин).  
 В точке  $L$  выход пласта (плоскостного), падающего SW  $195 \angle 5^\circ$ . Построить выход пласта.  
 То же для точки  $K$ , падающего S  $180 \angle 5^\circ$  (можно взять другие точки и залегания).

2 р. 75 к., пер 75 к.

Гр-85-4-2

129