

Цена 4 р. пер. 50 н.

АКАД. В. А. ОБРУЧЕВ

ПОЛЕВАЯ ГЕОЛОГИЯ

ТОМ I

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ГОРНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО 1932

Акад. В. А. ОБРУЧЕВ

ПОЛЕВАЯ ГЕОЛОГИЯ

ТОМ ПЕРВЫЙ

4-е издание, исправленное



ЕСТЕСТВОВЕДЪ



НКТП

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ГОРНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

Третье издание „Полевой геологии“ в количестве 6 000 экз. распродано менее чем в один год и продолжающийся усиленный спрос на это руководство, обусловленный все более расширяющимися геологическими и поисковыми исследованиями на обширной территории СССР, заставил Горное издательство выпустить в срочном порядке новое издание, в котором пришлось исправить только важнейшие опечатки. Каких-либо дополнений к тексту четвертого издания автор не имел возможности сделать, они готовятся постепенно для 5-го издания. По совету В. Н. Вебера в дополнение к руководству издается отдельной брошюрой карманная „Памятка“ с краткими программами важнейших наблюдений в поле. В виду изменившихся в некоторых отношениях условий полевой работы замечания и указания о необходимых дополнениях и исправлениях были бы очень желательны; я прошу направлять их мне по адресу Геологического Института: Ак. Наук, Ленинград, 19, Тучкова набер., 2.

В. А. Обручев.

Март 1932 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

В течение одного года 2000 экземпляров т. I этого руководства были распроданы, и Нефтяное Издательство НТУ ВСНХ, в виду такого успеха, решило спешно выпустить 2-е издание его. За краткостью срока я мог внести в него почти только те исправления и дополнения, которые были уже напечатаны в конце т. II. В серьезной переработке текста, повидимому, не было надобности, так как я получил указания на замеченные недостатки только от горн. инж. М. В. Абрамовича (Баку) и военн. инж. М. Лежинского (Москва), которым и выражаю свою признательность. Впрочем малое число указаний, может быть, объясняется краткостью срока между 1-м и 2-м изданиями, и я надеюсь, что со временем получу от лиц, которые будут пользоваться книгой, материалы для дополнений и поправок, которые будут приняты с благодарностью.

В. А. Обручев

8 июля 1928 г.
Москва.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Второе издание этого тома разошлось менее чем в два года, что доказывает продолжающийся спрос на подобное руководство и его удовлетворительные качества.

Бурный рост индустриализации СССР требует десятки тысяч специалистов геологов-разведчиков. Новые геолого-разведочные вузы и техникумы создаются в крупнейших индустриальных центрах Союза. Молодым инженерам-геологам и студентам геологических вузов в настоящее время особенно необходимо пособие, содержащее по возможности все новейшие сведения по их специальности.

Настоящее 3-е издание несколько исправлено и дополнено новыми данными в отношении литературы и снаряжения; переработаны некоторые отделы главы о дислокациях; вставлены соображения о нормах при детальном картировании.

В. А. Обручев

8 июля 1930 г.
Ленинград.

ВВЕДЕНИЕ

Главная задача настоящего руководства — познакомить начинающего геолога с теми приемами работы, которые следует применять при полевых геологических исследованиях, помочь ему подготовиться к последним и снарядиться соответственным образом. Книгу можно было бы также озаглавить „Методы полевых геологических исследований“.

Нередко, особенно в прежнее время, можно было слышать от геологов, что приемам полевой работы нужно учиться в поле, на самой работе, а не по книжке. Несомненно, что каждый геолог, если только он не ошибся в выборе призвания, исподволь выучится работать в поле, как выучилось все более старое поколение геологов, сошедшее или сходящее со сцены. Но эта выучка достается после более или менее длинного ряда ошибок, лишней затраты труда, времени и денег, ценой пробелов в первых работах. Неполнота и неточность наблюдений первых лет значительно обесценивает их, и со временем каждый геолог вспоминает с досадой, сколько важного и интересного было им^у упущено, как скверно и неполно было его первое снаряжение. Я знаю это по собственному опыту, так как поехал на работы без всякой подготовки, если не считать краткого словесного наставления покойного профессора И. В. Мушкетова, отправлявшего меня в Закаспийский край. И я хорошо представляю себе, какую пользу принесла бы мне книга в роде настоящей.

Я не могу согласиться во всем с В. Н. Вебером, который говорит в введении к своей „Полевой геологии“, что „не следует смотреть на излагаемые ниже приемы, чисто практического свойства, как на приемы обязательные, даже как всеми геологами признанные, но лишь как на рекомендованные, так как шаблона в работе нет и быть не должно. Это замечание относится не только к личному режиму полевого работника, в котором особенно сильно сказывается индивидуальность исследователя, но и к самым методам исследования, так как каждый и здесь может выработать свои навыки“.

Я полагаю, что целый ряд приемов работы и методов исследования, выработанных практикой многих лиц, нужно считать не рекомендованными, а обязательными, как наиболее целесообразные: не даром же они включены в инструкцию Геологического Комитета. В личном режиме во время работы каждый геолог, конечно, может следовать до известной степени своим привычкам и выработать свои навыки, а полнота снаряжения зависит также от средств, отпущенных на работы.

Необходимость дать некоторую помощь начинающим геологам была осознана уже полвека тому назад, когда Гики издал впервые свои очерки полевой геологии. Гораздо большее значение имел „Путеводитель“ Рихтгофена 1886 г., в котором последний использовал свой опыт работы в Венгрии, Калифорнии и Китае, но дал в сущности руководство по физической геологии с вкрапленными в него практическими указаниями и главой о снаряжении. Эта книга сопровождала меня в ряде путешествий и принесла мне большую пользу.

В Соед. Штатах при Геологическом Учреждении давно уже учрежден курс „полевой тренировки“ для подготовки молодых геологов, выпускаемых школами. Блестящие и быстрые успехи геологии Соед. Штатов несомненно подготовлены были этим курсом. Лондонское Географическое О-во ежегодно устраивает временные курсы подготовки для путешественников разных специальностей. В настоящее время курс „Методы полевых геологических исследований“ введен и у нас на всех геолого-разведочных факультетах или отделениях высших горных школ и на геологических отделениях физико-математического факультета университетов. Но не так давно этот курс в России не читался, и я, кажется, был первым, который ввел его в 1906—07 г. (на Горном Отделении Томского Технологического Института).

Жизнь требовала лучшей подготовки геологов, и с начала нового века появился уже ряд руководств, более или менее полных, с тем или иным уклоном, отчасти перечисленных ниже. На русском языке в 1903 г. был издан перевод первой части руководства Кейльгака, а затем, уже в 1923 г., вышла „Полевая геология“ В. Н. Вебера, быстро распроданная, что вполне доказывает необходимость подобной книги и большой спрос на нее.

Первая — „общая“ — часть настоящего руководства была написана в 1919—20 гг. в Симферополе, где я также читал подобный курс в Таврическом Университете; она была дополнена по опыту лекций в Московской Горной Академии за последние годы, которые дали материал и для второй — „специальной“ — части. При составлении текста для печати я использовал также разные указания и рисунки из руководств Рихтгофена, Кейльгака, Гефера, Шендорфа, Штуцера, Лаhee, Вебера и кое что из новейшей журнальной литературы, но ссылок на эти руководства не делаю. Эта первая часть содержит все, что нужно знать, и соблюдать геологу при всяких геологических исследованиях, какие бы специальные цели они ни преследовали, начиная от полевого снаряжения и кончая полным отчетом. Вторая часть излагает методы наблюдений при изучении оползней, обвалов и других результатов деятельности подземных вод, текучих и стоячих вод, ледников, процессов выветриванья, при поисках полезных ископаемых, различных инженерных работах, приложение геологии в военном деле, наконец, наблюдения геоморфологические и при геологических экспертизах. Эта часть является дополнением первой, но будет издана отдельной книгой.

Приложение к первой части составляют разные таблицы, необхо-

димые как в поле для разных вычислений, так и в кабинете при обработке собранных материалов. В поле геолог обыкновенно не имеет с собой других справочных пособий, содержащих подобные таблицы, отсутствие которых часто ставит его в затруднительное положение. При обработке материалов он, конечно, может их достать, затратив на это время; от этой затраты его избавит руководство.

При вышеуказанном содержании настоящая книга будет не только руководством для студентов геологической специальности, слушающих этот курс и отбывающих летнюю практику, но и справочником для всех начинающих геологов. Она пригодится также инженерам разных специальностей, которым приходится сталкиваться с вопросами из области геологии, правильное разрешение которых зависит от соответствующих наблюдений. Путешественникам других специальностей, желающим использовать свое время и для геологических сборов, книга облегчит эту задачу. Геологи-любители, не получившие подготовки в высшей школе, также, я полагаю, оценят помощь, которую окажет им это руководство. Но и опытные геологи найдут в ней, быть может, некоторые полезные для себя сведения и указания.

В заключение приведем список руководств по полевой геологии более или менее аналогичных настоящему.

1) *Richtshofen, F. Führer für Forschungsreisende. Berlin. 1886* (есть и позднейшее, не измененное издание).

2) *Neumayer. Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. 3. Aufl. Bd. I. Berlin. 1905* (глава по геологии, стр. 114—291, написана Рихтгофеном).

3) *Geikie, A. Outlines of field geology, 5-th ed. London. 1900.*

4) Богданович, К. Геология. Краткое наставление для наблюдений во время путешествий. СПб. 1903. (Вошло в состав справочной книги для путешественников, изданной О-вом Естеств. при СПб. Унив.)

5) *Keilhack, K. Lehrbuch der praktischen Geologie. 4. Aufl. Stuttgart, 1921* 2 Bände (содержит много глав, отсутствующих в нашей книге, частью касающихся и кабинетной работы).

6) *Höfer, H. von. Anleitung zum geologischen Beobachten, Kartieren und Profilieren. Braunschweig, 1921.*

7) *Schöndort, F. Verwertung geologischer Karten und Profile. 2. Aufl. Berlin, 1922.*

8) *Stutzer, O. Geologisches Kartieren und Prospektieren. 2. Aufl. Berlin. 1924.*

Эти три маленькие книжки, главным образом, посвящены составлению геологических карт и профилей, но содержат много полезных указаний.

9) *Hayes, C. W. Handbook for field geologists* (составлена геологом Геологического Учреждения Соед. Штатов и поэтому может считаться инструкцией). New York, 3-d ed., 1921.

10) *Lahee, F. H. Field geology. 2-d ed. New York, 1923* (в одном томе, но объемистое и содержательное руководство с очень обильной иллюстрацией; но некоторые отделы отсутствуют, другие слишком подробны).

11) Вебер, В. Н. Полевая геология. Изд. Сов. Нефт. Пром., Москва—Петроград. 1923 (в некоторых отношениях изложение слишком кратко, в других — слишком подробно; ряд отделов отсутствует).

12) Калинин, К. Геология нефти. Петроград, 1921 (серия редакции журнала „Нефт. и Сланц. Хоз.“). (В главах III—V излагается геологическая съемка применительно к нефтяным месторождениям.)

13) Хагер, Д. Практическая геология нефти (Изд. Сов. Нефт. Пром.) (неболь-

шая книжка, также посвященная съемке в связи с изучением месторождений нефти). Москва. 1925.

14) Kranz, W. Die Geologie im Ingenieur-Baufach. Stuttgart, 1927 (касается главным образом гидрогеологии и гидротехники, менее военной геологии и строительного дела вообще).

15) Sokol, R. Geologisches Praktikum, Berlin, 1927. (В этом руководстве особенно хорошо рассмотрена работа с горным компасом и изучение различных форм нарушенного залегания, применение стереограмм, нахождение и определение сбросов).

16) Redlich, K., Terzaghi, K., Kampe, R. Ingenieur-geologie. Wien-Berlin, 1929 (касается специальных вопросов, рассматриваемых нами в т. II, очень подробно, общая же часть содержит главным образом отдел петрографии; тектоника и картирование изложены кратко).

Ссылки на литературу по отдельным вопросам имеются в тексте книги, а списки главной литературы — в конце многих глав; но они не могут считаться исчерпывающими, а содержащими только преимущественно новейшие статьи и книги, в которых обыкновенно приведена и более старая литература по данному вопросу.



ЕСТЕСТВОВЕДЪ

Г Л А В А I

ПОЛЕВОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

Необходимым условием успешной работы геолога в поле, помимо его личных качеств, как исследователя, является соответствующее снаряжение — прочное, удобное и полное. Отсутствие тех или других принадлежностей или плохое качество их, вызывающее постоянные поломки или порчи, при частом отсутствии подходящих случаев для возобновления или починки, влекут за собой пробелы в работе, более или менее серьезно отражающиеся на конечных результатах.

Поэтому перед выездом на полевые исследования геолог не должен жалеть времени, труда и внимания для приобретения необходимых инструментов и принадлежностей хорошего качества и в достаточном количестве, определяемом продолжительностью и задачами предстоящей работы в поле.

Геологический молоток является самым необходимым орудием геолога, без которого он в большинстве случаев не может получить нужный ему образчик горной породы и во многих случаях даже не сможет определить самую породу на месте, вследствие того, что с поверхности породы обыкновенно выветрены, покрыты лишаями, налетами и т. п. и часто похожи друг на друга. Необходимо отбить угол или ребро утеса или глыбы, разбить плиту или валун, чтобы получить более или менее свежий излом породы, обнаруживающий ее состав и строение. Поэтому нужен молоток, и притом хороший молоток, достаточной величины и отличного качества, выдерживающий длинный ряд ударов даже по твердым породам.

Молоток должен быть стальной и соответствующей закалки. При слабой закалке молоток слишком мягок и его концы быстро сминаются, сплющиваются и теряют свою форму и остроту ребер. При слишком сильной закалке сталь становится хрупкой и от ребер молотка при ударах отлетают кусочки, могущие поранить руки и лицо; правильность формы и острота ребер, конечно, также утрачиваются. Мягким сбитым или твердым обломанным молотком трудно работать успешно. Поэтому необходимо испробовать молотки перед выездом в поле разбиванием глыб или валунов какой либо твердой породы — кварцита, диорита, базальта, мелко-зернистого гранита и т. п.; качества молотка обнаружатся уже после нескольких хороших ударов и плохие, слишком мягкие

или слишком твердые молотки нужно браковать, так как они представляют только лишний балласт. Если представляется случай купить или получить для работы молоток старый, бывший уже в употреблении, то нужно обратить внимание не смяты ли ребра или не обломаны ли они. Но и при отсутствии этих признаков, обнаруживающих степень закалки, не мешает испытать и старый молоток вышеуказанным способом, так как возможно, что он употреблялся только при работе с мягкими

породами (мергелями, песчаниками, сланцами) и окажется негодным для твердых.

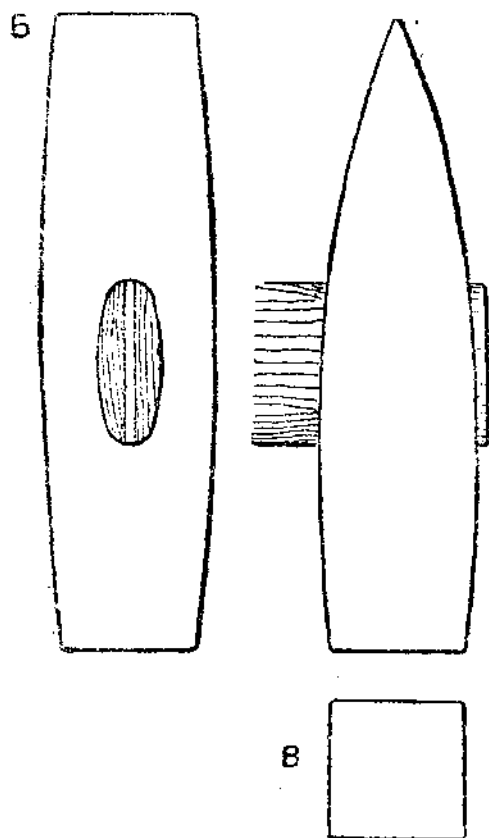
Отличные молотки, выдерживающие не только многомесячную, но даже многолетнюю работу, попадаются сравнительно редко и поэтому их следует беречь особенно тщательно.

Фасоны и размеры молотков различны в зависимости от специального назначения. Наиболее употребителен и практичен следующий фасон: один конец головки молотка — боек — тупой, другой заострен клином, причем острое ребро клина расположено поперечно к рукоятке (фиг. 1 *А* — вид сбоку, *Б* — спереди). Конец бойка в поперечном сечении делается или квадратным (в большинстве случаев) (фиг. 1 *В*) или прямоугольным; в последнем случае длинные стороны прямоугольника должны быть параллельны рукоятке (фиг. 2 *В*)

Клин острого конца или утоняется

равномерно от ушка или же срезан сильно только в конце. Весьма часто очертания головки не прямолинейны, а представляют очень плоские дуги (фиг. 1 *А*), и головка наиболее толста в области ушка. Но в том и другом случае угол клина должен быть не меньше 25° , иначе острие может скоро обломаться; обыкновенно бывает $28-30^\circ$.

Менее удобен французский фасон (фиг. 2 *А* — вид сбоку, *Б* — спереди), у которого острое ребро клина расположено параллельно рукоятке: таким молотком труднее работать в породах тонкослоистых, когда острый конец употребляется как клин, для раскалывания породы по плоскостям наложения или отдельности. Обивать края образчиков таким молотком также неудобно. Фасон, предложенный проф. А. П. Павловым, отличается от вышеописанных тем, что его острый конец сильно вытянут в виде очень острой и нередко даже изогнутой назад (к рукоятке) пирамиды, напоминая острие кайлы. Этот фасон удобен при работах в рыхлых и мягких породах (глинах, разных наносах), когда острый конец



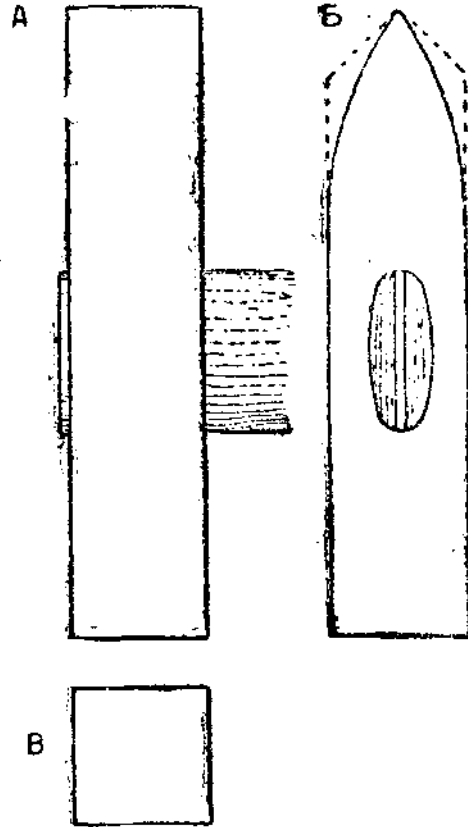
Фиг. 1.

заменяет кайлу, но для более твердых пород предпочтительны описанные выше.

Размеры молотка также различны. Наиболее употребительны средние размеры с длиной головки 11—12 см и шириной площадки в 2,5—3 см; один такой молоток должен быть всегда в руках (или на поясе) геолога, так как им производится главная работа. По этой причине в багаже должны быть еще 2—3 молотка того же размера для замены испорченного или потерянного.

Но, кроме того, нужно иметь молотки и большие (тяжелые) и меньшие (легкие). Первые необходимы для особенно твердых пород или для разбивания крупных глыб, вторые—для придавания образчикам приличной формы и для выбивания окаменелостей, минералов и пр. Тяжелый молоток (или два разной величины, один в 1,5—2 кг, другой в 3—4 кг, последний с двумя тупыми концами, как балда) может возиться при седле или находиться в руках рабочего, сопровождающего геологу; один легкий молоток полезно иметь при себе (или у спутника), чтобы не откладывать оббивку собранных образчиков до ночлега и таким образом не таскать с собой лишнюю тяжесть. При работе в породах, богатых окаменелостями или минералами, нужно иметь несколько легких молотков разной величины, вплоть до самых маленьких, с длиной головки в 3—4 см и с шириной площадки в 1 см. В общем для рабочего периода средней продолжительности (3—4 месяца) можно считать, что достаточным будет снаряжение из одного тяжелого молотка, трех средних и двух или трех легких.

Рукоятка молотка делается из более твердых, но не хрупких или легко расщепляющихся сортов дерева; особенно хороши дикая груша или американский орех, но вполне пригодны также кизил, береза, дуб, черемуха, ясень; совершенно негодны ель, сосна, тополь, кедр, лиственница. Рукоятка должна быть свободна от сучковин, особенно вблизи головки, так как по ним она легко ломается. Длина ее зависит от размеров молотка—чем последний тяжелее, тем рукоятка длиннее; для среднего размера достаточна длина 35—40 см, для большого 55—65 см, для малого 20—30 см. Толщина рукоятки также зависит от размера молотка; слишком тонкая рукоятка режет руки, натирает мозоли и легче ломается; слишком толстая—неудобна. В поперечном сечении рукоятка делается или круглая, или, лучше, овальная, причем длинная ось овала должна быть параллельна головке молотка. Для среднего размера оси



Фиг. 2

овала в 18—20 и 25—30 мм достаточны. К началу рукоятка постепенно, но немного утолщается, хотя это не обязательно.

Для насадки на рукоятку в головке молотка имеется отверстие (ушко), которое должно располагаться так, чтобы центр тяжести головки совпадал с его осью и находился немного ниже центра его поперечного сечения. Последнее делается овальным и, кроме того, должно немного расширяться кнаружи, чтобы после вставки рукоятки можно было забить деревянный или железный клин и тем предохранить головку от срывания вперед или соскальзывания назад при ударах. Молоток, плохо закрепленный на рукоятке, работает ненадежно и может служить причиной сильного ушиба или поранения. В сухую погоду полезно время от времени замачивать старые молотки, погружая головки на 20—25 минут в воду, чтобы дерево намокло и разбухло. Если насадка сильно ослабела, то заменить старый клин новым более толстым (это лучше, чем вгонять добавочный клин); а если дерево уже сильно пострадало — расщепилось, размялось — то отрезать (отпилить) конец рукоятки и насадить головку на более свежее место. Если молотки насажены на рукоятки невысокого качества, то полезно иметь в багаже 2—3 запасные рукоятки на всякий случай, а также несколько клиньев из твердого дерева. Лишний кончик рукоятки нужно срезать вровень с молотком.

Мало употребительно прикрепление головки к рукоятке посредством железных накладок и винтов, как у молотков, употребляемых обойщиками. От сильных ударов по твердым породам винты постепенно расшатываются и выскакивают, а рукоятка легче ломается в сечениях, ослабленных гнездами винтов.

Молотки можно получать в мастерских Политехнического Института (Ленинград, Сосновка) по цене 1 руб. 07 коп. за штуку среднего размера.

Зубила представляют необходимое дополнение молотка и нужны для выбивания минералов и окаменелостей, для откалывания кусков горной породы по трещинам или плоскостям напластования или отдельности. Они делаются или целиком из стали (небольшие) или же со стальной наваркой на остром конце. Закалка стали должна быть такая же, как у молотков, т. е. не слишком мягкая и не слишком твердая, и испытывать зубила нужно, как и молотки — работой на твердых породах. Слишком мягкое зубило быстро тупится, слишком твердое обламывается.

Зубила бывают двух фасонов — одни с концом в виде острого клина, другие с концом в виде острого конуса или пирамиды. Наибольшее применение имеют первые, так что их нужно иметь большее количество, чем вторых, которые нужны, главным образом, для окаменелостей и минералов.

Размеры зубил довольно разнообразны в зависимости от работы, которую они должны исполнять. Поперечное сечение их бывает или квадратное, или прямоугольное. Зубила с квадратным сечением имеют: малые 5—8 мм в стороне квадрата при длине в 8—10 см, средние 8—10 мм в стороне при длине в 12—15 см и большие 12—15 мм в стороне

при длине в 15—20 см. У зубил с прямоугольным сечением ширина в 2 или 3 раза больше толщины, длина же приблизительно такая же, как у квадратных. Для полевой работы нужно иметь хотя бы по два зубила малых, средних и больших с плоским концом и по одному с острым; среди первых полезно иметь часть с прямоугольным поперечным сечением (остроконечные зубила всегда делаются с квадратным сечением), которые при откалывании по трещинам более действительны. Цена зубил от 50 коп. до 1 руб. 50 коп.

Компас необходим геологу для измерения простирания и падения пластов, жил, различных трещин (отдельности, сбросов, сдвигов), а также, в случае надобности, может служить для маршрутной съемки. Геологу следует пользоваться той видоизмененной формой обыкновенного компаса, которая называется горным компасом; она отличается тем, что коробка с лимбом и магнитной стрелкой прикреплена к квадратной или прямоугольной латунной дощечке и что знаки О и W, или Е и W, т. е. восток и запад, переставлены один на место другого. Для большей точности отсчетов лимб должен быть не меньше 6 см в диаметре. Деления на нем должны идти от 0 до 360° против часовой стрелки; кроме того, в нем должен быть клинометр для определения угла падения пластов, состоящий из грузика с указателем, висящего на оси стрелки над последней, и из делений от 0 до 90°, нанесенных на дне коробки в обе стороны от буквы О (или Е), т. е. в левой половине компаса. Покупая компас, нужно убедиться, есть ли у стрелки зажим, всего лучше с винтиком (вне коробки, справа внизу), свободно ли он действует, прижимает ли стрелку плотно к стеклу при завинчивании и освобождает при развинчивании. Для грузика клинометра также делают зажим (завинчивку), но это не обязательно. Коробка компаса должна иметь латунную крышку. Иногда на дощечке слева сверху бывает круглый уровень, облегчающий приведение ее в горизонтальное положение. Освобожденная стрелка должна плавно качаться вправо и влево, постепенно уменьшая размахи.

Компас с кожаным чехлом стоит 25—30 руб.; хорошие изготовлял Герлях (Варшава) на квадратной дощечке; в компасах Фюсса, Кранца и Треста Точной Механики (Москва) дощечка прямоугольная, лимб немного меньше и работа грубее. Необходимо иметь всегда запасный компас и запасное стекло или толстый целлулоидный кружок соответствующего размера. При покупке старого компаса, часто можно встретить такие, у которых деления идут от 0° до 180° от N через О до S и опять от 0° до 180° от S через W до N, или даже компасы со старинным фрейбергским делением — каждый полукруг на 12 часов (h) в том же порядке, причем каждый час соответствует 15° и разделен на половины и четверти. Эти компасы, конечно, менее удобны — приходится пересчитывать часы на градусы. Компасы с диоптрами и другими приспособлениями для поверхностной или подземной съемки (Долинского, Клокмана, Брунтонна) менее удобны для постоянной геологической работы; о некоторых будет сказано в главе III, в конце которой есть литература о компасах.

Горные компасы продаются в магазине ТОМП (Трест оптико-механического производства)—Ленинград, просп. 25 Октября, 20, по цене 45 руб.

Купленный компас, в особенности более дешовый или бывший уже в употреблении, требует проверки, иначе все его показания могут оказаться ошибочными. 1) Линия N—S на дне коробки должна быть строго параллельна длинным сторонам дощечки; для проверки нужно отвинтить коробку (винты ее выходят на нижней стороне дощечки) и промерить циркулем расстояние от делений клинометра с цифрами 90, стоящими под буквами N и S, до краев дощечки в обе стороны. 2) Стрелка должна свободно и плавно качаться, равномерно в обе стороны. Если отпустить зажим, дать стрелке успокоиться и поднести к компасу железный предмет, то стрелка должна отклониться значительно в сторону, а по удалении предмета качаться еще некоторое время и остановиться на том же делении. Если этого не будет, то или стрелка намагничена слабо, или же острие штифта притупилось, или же каменная чашечка стрелки, лежащая на острие, испорчена и компас нужно забраковать или отдать механику в починку. 3) Показания обоих концов стрелки должны всегда отличаться на 180° друг от друга, в чем нужно убедиться, переменя положения компаса на ровном столе. Если показания различаются не на 180° , а при всяких положениях, напр., на 181° , то стрелка неверна, именно длинная ось ее ромба не проходит через центр чашечки; если же показания различаются то на большее, то на меньшее число градусов, то острие штифта эксцентрично, напр., погнулось; в первом случае компас бракуют, во втором отдают исправить острие. 4) Точность клинометра проверяют, поставив компас вертикально длинной стороной на выверенную по уровню горизонтальную поверхность; отвес должен показать 0° , а при постановке на ту и на другую короткие стороны—должен показать 90° . 5) Нужно убедиться, что коробка и дощечка компаса не магнитны; для этого вынимают стрелку, насаживают ее на острие иголки или булавки и, когда она успокоится, приближают к ней коробку; стрелка должна остаться спокойной.

В старых компасах чувствительность стрелки уменьшается, их нужно отдавать механику для чистки, подточки острия и намагничивания стрелки.

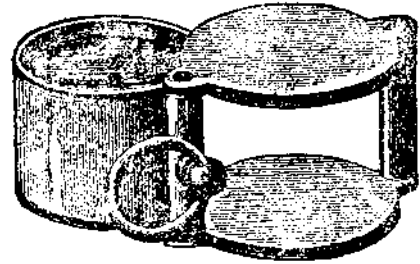
Карманная лупа нужна для рассматривания мелко-зернистых горных пород, мелких окаменелостей и минералов. Всего удобнее лупы с коротким фокусным расстоянием, увеличением в 4—6 раз при диаметре чечевицы в 12—18 мм, в металлической оправе с крышкой (фиг. 3) Роговые или костяные оправы менее практичны, так как в путешествии довольно легко ломаются или трескаются (от давления, смены сухости сыростью) и чечевица из них выпадает. Лупу всегда следует иметь при себе в кармане, а в багаже еще запасную. Стоимость лупы 1—2 руб., в зависимости от величины и качества оправы.

Перочный нож необходим для очинки карандашей, разрезания бумаги (для ярлычков, планшетов съемки и т. п.), а также для испыта-

ния твердости горных пород и минералов. Для последней цели полезно ножике иметь особое толстое лезвие в роде когтя, употребляемое для вскрывания сигарных и консервных коробок, так как обыкновенное тонкое лезвие скоро притупляется. Но для царапанья горных пород и минералов можно также пользоваться одним из маленьких остроконечных зубил, употребляя его в таком случае только для этой цели, чтобы острие не было притуплено.

Фарфоровая пластинка (так называемый бисквит, неглазурованного фарфора) необходима для определения черты некоторых полезных ископаемых (особенно железных и др. руд) и минералов.

Стеклянка с соляной кислотой (разбавленной на три четверти водой) нужна для испытания известняков и вообще карбонатов. Она должна иметь форму капельницы с притертой пробкой и стеклянным же притертым колпачком или же с притертой пробкой, переходящей вниз в стеклянную палочку, посредством которой капля кислоты переносится из стеклянки на испытуемую породу или минерал. Стеклянка помещена в футляр с навинчивающейся крышкой, всего лучше из эбонита или рогового каучука; деревянные легко трескаются, а свинцовые тяжелы и нарезка их покрывается окислами, мешающими свободному развинчиванию. Полезно носить стеклянку в кармане (напр., жилета) пробкой вверх и завернутою в пергаментную бумагу для предохранения одежды; но так как более подробное исследование собранных пород и минералов производится обыкновенно уже вечером на стоянке, то для большинства геологов достаточно иметь стеклянку в багаже. При недостатке соляной кислоты можно пользоваться продажной уксусной эссенцией, разбавив ее также в три раза водой.



Фиг. 3.

Рулетка необходима при всяких разведках, а также при детальной геологической работе, когда производится точный обмер толщины пластов, жил, высоты сбросов и т. п. При маршрутных исследованиях она употребляется редко. Наиболее практичны для геолога рулетки с длиной ленты в 10 м с делениями на метры и сантиметры. При разведках лучше иметь рулетку в 20 м. Более прочны рулетки с металлической лентой, но они тяжелы и значительно дороже, так что можно удовольствоваться таковой с матерчатой лентой. Хорошо иметь в кармане маленькую рулетку в 2 м.

Карманный **циркуль** нужен для отмеривания расстояний на картах вычерчивания профилей, маршрутной съемки и т. п. Его концы должны быть защищены навинчивающимся на них футляром. Дополнением циркуля при черчении являются пальмовая или костяная линейка с масштабом. Металлический или, лучше, целлулоидный прозрачный транспортир для измерения и нанесения углов и пара маленьких треугольников.

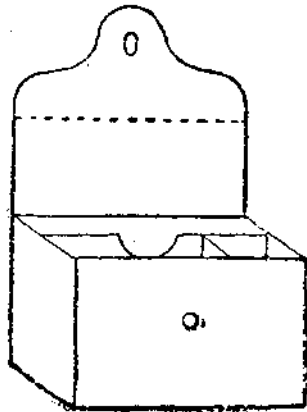
Топографические и геологические карты исследуемой местности нужны для ориентировки, выбора маршрута, нанесения осмотренных выходов горных пород. Если в руках геолога нет готовой топографической карты местности, он вынужден составлять ее сам помощью маршрутной съемки, чтобы получить основу будущей геологической карты. Карту нужно иметь постоянно при себе в кармане, а так как она при частом вынимании и разворачивании легко треплется и рвется, то непременно должна быть наклеена на холст или коленкор с разрезкой на столько частей, чтобы без труда входила в сложенном виде в боковой карман. Если карта имеется только в одном экземпляре, ее следует особенно беречь от потери и порчи (подмочки, залития чернилами или жиром и т. п.); подмоченную (на броду, при дожде), развернув, возможно скорее высушить, а отставшие от холста части осторожно подклеить. Если приходится носить в кармане одновременно две карты или больше, то лучше заказать для них общий карманный футляр-папку.

Записная книжка, небольшого формата, удобно помещающаяся в боковом кармане или поясной сумке (см. ниже), служит для занесения в нее наблюдений, измерений компасом и рисунков во время дневной полевой работы. Наиболее удобны книжки в твердом переплете, дающем карандашу хорошую опору, и с ушками для продевания в них карандаша, который таким образом всегда остается при книжке и менее подвержен потере, что часто случается с карандашом, носимым отдельно в кармане. Книжки без переплета или в мягком переплете при частом вынимании из кармана, особенно в мокрую погоду, быстро мнутся, рвутся и получают неряшливый вид. Бумага в книжке всегда лучше мелкоклетчатая, переплет простой холщевый или моlesкиновый, предохраняющий записи в книжке от сильной подмочки. При средней величине почерка одной книжки хватает приблизительно на месяц полевой работы, так что необходимый запас книжек легко рассчитать. Так как переплет почти всегда надолго переживает самую книжку, то при продолжительном путешествии лучше иметь всего два-три переплета, в которые вкладывается сброшюрованная бумага соответствующего формата и объема книжки, удерживаемая на месте клапанами, входящими в карманы на корках переплета. Наиболее удобный формат книжек: 9 или 10 см ширины, 12—13 см длины и 1 см толщины. Другие рекомендуют продолговатые дикетажные книжки.

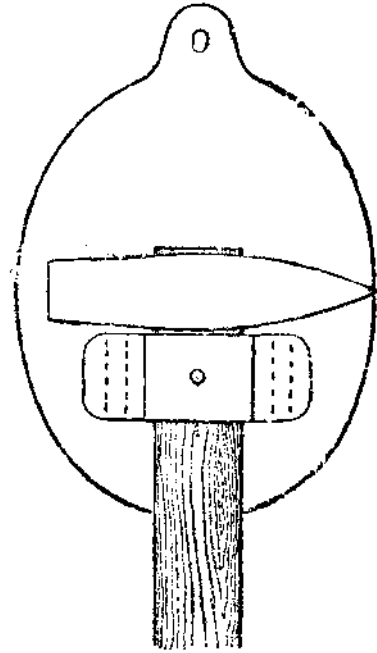
Карандаши—черные для записей в книжке, для отметок на карте и черчения, цветные—для раскраски полевой геологической карты, составляемой при работе профилей и разрезов. Для записей в книжке лучше всего иметь мягкие карандаши (№ 2), которыми пишется скорее и легче, чем твердыми; последние нужны для черчения и отметок на картах, а химический—для надписей на посылках и номеров на мешечках (см. ниже). Цветные карандаши нужен иметь самые лучшие не менее 12 разных цветов, лучше всего подходящих к цветам, принятым на карте СССР Геологического Комитета или международной геологи-

ческой карте Европы. Флакон туши, сухие чернила, кнопки и дорожная чернильница также нужны.

Сумки и сетки. Горный компас и записную книжку можно носить в боковом кармане; но более удобной для этой цели является особая кожаная сумочка в роде патронташа, надеваемая на пояс. Эта сумочка лучше предохраняет книжку и компас от подмочки и потери. Она имеет три отделения: в заднем (внутреннем) помещается записная книжка, в одном из передних (наружных) — горный компас, а в другом можно носить маленький anerоид или стклянку с кислотой или лупу. Сверху сумка закрыта клапаном с пуговицей или застежкой. Сумка заказывается по размерам книжки и компаса, имеющих у геолога, чтобы и то и другое входило в свои



Фиг. 4



Фиг. 5.

отделения свободно, но не болталось в них. Две прочные проушины на задней стороне служат для продевания через них пояса (фиг. 4).

Для ношения геологического молотка всего лучше заказать особое ушко с клапаном сверху (фиг. 5), которое надевается на тот же пояс. Иногда ушко делают двойным, чтобы носить два молотка — один средний, а поверх него второй поменьше. Клапан нужен для защиты локтя от ушибов об острые ребра молотка, а также, чтобы не потерять последний при ходьбе по чаще кустов. Носить молоток засунутым рукояткой прямо за пояс, или между двумя пуговицами жилета, или в голенище сапога нельзя рекомендовать, так как тогда его легче можно потерять. Пояс должен быть широкий, не менее 5—6 см; узкий ремень, нагруженный двумя сумками, режет бока.

Для ношения собранных образчиков горных пород, окаменелостей, минералов употребляют кожаные или брезентовые сумки — плечевые на одном ремне (как у почтальонов или кондукторов) и спинные на двух ремнях (альпийские рюкзаки) (фиг. 6). Но всего удобнее мы считаем сетку из прочной бечевки, которая сама по себе весит всего меньше, очень вместительна, прочна и хорошо укладывается на седло. Оба конца ее глухие (фиг. 7) и связаны друг с другом бечевкой, чтобы не

болтались при ходьбе (для помещения за седлом или на вьюке бечевку нужно развязать), а продольный разрез для вкладывания и вынимания образчиков сделан в средней части так, что груз не может выпасть; через разрез, не снимая сетки с плеча, можно просунуть новый образчик в один из глухих концов, где и накапливается сбор. Следует только

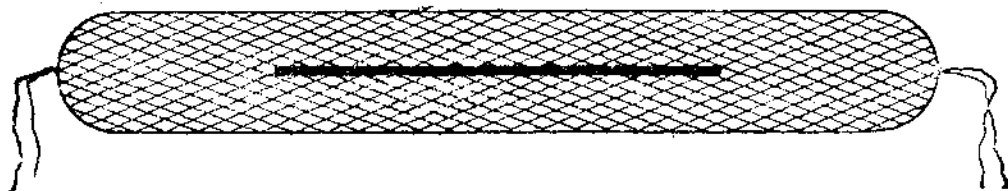


Фиг. 6.

нагружать оба конца равномерно, чтобы один не перетягивал другой. В такой сетке можно носить 10—15 кг образчиков; сделанная из хорошей бечевки (т. н. английской) она свободно выдерживает целое лето. Заменить сетку можно мешком из парусины той же длины, но шириной в 30 см, зашив его отверстие, сделав прорез по длине и пришив бечевки. Такой мешок удобен для перевозки дневного сбора на седле.

Плечевая сумка менее вместительна, больше давит плечо (так как носится на сравнительно узком ремне, тогда как сетка сама по себе

широка) и из нее образчики легко теряются. Рукзак удобен для носки, так как давит на оба плеча равномерно, но чтобы вложить в него образчик, нужно каждый раз снимать его с плеча и опять надевать или же прибегать к помощи спутника. При очень обширных сборах можно



Фиг. 7.

иметь рукзак на спине спутника-рабочего (и самому вкладывать в него образчики), а сетку на себе.

Сетки изготовляет Кранц (Бонн), одно время также магазин „Природа и Школа“ (Москва, Воздвиженка, 11). Цена обыкновенных: 1 руб. 25 коп.—1 руб. 50 коп., особенно прочных—3 руб. Размеры: длина—140 см, ширина—20 см. Рукзаки, в зависимости от величины и качества материала, стоят от 7 руб. 50 коп. до 12 руб. в магазине „Динамо“—Ленинград, проспект 25 Октября, 33 и в других спортивных магазинах

Ярлычки прикладываются к образчикам при заворачивании последних в бумагу. На них должен быть написан не только номер данного образчика, соответствующий тому, под которым последний записан в дневнике (см. ниже), но и некоторые другие данные, очень помогающие при разборке и описании собранной коллекции. Нельзя запомнить

из какой местности, а тем более из какого выхода происходят все образчики; записи на ярлычках должны содержать необходимые указания, тем более, что обработка коллекций нередко затягивается на целые годы, а иногда производится даже другим лицом, которому один номер не напоминает ничего. Геолог работает целые годы или в одной местности, или в самых различных; если на его ярлычках будет только номер образчика, он должен, во избежание путаницы, вести нумерацию непрерывно по годам и получит скоро четырех- и даже пятизначные номера, крайне неудобные.

Поэтому на ярлычке, кроме номера, должны быть написаны: год, месяц, число сбора; название местности (хребта, горы, холма, реки, ручья, склона долины или возвышенности); название породы (это обязательно, так как в поле многие породы не определяются достаточно точно; но место для названия должно иметься); наконец, фамилия исследователя. При ведении разведок, приуроченных к очень ограниченному пространству, название местности может быть сокращено до минимума, но зато должны быть указаны номера разведочной линии (римской цифрой) и выработки—шурфа, шахты, штольни, буровой скважины и т. п. (арабскими цифрами), соответствующие таковым на плане и профилях разведки и в журналах ее. Все необходимые данные помещаются на отрезке бумаги в 6×10 см; номер пишется обыкновенно в левом верхнем углу, год, месяц и число—в правом верхнем, фамилия исследователя внизу, а остальные данные в промежутке. Для сокращения письменной работы в поле можно заказать ярлыки с общей для всех частью текста в типографии. Такие ярлыки аккуратнее и современнее могут перейти, с дополнением точного названия горных пород, в обработанную коллекцию. При исследованиях существенно стратиграфического и палеонтологического характера для окаменелостей лучше иметь отдельные ярлычки (отличающиеся даже по цвету от остальных), в которые записывается название геологической системы, ее отдела, яруса, горизонта и номер (или буква) слоя, из которого взят данный отпечаток. При такой работе особенно важно, чтобы окаменелости, взятые из разных слоев, не могли быть перепутаны друг с другом. Если сам исследователь не палеонтолог и его коллекция будет передана другому лицу, работа последнего будет очень затруднена небрежными записями коллектора, которые могут повлечь за собой невольные ошибки и ложные выводы определителя.

Полезно, но не обязательно, надписывать на самом образчике его номер или наклеивать на него гуммированную маленькую этикетку. Надписывать номер лучше химическим карандашом (чернила на многих породах расплываются), но на породах очень шероховатых цифра получается неясная, а на землястых быстро стирается. Предпочтительны гуммированные этикетки, а еще лучше кусочек ленты лейкопласта, очень липкого перевязочного материала, продаваемого в аптеках намотанным на катушки. Номерок на этикетке или лейкопласте пишется химическим карандашом и прилепляется к возможно ровной площадке

образчика. Такой номерок выручает в случае потери ярлычка, что иногда бывает при пересылке коллекции или при недостаточно внимательном разворачивании образчиков (выпадает и теряется в бумаге), а также предохраняет от перепутывания образчиков при обработке коллекции (если их вынимают из ящиков шкафа, оставляя ярлыки на своих местах в коробках).

Мешечки разной величины холщевые, бязевые или коленкоровые нужны для очень рыхлых или сыпучих пород—песков, гравия, суглинков и т. п., которые легко высыпаются из оберточной бумаги при перевозке. Менее практичны мешечки бумажные, размокающие, если порода взята влажной и не просушена перед укладкой. Но и для сбора достаточно твердых пород мешечки оказываются весьма полезными, очень облегчающими полевую работу. В этом случае употребляются мешечки из более прочного материала—тика или крепкого холста, заблаговременно снабженные крупными номерами, хорошо различимыми даже при загрязнении или подмочке мешечка, напечатанными типографской краской или написанными химическим карандашом. К каждому мешечку пришиваются завязки из прочной тесьмы или английской бечевки (обшитые на концах, чтобы не размочаливались при употреблении). Таких мешечков нужно заготовить с полсотни, занумеровав их последовательно от № 1 до № 50, и, кроме того, иметь десятка полтора запасных, без номеров, для замены ими потерянных или истрепанных. При продолжительной работе не мешает иметь еще одну серию в 50 штук с другими номерами или с теми же, но из материала другого цвета. Способ употребления этих мешечков и его преимущества мы укажем в главе II при описании приемов коллектирования вообще. Формат мешечков зависит от величины собираемых образчиков; мешечек должен быть несколько больше, чтобы не нужно было затрачивать лишнее время на втискивание и вытаскивание образчика. Размеры: длина 17 см, ширина 13 см в большинстве случаев достаточны. Кроме этих мешечков, нужно иметь еще другие, побольше, для перевозки упакованных уже образчиков впредь до отправки последних в ящиках по назначению. Эти мешки делаются из прочного холста, тика или плотной бязи, вмещают по 20—30 образчиков и имеют приблизительно 33—35 см длины и 18—20 см ширины. К ним также следует пришить тонкую бечевку для завязки.

Коробки. Для упаковки мелких окаменелостей и минералов нужно иметь с собой коробочки разной величины, картонные или жестяные. Если сборы этих объектов не очень велики, то они вполне уместятся в освобождающихся постепенно коробочках от спичек, папирос, консерв и т. п. Но при обильных сборах нужно иметь запас их, причем, для экономии места, необходимо приобретать коробки, вкладывающиеся целыми гнездами друг в друга (по 5—6 и более, от малых до больших), или заполнить их дорожными запасами (крупой, бисквитами и т. п.).

Вата и пакля. Минералы, окаменелости и некоторые более нежные породы (туфы, куски с растительными отпечатками) легко повреждаются при перевозке, если не защищены слоем мягкого материала — ваты,

пакли, оческов (но не сена или мха, которые при высыхании легко крошатся и высыпаются), которые нужно иметь с собой в достаточном количестве, в зависимости от богатства пород исследуемой местности ~~этими~~ объектами.

Оберточная бумага необходима для укупорки всех собранных образчиков и должна быть в запасе в достаточном количестве, если исследуемая местность удалена от города или большого селения, где можно рассчитывать на подновление запаса (в глухих местах бумагу часто достать невозможно или она очень плохого качества). Всего лучше бумага именно оберточная, не толстая, хорошо облегающая образчик; старые газеты хуже, так как легко треплются при дальней перевозке коллекций вьюком или по колесным дорогам. Лист оберточной бумаги среднего формата достаточен для заворачивания образчика средней величины и в большинстве случаев 1—1½ стопы (весом 8—10 фунт.) хватает на месяц полевой работы одного геолога; при обилии окаменелостей или обнажений запас должен быть увеличен. Теперь чаще выделяют бумагу большими листами: стопа весит 16 кг и может хватить на целое лето.

Писчая бумага в некотором количестве нужна для нарезания ярлычков, в случае если заготовленный запас таковых окажется недостаточным, а также если не хватит взятых с собою тетрадей для дневников.

Клей, всего лучше синдетикон в трубочках, нужен для наклеивания номерков (если нет готовых гуммированных этикеток), для склеивания разбитых при выбивании окаменелостей, минералов и т. п. Расход клея обыкновенно не велик, и только при специальных работах (напр., сборе костей крупных животных, часто сильно истлевших) запас его должен быть значителен. При наличии гуммированных этикеток или лейкопласта одной трубочки клея достаточно на несколько месяцев.

Дневник полевой работы пишется в толстой тетради, всего лучше с клетчатой бумагой (для рисунков и разрезов) и в мягкой обложке (клеенке). Таких тетрадей нужно иметь несколько, в зависимости от их толщины и продолжительности работ, считая в среднем 150—180 страниц на один месяц при почерке средней величины.

Переходим теперь к описанию инструментов и принадлежностей, менее необходимых или необходимых не при всяких геологических исследованиях.

Бинокль очень полезно иметь для рассматривания отдаленной местности или отдельных объектов—вершины горы, обнажения на высоком склоне. Он часто открывает детали, недоступные невооруженному глазу из-за расстояния и заставляет посетить данное место или, наоборот, счесть его посещение бесполезным. Всего лучше полевые бинокли Герца или Цейса с призматическими стеклами, которые дают большое увеличение и позволяют установить фокусы обеих трубок отдельно по глазам (имеющим нередко не одинаковую дальность зрения), а расстояние между трубками—по промежутку между глазами, различ-

ному у людей; этим достигается бóльшая резкость, чем у биноклей с двояковыпуклыми стеклами. Призматические бинокли также немного легче простых, но, конечно, дороже. Маленький театральный бинокль для поля обыкновенно не годится — фокусное расстояние слишком коротко.

Анероид. Барометр-анероид нужен исследователю для определения абсолютной и относительной высоты разных пунктов местности, а также для суждения о вероятной предстоящей погоде, от которой часто зависит успех той или иной экскурсии.

Анероиды изготавливаются трех размеров—большие, средние и малые. Наибольшей точностью отличаются обыкновенно большие, но они вместе с коробкой и кожаным футляром на ремне для ношения через плечо довольно тяжелы; поэтому более практичны средние и малые; последние можно носить в кармане или в сумке для записной книжки и компаса. В местностях, для которых имеются хорошие топографические карты с горизонталями, достаточно иметь один анероид. Но если приходится вести маршрутную съемку или если карта без горизонталей, необходимо иметь по крайней мере два анероида и отсчитывать показания обоих; это нужно, во первых, потому, что на значительных высотах анероиды почти всегда сильно изменяют свою поправку, так что показания их становятся не точными; поэтому лучше не брать один из анероидов при экскурсиях на высокие горы, а оставлять его на месте стоянки, чтобы потом установить по сравнению с ним, насколько изменились показания второго анероида, который подвергался меньшему давлению воздуха на высоте. Во вторых, наличие второго анероида позволяет вести более точную барометрическую нивелировку (см. ниже). Для более отдаленных путешествий в малоисследованные страны следует брать не менее трех анероидов: один большой, который будет играть роль станционного или контрольного, и два средних или малых.

Необходимо заметить, что имеющиеся в продаже в часовых и оптических магазинах так называемые кабинетные барометры с надписями „сушь, переменнo, дождь“ совершенно не годятся для путешествия; они не точны, поправка их неизвестна и деления для сколько нибудь значительных высот на них отсутствуют. Нужно покупать барометры-анероиды хороших фирм, напр., Ноде, Герляха, Фюсса, мастерских Главной Физической Обсерватории (Ленинград); если поправки их неизвестны (хорошие фирмы обыкновенно дают к каждому инструменту аттестат с его поправками), то перед путешествием отдать анероид на метеорологическую обсерваторию или станцию для сравнения его с станционным инструментом и определения поправок. То же следует делать и по возвращении из путешествия, чтобы знать, насколько изменились поправки анероида. Чем чаще сверялся анероид путешественника с неподвижными выверенными приборами, тем точнее будут абсолютные высоты, вычисленные на основании путевых наблюдений. Если же анероид употребляется только для определения относительных высот, напр., высоты хребта, горы, утеса над соседней стоянкой, долиной или равниной, то

в поверке инструмента до и после полевой работы особенной необходимости нет.

Цены анероидов (с кожаным чехлом): больших компенсированных от 140 до 150 руб. в магазине ТОМП (Трест оптико-механического производства)—Ленинград, Проспект 25 Октября, 20.

Термометры. Маленький термометр-пращ (лучше два) в металлическом футляре нужен для определения температуры воздуха, которую следует записывать одновременно с показаниями анероида, чтобы при вычислении высот внести поправку на температуру (при сильной жаре или морозе эта поправка довольно большая). Им же можно измерить температуру воды в реках, источниках и колодцах, хотя для этой цели лучше иметь особый термометр, шарик которого окружен паклей или ватой, что предохраняет его от быстрого изменения показания при вынимании из воды. Если этого приспособления нет, следует отсчитывать показание термометра, не вынимая его из воды. При путешествиях в малоисследованных местностях желательно также иметь с собой термометры максимум и минимум для наблюдения наивысшей и наименьшей температур, а также гигрометр для определения влажности воздуха. В случае болезни термометр-пращ с успехом заменяет медицинский максимум-термометр, но показания его также следует отсчитывать, не вынимая из-под мышки. Термометры, покупаемые у хороших фирм, обыкновенно снабжены аттестатом с поправками.

Гипсотермометр очень полезен для проверки показаний анероидов, так как он не подвержен тем резким изменениям поправок на больших высотах, как последние. Поэтому им следует пользоваться, время от времени записывая его показания одновременно с таковыми анероидов на стоянках различной абсолютной высоты, а также по возможности на перевалах и на вершинах гор. Он состоит из точного выверенного термометра (и запасного к нему второго) и кипяtilьника с горелкой, помещенных в деревянном ящике или в кожаном футляре с ремнем для ношения на себе. Воду для кипячения следует употреблять уже предварительно прокипяченную или, лучше, дистиллированную; шарик термометра не погружать в воду, а устанавливать на некоторой высоте над ее поверхностью в трубке кипяtilьника, чтобы на него действовали только водяные пары. Для горелки нужно иметь небольшой запас спирта (на лето достаточно 0,25 л). После употребления кипяtilьник и термометр вытирать досуха. На перевалах и вершинах защищать прибор от ветра, установив его среди камней или за искусственной преградой (котомка, плащ), чтобы сократить процесс согревания воды. На термометре прибора нанесены только градусы Цельсия, так что для получения абсолютной высоты, соответствующей наблюдавшейся температуре кипения воды, нужно пользоваться особыми таблицами (см. главу III). Кипятить воду рекомендуется два раза, дав прибору совершенно охладиться после первого кипячения, и записывать только показания при втором кипячении (если оно отличается от первого). Цена с 2 термометрами—50—75 руб.

Горизонтомер Рихтгофена позволяет определить, какие точки местности (вершины, гребни, скалы) расположены на одном уровне с точкой, на которой находится наблюдатель и высота которой определена помощью анероида или гипсотермометра; благодаря этому можно получить на составляемой карте абсолютные высоты целого ряда непосещенных пунктов, нанесенных помощью засечек компасом, а также отметить пункты, находящиеся выше и ниже этого уровня, с глазомерной оценкой разницы высот. Горизонтомер состоит из зрительной трубки с уровнем, воздушный пузырек которого посредством зеркала проектируется на рассматриваемый предмет и нити трубки, определяющие горизонтальную линию. Горизонтомер можно заменить ровной палкой которую при некотором навыке не трудно держать горизонтально и смотреть вдоль нее одним глазом вдаль; точность этого способа, конечно, меньше.

Нивеллир необходим при разведках для точного определения разности высот шурфов, буровых скважин и пр., а при детальной геологической работе—для составления точных разрезов. В большинстве случаев для геолога достаточен легкий походный нивеллир Бутеншена или Вагнера (см. главу III).

Бусоль (Шмалькадера или Буртона) нужна для ведения маршрутной съемки, если последняя входит в задачи геолога или его помощника, в местностях, лишенных хороших карт. В крайнем случае такую съемку можно производить и простым горным компасом, даже без диоптров, беря направления и засечки по длинной стороне дощечки, но точность ее будет, конечно, меньше, особенно засечек отдаленных пунктов (см. главу III).

Курвиметр для измерения длины кривых линий на картах и планах; геологу нужен редко (см. главу III).

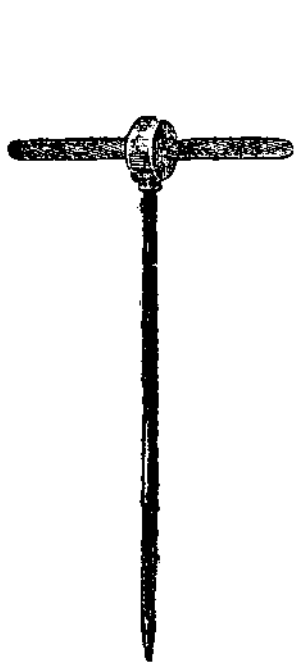
Фотографический аппарат является очень полезной принадлежностью полевого снаряжения геолога, так как позволяет получать быстро и легко точные снимки обнажений горных пород, рельефа местности и различных геологических явлений. Поэтому очень желательно, чтобы каждый геолог выучился фотографировать и возил с собой фотографический аппарат. О выборе и применении фотографической камеры скажем в главе III.

Паяльный набор. При специальных поисках и разведках полезных ископаемых хорошо иметь в багаже паяльный набор, представляющий небольшой ящик со всеми необходимыми реактивами и принадлежностями (цена 17—20 руб.).

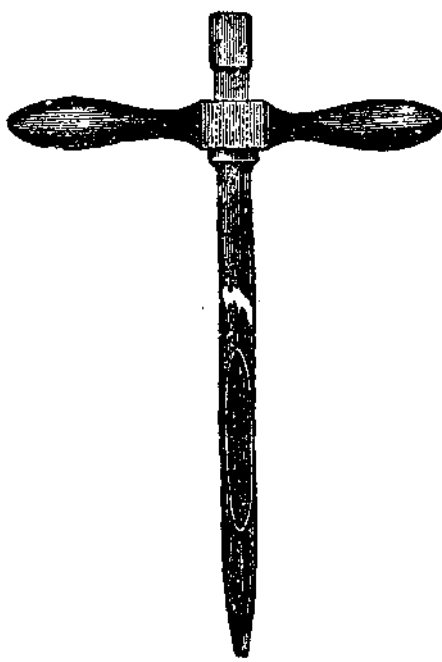
Ручной бур необходим геологу при исследовании болот и местности, совершенно лишенной искусственных и естественных обнажений или настолько бедной таковыми, что нельзя получить достаточно данных для составления геологической карты. Он представляет железную палку 1—1,5 см в поперечнике и 1 или 2 м длины, на нижнем конце заостренную и, выше острия, с желобком (ложкой) в 40—80 см длины. У однометровой бура (фиг. 8,А) рукоятка неподвижно соединена с палкой

и в ее кольцеобразное отверстие вставлена деревянная палочка. У двухметрового бура железная рукоятка подвижна (фиг. 8,Б), а над ней бур сканчивается наковальней, по которой и бьют, в случае надобности, молотком, лучше особой деревянной колотушкой (фиг. 8,В).

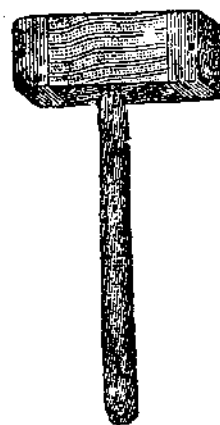
Кроме бура геологу, особенно при почвенных исследованиях, необходима маленькая стальная **лопата**, в роде военной пехотной. Она пригодится и чтобы выравнять место для палатки, выкопать яму для костра, устроить спуск к речке с обрывистого берега, произвести расчистку неясного обнажения в мягких породах, выкопать небольшой шурф, расчистить источник или засоренный колодезь и т. п. Длина ее с ручкой 0,5 м, длина лопасти 0,2 м, ширина 0,15 м.



Фиг. 8А.



Фиг. 8Б.



Фиг. 8В.

Нам остается еще указать те предметы снаряжения геолога, которые не служат непосредственно для научных наблюдений, но целесообразный выбор которых имеет большое значение для успеха работ. По личному опыту за первые годы полевых исследований я убедился (да и всякий опытный геолог подтвердит это, как я думаю) какие затруднения и неудобства доставляет снаряжение неполное или недостаточно приспособленное к данным условиям средств передвижения и работы.

Дорожные ящики и сумы необходимы для укупорки и перевозки в экипаже или вьюком как научных инструментов и принадлежностей, так и остального багажа (белья, платья, провизии и пр.). Обыкновенные чемоданы, кофры, корзинки мало пригодны для этого, так как неудобны для быстрой загрузки и разгрузки всеми вещами, быстро изнашиваются при перевозке на телегах и обыкновенно совершенно не приспособлены по своей величине и форме для перевозки вьюком. Ими может пользо-

ваться геолог, работающий стационарно, приезжающий по железной дороге или в хорошем экипаже в какойнибудь населенный пункт и оттуда совершающий пешие или верховые экскурсии в окрестности, а затем перемещающийся тем же порядком на новое место. Но там, где население редко, а дороги плохи, как на Кавказе, Урале, севере РСФСР, Туркестане и Сибири, геологу нужны особые дорожные ящики и сумы, более прочные и лучше приспособленные.

Ящики необходимы для перевозки хрупких инструментов и вещей, которые в сумках подвергаются постоянной опасности быть поломанными, помятыми, вообще испорченными. Они делаются из прочного, нелегко колющегося дерева или из толстой фанерки (проклейки); соединение боков должно быть не на гвоздях, а в замок и на клею; кроме того, снаружи все ребра обиваются жестью, цинком или кожей, а внутри пазы замазываются суриковой замазкой; эти предосторожности необходимы для того, чтобы ящик был водонепроницаем при сильных дождях, а на глубоких бродах, погружаясь в воду, не пропускал последнюю внутрь. Еще лучше если все дерево снаружи проолифено или обито непромокаемой тканью, напр., брезентом, чтобы самый ящик не намокал. Крышка должна быть прочная и плоская, но не выпуклая или с закраинами, так как пространство под крышкой трудно хорошо заполнить и такие крышки менее прочны; плоская крышка должна даже иметь снизу небольшой выступ, в 4—5 мм, входящий внутрь ящика, а по наружным краям должна быть обита полоской кожи, закрывающей паз, чтобы косой дождь и вода с веток деревьев не попадали внутрь. К ящику крышка с одной стороны прикреплена петлями (шарнирами) и полоской кожи (прибитой с этой стороны как к крышке, так и к ящику), а с другой—запирается пробоем с висячим замком. Величина и фасон ящика зависят от способов передвижения. Если предполагается исключительно колесная езда, то ящик может иметь любую величину и форму по вкусу путешественника; но нужно рекомендовать не делать ящики слишком большими, чтобы вес их с полной нагрузкой не превышал 30—40 кг, так чтобы один человек без особого напряжения мог ставить их на экипаж, снимать и переносить; для удобства этого полезно, если на боках ящика (не на крышке) приделаны железные или кожаные ручки. Практичнее иметь два небольших ящика, напр., 50—55 см длины, 35—40 см. ширины и 22—25 см. глубины, чем один большой. В одном укладываются инструменты, письменные и фотографические принадлежности (в том числе запас пластинок), аптечка и т. п., в другом—посуда и запасы провизии, боящейся подмочки или поломки. Это практично потому, что избавляет первый ящик от неизбежного кухонного запаха и от подмочки вещей в случае разбития какойнибудь бутылки (с вином, спиртом, маслом и пр.).

При передвижении вьючным порядком ящики должны иметь определенную форму в зависимости от условий местности и силы употребляемых животных. Широкие ящики неудобны в лесах и на горах, так как легко задевают за деревья, стоящие по бокам тропинки, или за выступы

скал и задерживают животное, расстраивают вьюк и даже могут быть причиной катастрофы (столкнуть животное с тропы под откос).

В большинстве местностей вьючным животным является лошадь, вес вьюка для которой не должен превышать 80 кг на сравнительно ровной местности и 60—65 кг в горах и в болотах. Сообразно с этим вьючные ящики должны иметь такие размеры: длина 40 см, ширина 26 см, высота 44 см (без крышки); эти цифры показывают, что ящики являются высокими и узкими и пригодны для лесов и горных тропинок. Пара таких ящиков с добавлением поверх них какогонибудь мягкого тюка напр., постели, палатки, мешка с сухарями, составляет полный вьюк лошади для горных и болотистых местностей. Для равнин и холмов можно сделать ящики на 4 см шире и на 8 см длиннее (все размеры—снаружи); толщина стенок 1—1,2 см. Мул значительно сильнее лошади, и хорошие мулы везут 160—195 кг на вьюке; поэтому для мулов можно делать ящики значительно больше, напр., длина и высота по 50—55 см, ширина 30 см. Ослы, употребляемые как вьючные животные в Закавказьи, Туркестане и Закаспийской области, по силе не уступают лошади, так что могут нести ящики тех же размеров.

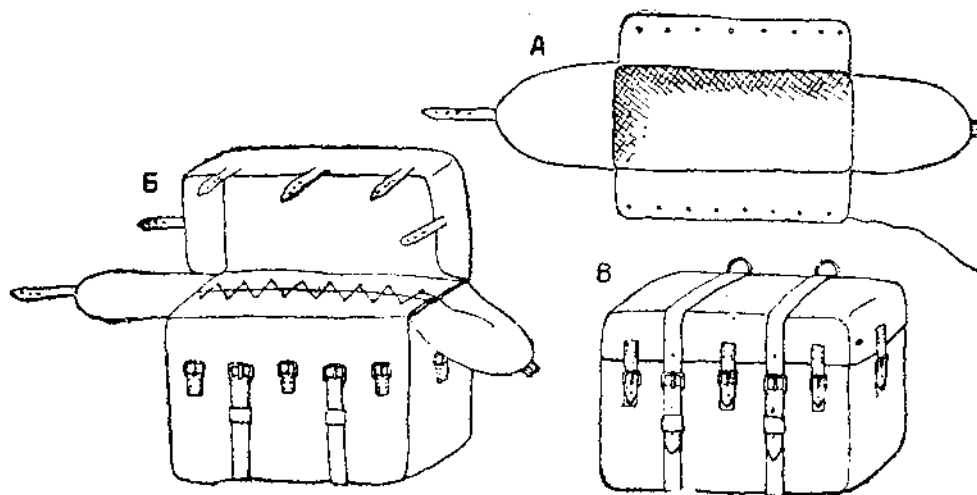
Северный олень, лучшее вьючное животное на севере РСФСР и Сибири, может нести вьюк не более 32 кг, так что каждый ящик должен весить 16 кг; сообразно с этим его размеры будут: длина и высота 35 см, ширина 20 см. Наконец, верблюд, имеющий значение в Закаспийской области, Туркестане Монголии, в особенности в пустынях, сильнее даже мула и несет вьюк до 245—325 кг, так что ящики могут быть и еще больше. Пржевальский указывает для них такие размеры: длина 66—84 см, ширина 40—48 см, высота 52—56 см. Такой ящик вмещает до 65 кг. Но я убедился при путешествии по Центральной Азии, что ящики указанных размеров слишком выдаются на боках животного и потому неудобны для гористой местности. Лучше делать их на 12 см длиннее и на 9 см выше, убавив ширину до 35 см.

Чтобы избежать ежедневного обвязывания каждого ящика веревкой для вьючки, к задней стенке наглухо прикрепляются два ремня, оканчивающиеся сверху и внизу кольцами, к которым привязываются веревки, соединяющие ящики поверх седла и под брюхом вьючного животного. Это ускоряет процесс вьючки, хотя не все погонщики умеют пользоваться ремнями, предпочитая свою обвязку. Количество вьючных ящиков зависит от условий путешествия; если есть возможность каждые 5—6 недель возобновлять запасы провизии, фотографических пластинок и пр., то для летнего рабочего периода в 3—3½ месяца одной пары ящиков для геолога с коллектором в большинстве случаев будет достаточно. При отсутствии указанной возможности придется иметь две пары, причем первая пара будет расходная, а вторая запасная. При более продолжительных и отдаленных путешествиях придется рассчитать число ящиков в зависимости от срока, условий местности и числа участников. Напр., при двухлетнем путешествии по Центральной Азии я имел 2 пары

лошадиных (больших) и 1 пару верблюжьих ящиков (последние, облегчая нагрузку, приходилось выучить и на лошадей)¹⁾.

Вьючные сумы служат для перевозки дорожных вещей, не боящихся поломки или помятия, как белье, платье, обувь, оберточная бумага, запасы сахара, крупы, муки, сухарей, молотки, подковы и т. п. Они делаются или из прочной кожи (юфты) или из брезента, но в последнем случае по углам и ребрам обшиваются для прочности кожей; ремешки застежек и ремни, стягивающие сумы сверху, также должны быть кожаные и с двумя кольцами на каждом ремне для вьючки, как у ящиков.

Сказанное о последних относительно зависимости фасона и размера от условий местности и силы вьючных животных применимо и к сумам. Наиболее практичными сумами я нахожу не те, на которые указывает



Фиг. 9.

Пржевальский, ибо они неудобны для укладки и недостаточно защищают груз от подмочки сверху, а следующие (фиг. 9 А—сверху, Б—сбоку, В—сбоку затянутая). Подобно ящикам, они не широки, но длиннее первых, так как назначены для груза вообще более легкого и объемистого; для лошадей, ослов, мулов длина сумы делается 53—58 см, ширина 22—27 см и высота 35—40 см. Сверху оба длинных бока сумы сходятся двумя клапанами, которые соединяются шнуровкой из ремешка: поверх этого ложатся два клапана коротких боков сумы, соединяемые ремнем и пряжкой и закрывающие шнуровку. Наконец, от заднего длинного бока идет крышка, закрывающая не только верх сумы, но и верхнюю часть боков и закрепляемая несколькими ремешками и пряжками. При таком устройстве сума вполне удобна для быстрой укладки и вынимания вещей, так как раскрывается сверху на всю площадь своего дна (а не

¹⁾ „Красный Водник“ имеет ящики из фанеры, обшитые парусиной, с 2 замками и ремнями; цена за пару 70 руб. Обращаться с заказами нужно в Правление Ленинград-одежды (Ленинград, Проспект 25 октября, 21), ведающее фабриками (палатки, ящики, сумы, лодки, паруса, прозодежда). В магазине „Динамо“ (Проспект 25 октября, 33) вьючные ящики 60 руб. пара, вьючные сумы от 35 руб. пара.

узкой щелью, как сума Пржевальского); вместе с тем тройной за-твор вполне гарантирует вещи от подмочки дождем, водой с веток деревьев и брызг. Прочно сшитая сума не пропускает воду и снизу, погружаясь в нее на глубоких бродах.

Пара таких сум (с добавлением какого либо тюка или без добавления), в зависимости от веса вещей, силы животного и условий местности, составляет вьюк лошади, осла и мула. Для верблюдов можно несколько увеличить длину и высоту (но не ширину) сумы, а для северных оленей уменьшить их. Относительно количества сум нужно руководствоваться сроком путешествия и возможностью возобновлять запасы крупы, сухарей, оберточной бумаги и сдавать собранные коллекции, в зависимости от чего и от числа сотрудников нужно иметь от 1 до 3—4 пар и более. Сухари нужно распределять в отдельных мешках, сшитых по размеру сум, понемногу по всем сума, чтобы одни пары не были слишком легкими, а другие тяжелыми ¹⁾.

Скажем еще несколько слов относительно способа укладки вещей в сумы и ящики ²⁾: в инструментный ящик на дно укладываются фотографические пластинки, причем нужно каждую коробку обернуть чем нибудь мягким, напр., запасными носками, и ставить коробки на ребро; эти приемы предохраняют пластинки от боя при сотрясениях или даже падении ящика. На дне ящика можно поместить 20 дюжин пластинок; но если имеется еще одна пара ящиков, то лучше положить половину или две трети коробок в последние, чтобы инструментный ящик не был слишком тяжелый и не перевешивал кухонный (обе половины вьюка должны иметь приблизительно одинаковый вес, иначе вьюк будет постоянно наклоняться в одну сторону и натрет спину животного). Рядом с пластинками можно положить еще несколько коробок с консервами или мешечки с запасной крупой. Выше укладываются: книги, аптечка, фотографические принадлежности (фонарь, ванны, реактивы и инструменты), а еще выше—письменные принадлежности. Очень удобно, если в ящике имеются два вставные лотка, как в кофрах, но только из тонкой фанерки или картона, высотой каждый в $\frac{1}{3}$ высоты ящика; тогда можно быстро вынуть верхний лоток с письменными принадлежностями, чтобы достать что нибудь из нижнего лотка, или вынуть и последний, если нужны вещи со дна ящика. Вещи нужно укладывать плотно, без промежутков, чтобы они не терлись друг о друга и не портились при неизбежных толчках и сотрясениях во время хода животного или эки-

¹⁾ „Красный Водник“ изготавливает сумы из проолифенной парусины на подкладке, обшитые кожей, размером $0,71 \times 0,42 \times 0,32$ (м) с ремнями; цена за пару 45 руб. В магазине „Динамо“ вьючные сумы от 35 руб. за пару.

²⁾ Эти замечания могут показаться излишними, но они нужны для начинающих, так как многие совершенно не умеют укладываться. Нетрудно сложить в чемодан одежду, белье, книги, но и это иные делают неумело; гораздо труднее уложить разнородные предметы путешественника. В горах, тайге или степи возобновить помятое или разбитое невозможно; поэтому нужно беречь вещи, а это достигается только аккуратной укладкой; если производить ее однообразно, она сберегает также и время; всякая вещь имеет определенное место и ее легко уложить и легко найти, не роясь в ящике.

пажа. Жесткие и угловатые вещи следует заворачивать в бумагу. Если ящик не совершенно полон, то сверху кладут оберточную бумагу.

В кухонный ящик на дно помещают коробки с консервами и мешочки с расходной крупой, чаем, сахаром и пр.; выше следуют рядом котелки и чайник, а по углам—бутылки, ножи, вилки и ложки; для котлов и чайника нужно иметь отдельные мешки из бязи или холста, чтобы остающаяся на них, несмотря на чистку, копоть не пачкала соприкасающиеся с ними вещи; ножи, вилки и ложки заворачивать в кусок материи, а бутылки в несколько слоев бумаги или сшить для них мягкие мешки на вате. Тарелки, также в холщевой завертке, ставятся на ребро рядом с котлами, а пустоту последних можно заполнить стаканами, чашками или кружками, конечно, завернутыми в мягкое. Все опять таки укладывать плотно, чтобы не болталось и дополнить ящик бумагой или чемнибудь мягким. В кухонном ящике достаточно иметь один лоток но более глубокий в половину вышины ящика, чтобы сразу вынуть котлы, чайник и пр., если нужны консервы или крупа со дна.

Аккуратная и плотная укладка гарантирует от порчи и боя, и походное имущество может служить целыми годами. Перед началом путешествия нужно затратить некоторое время на наиболее целесообразный подбор вещей друг к другу и затем уже соблюдать всегда тот же порядок, чтобы быстро укладывать ящики и быстро находить нужную вещь.

Палатка. В местностях мало населенных часто или всегда приходится ночевать под открытым небом. Но и в более населенных местах такому ночлегу следует отдать предпочтение перед крестьянскими избами или местными юртами и чумами, редко свободными от насекомых и докучливых зрителей, шума и детского крика, мешающих сну и занятиям. В избе и юрте геолог—гость, часто нежеланный; в палатке он у себя дома и может не принять или выпроводить незваных посетителей. Нельзя рекомендовать обходиться при ночлеге без палатки и спать у костра на земле, завернувшись в одеяло или бурку, с седлом вместо подушки. Эти спартанские привычки трудно совместимы с работой геолога. У костра ветер, дождь и люди мешают разбирать образчики, писать дневник, вычеркивать съемку, те же стихии и насекомые нередко нарушают сон путешественника, а чтобы интенсивно работать днем, нужно выспаться ночью. Палатка защищает путешественника и его вещи от дождя, ветра и насекомых, дает ему необходимый для работы и отдыха минимум комфорта.

Типы палаток весьма разнообразны, но мы опишем только главные из них, испытанные нами, и укажем их достоинства и недостатки. Но сначала сделаем несколько общих замечаний о конструкции палаток, чтобы не повторять их при описании каждого типа и чтобы в случае отсутствия готовых палаток геолог мог заказать себе палатку в парусной или швейной мастерской, а колья и шишки—в токарной или столярной.

Палатки делаются из парусины, холста, тика, бязи, сукна и шелка;

наиболее употребительным материалом являются парусина и плотная английская бязь, пропитанная составом, делающим ее непромокаемой. Парусинная палатка значительно тяжелее бязевой, но зато не пропускает дождь; пропитанная бязевая является действительно непромокаемой только в первое лето своей службы; во второе лето она уже отчасти пропускает сильный косой дождь, а в третье — пропускает и мелкий дождь, когда сильно намокает, так что пропитка должна быть возобновлена через год¹⁾. Суконные палатки (из солдатского сукна) еще тяжелее парусиновых и при небрежном хранении в промежутках между путешествиями могут поедаться молью; но они совершенно непромокаемы и очень теплы, так что их можно рекомендовать для зимних путешествий. В случае отсутствия парусины или английской бязи можно взять прочный тик, употребляемый для матрасов, или холщевую дорожку (половик).

Шелковая палатка (из китайской чесучи) очень дорога, но чрезвычайно легка, так как колья для нее делаются тоньше, чем для тяжелых палаток. Неудобства ее: она сильно просвечивает и потому меньше защищает от солнца и пропускает сильный дождь. Поэтому ее можно рекомендовать только в дополнение к какой либо более тяжелой палатке для пеших экскурсий, совершаемых на несколько дней в сторону от главного стана, так как шелковую палатку простого типа с одним колом (а в лесистых местах и без кола) человек легко несет на себе.

В боках (стенках) палаток на всех перегибах их поверхности зашивается тонкая веревка, которая дает палатке большую прочность и предохраняет материал от неравномерного растягивания. Такая же веревка зашивается и по всему подолу палатки и через каждый аршин выступает наружу петель, служащей для прикрепления колышка к земле. К подолу палатки пришивается на всем протяжении полоса более редкого холста или другого материала, в 35 см, которая заворачивается внутрь и уходит под пол палатки, закрывая просветы под подолом и препятствуя проникновению ветра и насекомых внутрь. У переднего разреза, т. е. у входного отверстия палатки, стенки должны заходить друг на друга не меньше, чем на 30 см, чтобы можно было плотно застегнуть разрез снаружи и снутри (петлями из бечевки на деревянные пуговицы) и вполне защититься от дождя, ветра и насекомых. При обилии комаров на разрез приходится набрасывать снаружи дополнительную холстину. Пол у палатки не обязателен, но очень полезен, так как благодаря ему в палатке сухо и чисто, даже если она поставлена на мокрой траве или сырой земле. Он делается всегда из непромокаемого (пропитанного) брезента соответственно площади основания палатки и по краям посредством петель из толстой бечевки пристегивается снутри к деревянным пуговкам (палочкам), пришитым к подолу. При таком устройстве ни змеи, ни разные насекомые не могут проник-

¹⁾ Рецепт для возобновления непромокаемости палатки, доступный каждому: материю смазывают смесью из талька в порошке с 50% вазелина (можно брать самый дешевый, красный) посредством чистой сапожной щетки, а затем сильно чистят той же щеткой для тесного контакта.

нута в палатку незаметно снизу; оброненные мелкие вещи не теряются в траве и не затаптываются в землю и на полу можно спать, не рискуя промочить свою постель и простудить бока. Теперь вдоль краев брезента пришивают еще борт, шириной в 10—15 см, который и пристегивают к стенкам; он предохраняет еще лучше от насекомых и от воды, стекающей при дожде с нижнего края стенок.

Остов палатки состоит из одного или нескольких кольев, или только вертикальных, или вертикальных и горизонтальных, или наклонных. Так как длина кольев не меньше 2 м, то для удобства перевозки на выюке они делаются составными, каждый из двух (редко более) частей; конец верхней половины, окованный толстой жестью или латунью, плотно входит в латунную или железную муфту, прикрепленную к нижней половине, длиной 15—18 см; кол входит в нее на 7—9 см. Вертикальные колья вверху также окованы и оканчиваются железным стержнем, который продевается или непосредственно в отверстие на вершине палатки (турецкого типа) или сначала в отверстия на обоих концах горизонтального кола, которые также окованы латунью, а затем в отверстия на концах конька палатки (других типов); поперек палатки на торчащий конец стержня насаживается деревянная шишка с прикрепленной к ней оттяжной веревкой. Нижний конец вертикального кола (или кольев) не заострен, а делается плоским, чтобы кол не продырявливал пол палатки и не углублялся в почву. Колья изготавливаются из прочного дерева, всего лучше из ясеня или березы (тяжелее) или, в крайнем случае, сосны; их толщина: основные от 4 до 7 см в диаметре, в зависимости от величины палатки, а боковые (у датского типа) от 2 до 3 см. К земле палатка прикрепляется помощью колышков из дерева или железа, которые вбиваются в петли подола и в конечные петли оттяжных веревок, идущих от шишек и от боковых кольев (у датского типа). Деревянные колышки легки, но непрочны, довольно быстро, особенно в каменистой почве, раскалываются или притупляются. Поэтому предпочтительны железные, которые делаются из круглого железа в 10 и 12 мм диаметром и оканчиваются крючком. Длина их для подола достаточна 16—18 см, а для оттяжных веревок 25—28 см. При путешествии по сплошным лесам можно не возить с собой ни кольев (кроме боковых у палаток датского типа, которые должны быть очень гладкие), ни колышков и на каждом ночлеге рубить таковые из мелкого леса. Но эта операция довольно длительная, самодельные колья бывают то короче, то длиннее нормы, неровные, из хвойного леса липкие от смолы, а вертикальные своей развилкой наверху (которую нужно делать, чтобы держался горизонтальный кол) рвут палатку, так что в общем лучше возить постоянные колья и в лесах.

После дождя или сильной росы ночью всякая палатка намокает и становится значительно тяжелее. Поэтому после дождливой или очень росистой ночи полезно дать палатке время немного просохнуть под лучами утреннего солнца. Несмотря на это, в дождливое время палатки приходится упаковывать более или менее сырыми. Но при приезде в жилое место, где в палатке нет надобности (день-другой или вообще

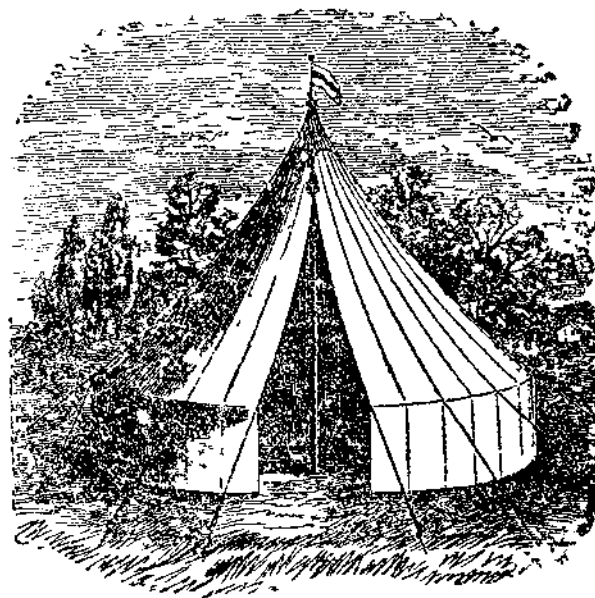
за окончанием работы), необходимо сырую палатку немедленно просушить вполне, так как намокший материал в свернутом виде начинает тлеть и портиться.

Для перевозки палатки и кольев служат мешки из толстой парусины или холста; в один мешок засовывается свернутая палатка, в другой — все разобранные на части колья, а в третий, маленький, лучше брезентовый, — колышки. Брезентовым полом палатки можно покрывать выюк, но лучше не употреблять его постоянно для этой цели (протирается веревками), а заворачивать в него свою постель, образующую мягкий тюк.

Наиболее простым типом палатки является так называемая турецкая, имеющая форму конуса или четырехгранной пирамиды и держащаяся на одном центральном коле; длина последнего зависит от диаметра круга или стороны квадрата, образующих основание (и пол) палатки, и делается равной им или немного больше; так, при диаметре или стороне квадрата в 2 м кол будет в 2 или в 2,35 м и т. д. Вообще очень большая высота в турецкой палатке не нужна и делает ее менее устойчивой при ветре. В пирамидальной палатке веревки прошиваются по четырем ребрам, а в конической при небольшой величине (в 2 м) можно даже обойтись без веревок для большей легкости; при диаметре же основания в 2,7 или 3,5 м следует прошить веревки с четырех сторон, чтобы палатка меньше вдавливалась при сильном ветре. Турецкая палатка диаметром или стороной квадрата в 2 м вмещает только одного человека с его вещами; для двоих нужен диаметр в 2,7 м, для троих 3,5—м.

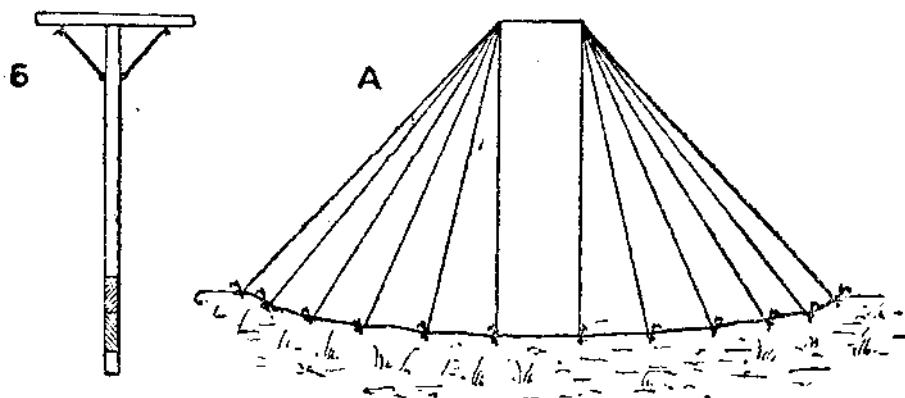
Для того, чтобы увеличить полезный объем палатки, иногда делают нижний аршин ее стенок отвесным; тогда коническая палатка оказывается как бы насаженной на низкий цилиндр (фиг. 10), а пирамидальная — на квадратную призму. Но при этом у конической палатки вдвое увеличивается число необходимых колышков, а у пирамидальной нужно иметь боковые колья (в месте среза призмы пирамидой) и к ним оттяжные веревки и колышки, так что предпочтительно брать уже палатку датского типа. Турецкая хороша именно своей легкостью и простотой, которые теряются при этом условии, и если нужна простая и легкая палатка, то с ее теснотой можно мириться.

Следующий тип по легкости и простоте — палатка монгольская (фиг. 12), она имеет вид лежащей трехгранной призмы, к обоим концам которой примыкают по половине стоячей восьми- или двенадцатигран-



Фиг. 10.

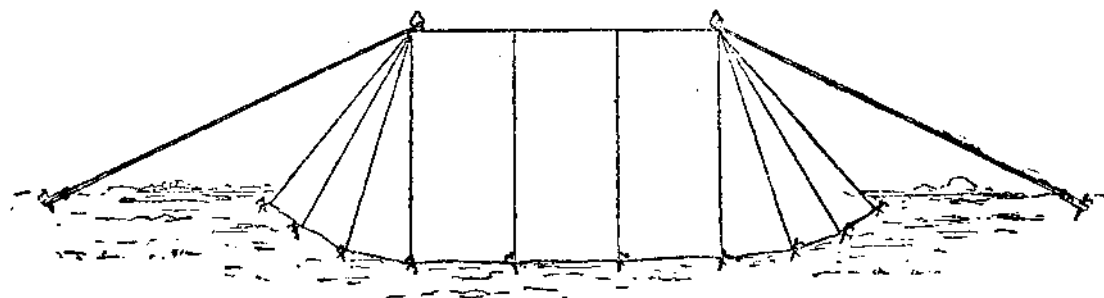
ной пирамиды; средняя часть ее упирается на три кола—два вертикальных и один горизонтальный, веревки прошиты по всем ребрам стоячих пирамид, по месту соединения их с лежащей призмой и в последней вдоль сшивки полотнищ. На каждый из вертикальных кольев насаживается шишка; от передней идет длинная веревка вперед, от задней — назад, так что палатка удерживается не только кольшами по периферии основания, но и этими двумя веревками, прибиваемыми к земле, и пред-



Фиг. 11.

упреждающими перекашиванье при ветре. Для подтягиванья этих веревок, когда они ослабевают, служит деревянная рукоятка (фиг. 13), имеющаяся на каждой из них.

При длине всех трех кольев по 2 м монгольская палатка поместительнее турецкой и может служить для двоих; ее среднюю часть



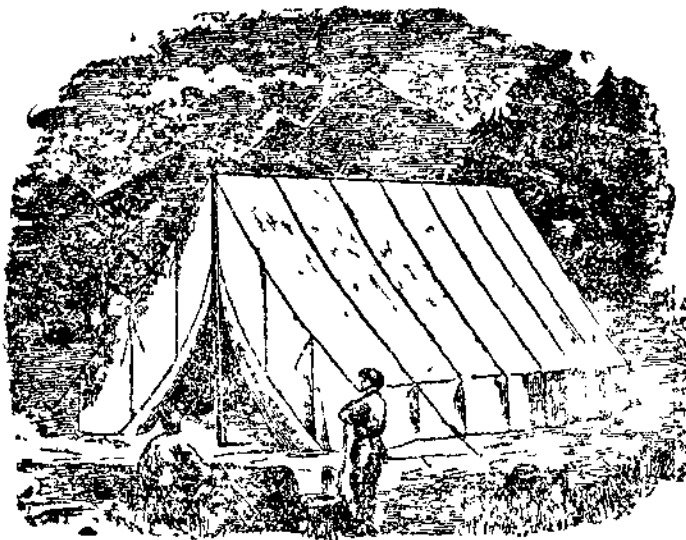
Фиг. 12.

можно удлинить, сделав горизонтальный кол в 2,7 м или 3 м, а если удлинить вертикальные колья до 2,7 м, то можно увеличить и ширину палатки до 3—3,5 м и в ней поместятся 3—4 человека.

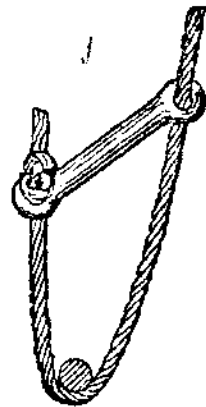
Проф. В. В. Сапожников при путешествиях по Алтаю выработал тип палатки, представляющий среднее между турецкой и монгольской (фиг. 11А); его палатка по форме похожа на монгольскую, но держится только на двух кольях—одном длинном вертикальном и коротком горизонтальном, который надевается на стержень первого (фиг. 11Б) и укрепляется крючьями; поэтому средняя часть палатки укорочена сравнительно с монгольской, а конечные пирамиды сделаны шире. Размеры этой палатки: длина вертикального кола 2,5 м, горизонтального 0,7 м, ширина средней части 2,8 м, длина всей палатки 3,5 м; конечные полу-

пирамиды — девятигранные. При таких размерах палатка свободно вмещает трех человек; она легче монгольской, расставляется и складывается скорее, достаточно устойчива и хорошо защищает от комаров; ее можно рекомендовать для высоких гор и для тайги; для степной местности предпочтительна монгольская или датская. Вертикальный кол — складной из трех частей.

Датский тип имеет вид маленького домика с крутой и высокой крышей и низкими в 0,7 м боковыми стенками (фиг. 14). Конек крыши лежит на трех кольях — двух вертикальных и одном горизонтальном, а в нижние края крыши продеваются два более тонкие горизонтальных кола. Палатка прикрепляется к земле кольшками по периферии квадратного основания (через 0,7 м), двумя веревками от шишек переднего и заднего кольев и четырьмя веревками (также с рукоятками для натягивания) от боковых кольев. Размеры ее: минимальный 2,1 м в стороне квадратного основания и такая же длина всех кольев; вмещает свободно одного человека и в тесноте двух; следующий размер: 2,8 м в стороне основания, такая же длина горизонтальных кольев, 2,45 м вертикальных; вмещает свободно двух человек и довольно свободно трех. Делают еще палатки с основанием 2,1 на 2,8 м, 2,8 на 3,5 м, 2,8 на 4,2 м с соответственным удлинением горизонтальных кольев, а вертикальных только до 2,45 м. Боковые колья можно не употреблять,



Фиг. 14.



Фиг. 13.

но тогда, чтобы бока не провисали и, следовательно, не промокали, нужно, чтобы все веревки, зашитые в швы между полотнищами крыши, оттягивались дополнительными кольшками (как показано на фиг. 14, изображающей палатку наибольшего размера). Достоинства этого типа: полная утилизация площади пола благодаря вертикальности всех стенок внизу; значительно меньшее промачивание

низа палатки при дожде, что неизбежно у палаток выше описанных типов, у которых косые стенки доходят до почвы; низы их получают всю воду, стекающую сверху, от ее веса несколько прогибаются внутрь и фильтруют воду; у датской палатки нижние края крыши, в которые продеты боковые колья, при правильной установке нависают над боковыми стенками и вода стекает с них на землю; наконец, устой-

чивость даже при сильном ветре, благодаря шести оттягивающим веревкам. Недостатки: большой вес, благодаря лишним кольям и веревкам, и большая сложность установки и разборки.

Английский тип. Настоящая английская палатка имеет двойную крышу, причем оба слоя ее разделены промежутком в 10—15 см; благодаря этому она не пропекается солнцем, как палатки других типов, и совсем не промачивается дождем. Внутренняя палатка имеет форму монгольской или датской (фиг. 15), но стержни двух вертикальных кольев поднимаются на 20 см над коньком; между надетыми на них шишками туго натягивается веревка, через которую перекидывается вторая крыша,



Фиг. 15.

оттягиваемая к земле отдельными веревками. Размеры как и у датского типа.

Палатки всех типов, в крайнем случае, в лесах можно ставить без кольев, продернув под коньком веревку, которая туго натягивается на соответствующей высоте между двумя деревьями.

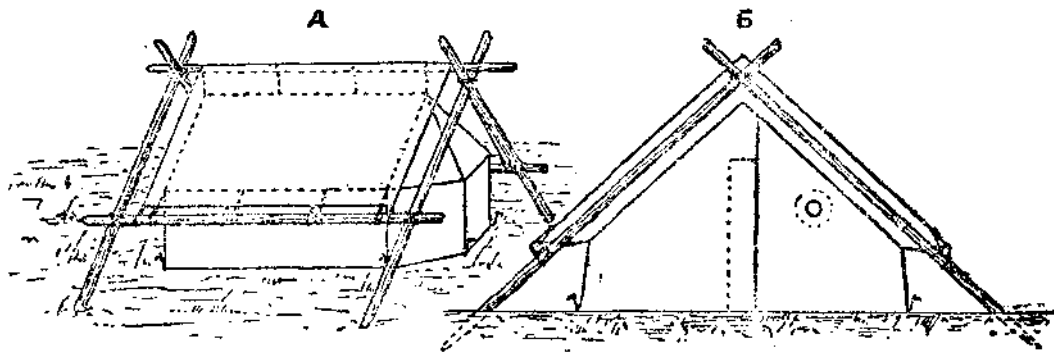
В каталогах фирм изготавливающих палатки, можно найти персень еще других типов, как более простых,

так и более сложных, чем вышеописанные, но все они мало пригодны для геолога. Напр., самая простая солдатская походная палатка, состоящая из отдельных полотнищ и легких составных кольев, отличается большой легкостью, но слишком низка, не закрывается герметически, промачивается, а установка ее довольно сложна. Японская палатка, имеющая форму многогранного крутого купола, очень устойчива, герметична, не промачивается, вместительна, но тяжела (благодаря большому числу кольев, вернее гнувшихся составных брусков, образующих ребра купола и сходящихся к его вершине) и сложна для установки.

Опишем еще очень практичную якутскую палатку, колья для которой вырубаются из тонкого леса на месте стоянки (фиг. 16). Четыре наклонные ¹⁾ и три горизонтальные жерди связываются ремешками или бечевкой; конек палатки подвешивается ремешками к верхней жерди;

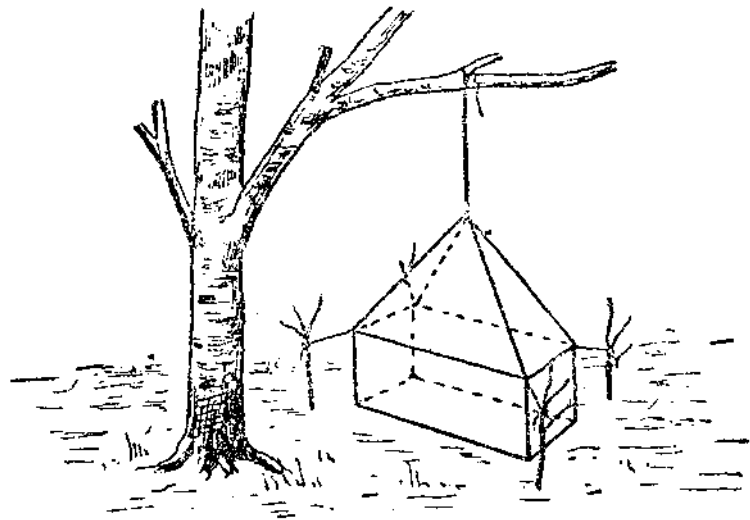
¹⁾ Для большей устойчивости нужно шесть наклонных кольев, но три в виде пирамиды.

бока вертикальны или круто наклонны, прикрепляются колышками к земле; передняя стенка вертикальна и имеет слюдяное окошечко или отверстие для печной трубы (фиг. 16 Б); задняя представляет половину шестигранной призмы и такой же пирамиды. Через верхнюю жердь перекидывается вторая крыша, оттягиваемая веревками к нижним жердям;



Фиг. 16.

она несколько длиннее и шире крыши самой палатки, которая также оттягивается бечевками к нижним жердям. Таким образом, этот тип соответствует английскому, но проще. Вторая крыша, предохраняя палатку от пропекания солнцем и промачивания, особенно полезна поздней осенью и зимой; снег или иней, осаждаясь на крыше одиночной палатки, подтаивают от тепла, выделяемого людьми или печкой, а ночью замерзают; обмерзшую палатку нельзя сложить в тюк, не повредив ткань; нужно ее оттаивать и сушить у костра. На второй крыше снег и иней не тают, утром их легко стряхнуть, внутренняя палатка всегда сухая. Поэтому при путешествии осенью и зимой следует снабжать палатки датскую и монгольскую второй крышей.



Фиг. 17.

Якутский хос (фиг. 17) представляет маленькую палатку для ночлега одного человека в виде прямоугольного ящика с пирамидальным верхом; если сделать стенки ящика выше — в хос можно поставить походную кровать; его подвешивают к ветке дерева или к воткнутой наискось жерди; верхние углы ящика оттягивают бечевками к кустам или к колышкам, подол плотно подворачивается под постель. Полная защита от комаров. Хос можно ставить и внутри палатки. Весит он 1 кг и умещается в кармане.

Для зимних путешествий на верблюдах в Киргизской степи, в песках Туркестана и во всей Монголии, а также по северу РСФСР и Сибири на нартах, запряженных собаками или оленями, лучшее жилище — киргизская или монгольская юрта (кибитка). Так как ее приходится покупать готовую у туземцев, то мы не будем описывать ее устройство, отметив только достоинства и недостатки; она поместительнее палаток — в юрте среднего размера (3,5—4,2 м в диаметре) свободно поместятся 5—6 человек; она также теплее, так как войлочные стенки защищают от холода и ветра, а внутри можно разводить огонь или ставить печку. Недостатки — большой вес (полный выюк верблюда) и продолжительность установки (полчаса). Если есть возможность возить багаж на верблюдах или на телеге, то юрта в степной местности приятнее и летом; она меньше прогревается солнцем, хорошо проветривается, если поднять боковой войлок с теневой стороны и держать верхнее отверстие открытым; но при обилии комаров нужно иметь полог или якутский хос. Покупать нужно юрту по возможности новую с чистыми и целыми войлоками; если придется купить старый остоу, то нужно обварить кипятком все дырочки в жердях решетки, так как в них гнездятся паразиты.

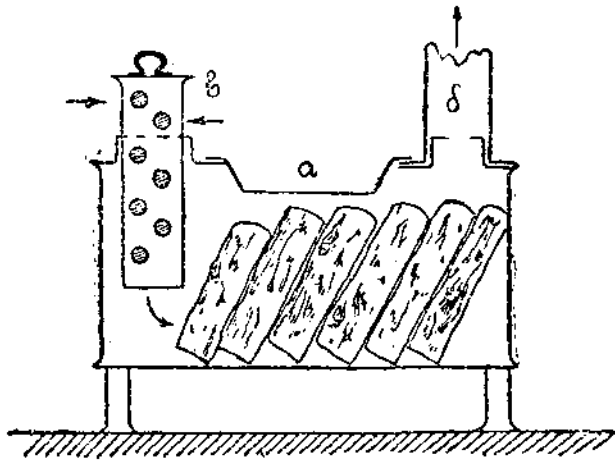
Для примера привожу цены палаток датского типа из парусины со второй крышей из суровой бязи, пропитанной противогнильным составом, с половым брезентом, с парусиновыми пропитанными закраинами и складным остовом по прейскуранту „Красного Водника“ (Ленинград, см. стр. 28).

№	Вмещ. людей	Размер	Без 2-й крыши	Со 2-й крышей	Брезент	Мешки
Ц е н а в р у б л я х						
2	1	2 × 3 × 2 ¹ / ₂	75	—	20	5,20
3	2	3 × 3 × 2 ¹ / ₄	95	140	27	5,20
4	3	4 × 3 × 2 ³ / ₄	115	168	35	6,13
6	4	4 × 4 × 3 ⁵ / ₈	144	215	44	6,13
7	5	5 × 4 × 3 ⁵ / ₈	167	245	53	7,40
9	6	7 × 4 × 3 ⁵ / ₈	224	325	72	7,40
21	8	6 × 6 × 4 ¹ / ₂	248	365	87	13,25

Размеры указаны в аршинах. В метрах эти цены будут соответственно выше.

Печка. В холодное время года нужно брать с собою небольшую печку из листового железа, лучше горизонтальную на ножках (размеры примерно: длина 50 см, ширина 25 см, высота 20 см) с трубой, разбирающейся на 3 части. В юрте можно разводить костер, но в палатке это и неприятно (дым) и не безопасно. Печку устанавливают в передней части палатки и трубу выводят во входной разрез или в особый вырез в передней стенке или в крышке, в который вставлен кусок жести, его вдвигают в закраины, пришитые с трех сторон вокруг выреза. Чтобы печка при ветре не дымгла, труба должна оканчиваться коленом, которое поворачивают по ветру. Печку с трубой возят в отдельном ящике соответствующего размера или в чехле поверх выюка. Цена печки с трубами, картоном и чехлом 40 руб. Печку из листового (кровельного) железа

может сделать деревенский кузнец или слесарь гораздо дешевле (10—15 руб.). Очень рекомендуют печку, изобретенную золотоискателями на Алдане. Она имеет складные ножки или ставится на плоские камни: топочное отверстие не сбоку, а сверху (фиг. 17 bis), плотно закрывается вогнутой вниз крышкой (а), на которую можно ставить чайник или котелок. С одной стороны от этой крышки насаживается дымовая труба (б), а с другой через круглый вырез туго проходит трубка с крышкой и отверстиями (дырками) для тяги (в), которую можно регулировать, выдвигая трубку больше или меньше вверх. Короткие поленья



Фиг. 17 bis.

дров ставят наклонно к трубе через топку, разжигают и выдвигают трубку по желанию, чтобы получить быстрое или медленное горение. При медленном горении печка, загруженная дровами, топится всю ночь и греет палатку или юрту равномерно, в чем и заключается ее достоинство. Недостаток для путешественника — трубы не вкладываются в печку для перевозки, как в печках с боковой топкой, а везутся отдельно, поверх ее, вдвинутые одна в другую; колена кладутся в печку.

Освещение. Писание дневника нередко, а со второй половины лета почти всегда продолжается после наступления сумерек. Поэтому необходимо иметь подсвечник и запас стеариновых свечей, в среднем по 600 г на месяц, спичек, а также небольшой фонарик для защиты свечи от ветра и насекомых и для осмотра лагеря в случае ночной тревоги. Для последней цели очень удобны карманные электрические фонарики, но к ним нужно всегда иметь 1—2 запасные батареи; батарея питает фонарик 8 часов непрерывного горения, как уверяют продавцы.

Постель. Чтобы хорошо работать целый день, нужно хорошо спать ночью. Не всякий может делать это, довольствуясь куском войлока, разостланным прямо на земле или на брезенте пола палатки, с седлом вместо подушки в изголовьи, не раздеваясь и даже не снимая сапог. День-другой, во время какой-нибудь боковой экскурсии налегке, это возможно, но в течение целого лета утомительно и нечистоплотно. Поэтому следует возить с собой походную кровать с тонким волосяным матрацом, подушкой, одеялом и простынями, на ночь снимать одежду и давать телу полный отдых. Походные кровати делаются деревянные и железные; первые легче, но менее прочны и имеют больше ножек, так что на не вполне ровной почве, что бывает нередко, их труднее установить. Во время писания дневника на кровати удобно разложить

собранную за день коллекцию, место под кроватью утилизируется для размещения сидел, сумок и других мелких вещей, так что в палатке свободнее. Кровать всегда имеет отдельный чехол (некоторые фасоны деревянных кроватей имеют особый ящик); для предохранения от поломки или погнутия следут заворачивать кровать в чехле в матрац и вместе с одеялом и подушкой делать мягкий тюк, заворачиваемый в брезент или засовываемый в брезентовый мешок. Цена кровати с матрацом—30—40 руб.

Стол и сиденье. Сидеть на земле, поджав ноги, и писать или чертить на коленях или на выючном ящике неудобно и утомительно. Полезно иметь складной столик, который имеет только две ввинчивающиеся ножки и одной стороной (с полукруглым вырезом) кладется на брус, прибитый к переднему колу палатки, или же ставится в любом месте на складные козла. Для сиденья служит складной табурет, который вместе со столом возится в отдельном мешке. Цена стола с табуретом и чехлом 25 руб. (прежде 10 руб.).

Вешалка. На задний или центральный кол палатки можно прикреплять съемную маленькую вешалку для анероидов, бинокля, фотографической камеры, платья, не загромождая ими выючные ящики и кровать.

Кухня. Чтобы интенсивно работать, нужно достаточно питаться в местностях безлюдных или населенных кочевниками геолог сам должен готовить пищу, но и в населенных местах полезно иметь свою посуду, чтобы быть независимым от жилых пунктов и ночевать там, где это удобнее для работы. Для варки пищи нужен котелок, лучше два (один для супа, другой для каши, картофеля и пр.), с дужкой или ушками, к которым нужно приделать дужку из толстой проволоки, чтобы вешать над огнем; всего лучше легкие алюминиевые котелки или медные луженые, но не эмалированные (эмаль от давления и ударов легко отскакивает, и остроугольные кусочки, проглоченные с пищей, могут поранить желудок или кишечник). Размеры для 1—2 человек: диаметр 18—19 см, высота 15—16 см; второй котелок, несколько меньшей величины, вкладывается в первый, и оба умещаются в выючном ящике. Для поджаривания мяса, яичницы и др. служит сковорода алюминиевая или чугунная в 18—20 см. Для чая—чайник любого металла (только не жестяной, слишком непрочный) и такой величины, чтобы он входил в ящик рядом с котелками. Столовую посуду составляют глубокая тарелка (эмалированная), суповая и столовая ложки, ножик, вилка и чайная ложечка, все легкие, алюминиевые, для питья—эмалированная кружка или деревянная чашка.

Провизия. В безлюдных местностях приходится возить с собой запас провизии, так как на охоту и рыбную ловлю нельзя всегда рассчитывать ¹⁾. Главный запас составляют морские галеты или же сухари; последние делаются из хорошего ржаного или пшеничного хлеба (не сы-

¹⁾ Но охотничье ружье с припасами, а в иных местностях и берданку или винтовку для крупного зверя, и рыболовные принадлежности нужно иметь с собой.

рого, кислого или с закалом) и должны быть хорошо высушены; в среднем считают 200 или 300 г на человека в день (в зависимости от количества мяса, масла, крупы). Сухари возят в плотных мешках во вьючных сумках или поверх вьюка (укрывая брезентом). При продолжительных дождях и вообще в сырую погоду нужно время от времени пересушивать сухари, рассыпая их тонким слоем на брезенте на солнце, во избежание плесени, которая делает их горькими. Подмоченные сухари нужно просушить при первой возможности и расходовать в первую очередь. В Киргизской степи удобный запас мучного представляют баурсаки — колобки из пресного теста, жареные в сале; они прочнее для перевозки и не плеснеют. Сушеное (вяленое) мясо, рекомендуемое некоторыми путешественниками, очень долго варится и невкусно, но в малонаселенных местностях это приходится возить. Мясные консервы составляют тяжелый груз, но небольшой запас полезно иметь для боковых экскурсий налегке и на случай очень позднего прихода на ночлег, чтобы скорее иметь ужин. Для той же цели служит копченое мясо (ветчина, колбаса), но летом оно скоро портится. Для заварки супа и для каши нужно иметь несколько сортов крупы, а для супа — сушеные овощи. Яичный порошок, легкий и питательный, составляет полезный запас; сухой бульон скрашивает постный суп из овощей; желатин может заменить большую часть белков и удобен для перевозки. Масло перетопленное и просоленное в плотных жестянках или растительное в бидоне, а также топленое сало составляют запас жиров для каши, яичницы, лепешек (для последних нужно иметь крупчатку, соду и кислоту). Несколько банок сгущенного молока и какао в порошке позволяют иметь утром более питательный завтрак. Чай (байховый или плиточный) нужен всегда, как равно и сахар (песок, 1.200—1.600 г на человека в месяц); в жаркие дни или при плохой воде приятно прибавлять в чай клюквенный экстракт или лимонную эссенцию. Не следует забыть и приправы — соль, перец, горчицу. Макароны и фасоль могут разнообразить пищу. Для сухого завтрака в седле хорошо иметь в дополнение к горсти сухарей сухие фрукты и шоколад, если нет куса вареного мяса. Это поддерживает работоспособности до обеда или вернее ужина, который будет вечером.

Спиртные напитки составляют тяжелый и крупный груз, а главное — не нужный, так как постоянное употребление их вредно. Вполне достаточно иметь в багаже бутылку водки или коньяку и бутылку красного вина, то и другое только как лекарство. Рюмка коньяку позволяет быстро согреться, когда сильно промокнешь или преддрогнешь, а чай или горячий ужин еще не готов; красное вино помогает при острых расстройствах кишечника.

Пример непьющего путешественника хорошо действует и на местное население, к сожалению, приученное старыми колониальными привычками путешественников к тому, что их спаивают.

Чистота белья и тела в путешествии еще более необходима, чем дома, так как иначе, в особенности при частых ночевках в некультурных условиях или при ночлегах в селах, трудно остаться свободным от нара-

зитов. Случай купаться представляется не во всякой местности, а мытье у колодца или на крутом или на грязном берегу ручья не особенно удобно и потому производится кое как. Поэтому хорошо иметь тазик резиновый, легко укладываемый в сумы) и брезентовое ведро (необходимое также, чтобы доставать воду из колодцев); тогда можно мыться как следует возле палатки, а время от времени (на дневках) устраивать в палатке мытье всего тела горячей водой и, в случае надобности, собственноручно выстирать свое белье. Мыла, конечно, нужно иметь небольшой запас.

Для пустынных местностей, где вода нередко плохая, необходимо иметь пару боченков (каждый ведра на 3—4 для лошадиного и 6—7 для верблюжьего вьюка), чтобы возить запас воды для людей, тем более что иногда приходится и ночевать в безводном месте.

Белье, платье, обувь. При полевой работе белье и платье скорее рвется, чем дома; поэтому оно должно быть прочное; заниматься починкой некогда и рвань составляет бесполезный груз. Нужно иметь несколько перемен полотняного или бумажного белья, а на случай холодов — одну смену шерстяного. Платье должно быть сообразно климату исследуемой местности, в более теплом — легкое, парусиновое, в прохладном — шерстяное. При верховой езде и ходьбе по кустам всего больше страдают брюки, так что их нужно иметь больше; на куртке, блузе или толстовке должно быть несколько карманов. Необходим плащ или пальто — брезентовое ¹⁾ или резиновое с капором для головы для дождливых дней; свернутое в трубку оно должно быть за седлом геолога. Для холодных вечеров и дней, особенно в высоких горах, нужна теплая ватная или драповая куртка; она удобнее для ходьбы и верховой езды, чем теплое пальто. Для холодных ночей в дополнение к легкому одеялу нужно второе, более теплое или легкая шуба. При путешествии поздней осенью или зимой необходимы фуфайка, ватные брюки, меховая куртка, теплые перчатки и шапка с наушниками, а для ночи — шуба или меховое одеяло или спальный мешок.

Прочная и удобная обувь имеет большое значение для успеха полевой работы, так как в порванной или искривленной обуви или с израненными, натертыми ногами каждый лишний шаг делается неохотно, а уметь ходить много — необходимо геологу. В местностях болотистых или дождливых, когда приходится много бродить по болотам, переходить в брод ручьи, пробираться пешком по высокой мокрой траве или по кустам — необходимы прочные водонепроницаемые сапоги с голенищами выше колен (которые больше всего намокают, легче простуживаются и потому должны быть защищены). В местностях более сухих достаточны более легкие, но также лучше водонепроницаемые сапоги

¹⁾ Чтобы сделать одежду непромокаемой, рекомендуется следующее: от 5 до 10 частей шерстяного жира (*adeps lanae*) разжижаются небольшим количеством хлороформа и растворяются в 90—95 частях газаolina. Одежду погружают на несколько минут в этот раствор, затем выжимают и сушат на воздухе. С грубой одеждой, напр., брезентовой, лучше поступать так, как с палаткой (см. выше).

с голенищами до колен; в степях и пустынях можно носить и шнурованные ботинки с крагами или чулками (брюки на выпуск цепляются за камни, прутья и колючие растения и мешают свободной ходьбе). Местная обувь в иных случаях практична, напр., мягкая кавказская, для ходьбы по скалам, но к ней нужно привыкнуть; мягкие тунгусские и якутские сапоги водонепроницаемы и на крутых склонах скользят; монгольские и киргизские сапоги совершенно неудобны, эти народности пешком почти не ходят.

При всякой обуви нога должна быть толсто и мягко одета; это первое условие, чтобы не ранить или не натереть ноги. Поэтому поверх тонкого вязаного носка нужно всегда, даже в жару, надевать толстый шерстяной носок (при ботинках—чулок) или намотать портянки (онучи, подвертки). Полезно перед большими пешими экскурсиями смазывать всю ступню и пальцы салом, вазелином или глицерином, чтобы кожа стала мягче. Обувь не должна нигде жать и примерять ее при покупке нужно, обувши ногу, как для экскурсий.

Чтобы выдержать дольше трудную работу, обувь требует попечения о себе; при постоянной ходьбе по росе или дождю ее нужно смазывать ежедневно, вообще же не менее раза в неделю салом или жирной мазью (не ваксой или лаком), предварительно обмыв обувь, если она грязна или пыльна; мазь втирать жесткой щеточкой в чистую кожу и затем выставить обувь на солнце или к костру (не близко к огню) для просушки. На каждые 3—4 месяца полевой работы нужно иметь 2 пары сапог или ботинок; при частой ходьбе по голому щебню или гальке придется прибавить и третью пару, если нет случая починить поношенную.

Для верховой езды женщины должны иметь короткую и широкую юбку или, лучше, широкие шаровары. Обувь с низким и широким каблуком, такую же прочную и на толстом чулке как мужчины. В сухих местностях хороши также брезентовые сапоги, очень легкие (но при обилии щебневых осыпей непрочные). Дождевой плащ должен быть длинный, чтобы закрывать колени при верховой езде. Морские плащи у „Красного Водника“ (Ленинград, Бармалева ул.), пропитанные вулкаником, изготавливаются трех сортов: миткалевый (13—15 руб.), парусиновый (15—18 руб.) и брезентовый (18—20 руб.). Последние тяжелы, первые не прочны, парусиновые лучше всех. Для холодных ночей хорошо заячье одеяло—очень легкое и теплое.

Относительно головного убора можно сказать, что для дождливых и холодных дней предпочтительна фуражка, а для жарких—фетровая шляпа.

Аптечка. Хотя во время путешествия на свежем воздухе человек, несмотря на все невзгоды, редко болеет, но всетаки нужно иметь с собой походную аптечку. Последние имеются готовыми разной величины и на разные цены в аптекарских магазинах, но их легко составить и самому: в аптеке должны быть: тинктура иода, хинин, ландышевые капли (сердечные), слабительные пилюли или лепешки, тинктура опия, аспирин,

кокаин (для зубов, хотя зубы вообще следует вылечить до путешествия), нашатырный спирт, цинковая мазь, борно-цинковые капли с пипеткой (для глаз), вазелин, нодоформ или лизоформ (для дезинфекции ран), гигроскопическая вата, английский пластырь, клеенка для компрессов, лейкопласт, марлевый бинт, сухие горчичники и маленький ландет, а также походный лечебник. Для животных полезно иметь английскую соль в качестве слабительного и бутылку березового дегтя, очищенной нефти или карболки для смазывания ссадин и ран. В местностях с сыпучими песками нужно иметь особые очки, с боковой сеткой, а для снегов и ледников — снеговые очки, без которых очень болезненное воспаление глаз, называемое снеговой слепотой, неминуемо ¹⁾. Комары, москиты и мошки составляют истый бич многих местностей и доставляют путешественнику много неприятностей; от них при работе защищают перчатки и сетка из густой кисеи или тюля, надеваемая на резинке поверх шляпы и спускающаяся на плечи (капоры из ситца с волосяной сеткой спереди, которые в ходу у кочевников, крепче, но душны). На ночь можно избавиться от комаров, выкурив их из палатки и выжигая оставшихся свечей, после чего плотно застегнуть дверной разрез, а в очень комариных местах накинуть на него снаружи дополнительное полотнище.

Аптечка нужна также и для оказания помощи местному населению, особенно в тех районах, где налаженная медицинская помощь по отдаленности или малонаселенности района отсутствует.

Мелкие принадлежности. Чаше, чем организм человека, во время путешествия в мелкой починке нуждаются его вещи, и для этого нужно возить с собой некоторые инструменты и принадлежности. Для починки платья и белья нужно иметь ножницы, иголки, черные и белые нитки и разные пуговицы. Для починки сум, ящиков, сапог, сбруи нужны: шило, дратва, напильник, остро- и плоскогубцы, отвертка, долото, буравчик, маленькая пила, запас гвоздей и винтов разной величины и немного тонкой проволоки. В безлюдных местах приходится возить еще для перековки животных — подковы соответствующей величины, подковные гвозди и клещи. В глухих селах и местностях нельзя достать гвоздей или винтов для закупоривания ящиков с коллекциями, поэтому запас тех или других нужно иметь с собой.

Полезно иметь несколько ракет для подачи сигналов отставшим или заблудившимся (ночью).

Верховые и вычные животные. Успех полевой работы во многом зависит и от целесообразного выбора животных, служащих для передвижения, так что некоторые замечания по этому вопросу будут небесполезны.

Всего чаще геологу приходится иметь дело с лошадью как под верх, так и для вьюка; при выборе лошади нужно обращать особое внимание на грудь, спину, ноги и копыта. У сильной лошади грудь

¹⁾ Зелено-желтые очки из стекла Эйфос предохраняют от снеговой слепоты вообще от избытка химических лучей при ярком освещении лучше дымчатых.

широкая, мускулистая; очень узкогрудые лошади слабы. Спина не должна иметь ран или не вполне заживших (не покрывшихся волосами) ссадин, волдырей и опухолей, особенно на самом хребте в области седла. Ноги не должны быть искривлены вперед, назад или в бока, не должны иметь ран и опухолей. Копыта должны быть крутые, крепкие, без трещин и надломленных, выщербленных краев; лошади с очень плоскими и широкими копытами больше спотыкаются и легче теряют подковы и для горных троп совсем не годятся. Круп лошади не должен резко свисать к хвосту. Чрезмерная худоба — признак слабосильности и истощения лошади, которая при постоянной работе не поправится; лошади очень жирные также не годятся — будут скоро уставать, пока не спустят весь жир. Под верх лошадь должна быть спокойная, не пугливая, не капризная или дикая (урус), так как геологу при езде нужно следить за местностью, за обнажениями, характером почвы, обломков и пр. и он не может уделять свое внимание причудам лошади. Лошадей, покупаемых или нанимаемых под вьюк, нужно испробовать под таковым, так как есть экземпляры, которые дают себя завьючить, но потом начинают лягаться, бросаться, ложиться, стараясь сбить вьюки. Лошадь под верх также нужно пробовать, проехавшись разными аллюрами по дороге и без дороги, чтобы видеть, не спотыкается ли она часто и как идет по камням, кочкам, не слишком ли пуглива, слушается ли узды и дает ли спокойно садиться и слезать. Высоту лошади нужно выбирать по своему росту, чтобы нетрудно было влезать и слезать. Для геолога лучше лошадь низкая, чем высокая; усилия, связанные с посадкой на высокую лошадь, отзываются на работе, так как иной раз из-за этого пропустишь обнажение, которое следовало бы осмотреть. Уже Рихтгофен указал в своем путеводителе, что геолог успешнее всего работает, идя пешком, и чем труднее покидать средство передвижения, тем реже это делается вследствие психологии человека.

Возраст лошади, при кратковременности ее службы геологу, не играет большой роли: не нужно брать только слишком молодых (моложе 4 лет) и слишком старых (старше 13—15 лет), так как те и другие скоро утомляются.

При вьючном передвижении лошади привязываются гусем друг за другом по две или по три; переднюю ведет за повод конюх или проводник. Не следует позволять, чтобы их пускали свободно кучей, так как при этом вьюки трутся друг о друга и сбиваются, лошади останавливаются щипать траву или отбегают в сторону.

В некоторых местностях — в степях и не слишком высоких горах (на Кавказе, в Туркестане, Киргизской степи и Джунгарии) — для вьючного передвижения хороши ослы (ишаки), которые довольствуются скудным подножным кормом, требуют меньше ухода, чем лошадь, и везут такой же груз, как последняя. Но и они имеют свои недостатки: иные очень упрямы или злы; невысокий рост заставляет их бояться более глубоких бродов, на которых иные ложатся вместе с вьюком в воду; в местах очень каменистых (на горных осыпях) они легко ущемляют

свои небольшие копыта между камнями и ломают или вывихивают ноги; не выносят продолжительного дождя или холода альпийских высот. Они не приучены идти гусем на привязи друг за другом и их гонят кучей, причем вьюки сталкиваются и расстраиваются. Тем не менее, испробовав ослов в течение трех путешествий по степям и горам Джунгарии, я остался ими вполне доволен; для верховых лошадей приходилось возить с собой овес, тогда как ослы выдерживали на подножном корме. Ослы годятся и под верх; но людям высокого роста нужно выбирать особенно рослых ослов, так как иначе ноги всадника почти волочатся по земле и задевают за небольшие препятствия. Силу осла пробуют, взяв его за хвост и стараясь сдвинуть с места; сильные ослы не пьются при такой пробе. У вьючных ослов спины почти всегда покрыты ссадинами и ранами, что не мешает им везти груз; приходится выбирать наименее пораненных.

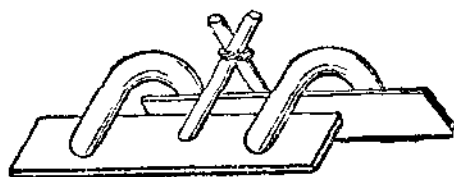
Мулы хороши под верх и вьюк только в определенных местностях, напр., в Китае, где они приучены к хорошему зерновому корму и к яслям постоянных дворов. Они прекрасно несут тяжелый вьюк по скверным горным тропам, и если есть возможность достать мулов, довольствующихся подножным кормом, то это будут лучшие вьючные животные для горных исследований.

Верблюд не годится под верх для геолога, так как процедура слезания и влезания на него слишком продолжительна—животное должно лечь на брюхо и не всякое исполняет это охотно и быстро; кроме того, на верблюде приходится сидеть широко раздвинув ноги, что утомительно для непривычного человека, а на ходу подвергаться качке, которую не каждый переносит. Как вьючное животное верблюд очень хорош в песчаных и каменистых пустынях, в холмах и не слишком высоких горах; по узким горным тропам и через глубокую воду он идет неохотно и на бродах иногда ложится вместе с вьюком; горные осыпи и россыпи, голый, острый щебень для него почти недоступны, а на больших высотах при частых дождях и сырости он начинает хворать. Кроме того, в первой половине лета, когда вылинявший верблюд совершенно гол или покрыт очень короткой шерстью, его нужно очень беречь от сырости и холода и не вьючить тяжело, так как спина легко сбивается. Лучшее время для путешествия с верблюдами—осень, зима и начало весны, когда отъевшиеся за лето животные наиболее сильны и выносливы. В караване верблюды приучены ходить гусем, привязанные друг к другу.

Северный олень—прекрасное вьючное и верховое животное для болотистых местностей севера РСФСР и Сибири, как лесистых, так и тундровых, но несет небольшой вьюк, а езда на нем требует привычки. Выбор животных и способ обращения с ними нужно предоставить местным жителям.

Остается сделать еще замечание о седлах. Для верховой езды лучшим седлом нужно считать кавалерийское или пехотное военного образца с жесткой ребристой подушкой и низкими луками; сзади к нему приторачиваются маленькие кожаные сумки, в которых геолог возит

все, что должно быть под рукой в течение дневного перехода, но что слишком трудно навесить на себя; в них найдут себе место: бинокль, если он не нужен часто, гипсотермометр, фотографическая камера, запас ваты, бумаги и коробки для окаменелостей, маленький молоток, половина номерованных мешечков, горизонтомер, запасный компас, сухой завтрак, полотенце и мыло, сетка от насекомых, снеговые или пылевые очки и т. п. К передней луке с левой стороны привешивается третья сумка или сетка с номерованными мешками, в которую складываются собираемые за день образчики, а с правой стороны — бутылка с чаем или кипяченой водой (для питья и гипсотермометра), обшитая войлоком, который предохраняет бутылку от разбития, а воду от нагревания солнцем (если время от времени смачивать войлок, то вода в бутылке всегда будет холодная).



Фиг 18

Казачьи седла менее удобны; их высокие луки мешают легко садиться и слезать, мягкая подушка слишком греет, а сидеть приходится согнув ноги, что утомительно при долгой езде. Английские

седла обыкновенно делаются для крупных лошадей с широкой и ровной спиной; на более мелких туземных лошадях они лежат не прочно, легко свертываются на бок и набивают хребет.

Другие седла — киргизские, монгольские, сартовские — очень неудобны для европейцев и с ними можно мириться в крайнем случае; всего лучше для себя иметь собственное седло с прицепленными сумками, а не менять седло при каждой перемене лошадей.

Вьючные седла для лошадей и мулов представляют просто деревянные (остов) верховых седел или же делаются особые деревянные с рогульками (фиг. 18). В Китае вьючные седла для мулов представляют деревянный полуцилиндр с закраинами, вьюк же привязывается к особой двухсторонней лесенке, которую затем поднимают и прямо кладут на седло; привязывать вещи к лесенке, стоящей на земле, гораздо удобнее, чем вьючить на самом животном, которое вертится, иногда лягается или кусается; но при этом способе вьюк должен быть строго уравновешен, иначе лесенка легко сворачивается на тот или другой бок. Для ослов употребляются те же деревянные, но чаще простой валик, набитый соломой или шерстью и согнутый вдвое, который ложится вдоль хребта, изгибом за холку, концами к хвосту; под него, как и под всякие деревянные, подкладывается потник из войлока. Вьючные седла для верблюдов состоят из двух больших матрацев, набитых соломой или шерстью; к каждому матрацу прикреплены по две продольные палки; верхние палки обоих матрацев соединены друг с другом и такое седло накладывается на горбы (или горб) животного и свисает на его бока.

При употреблении каких бы то ни было животных нужно следить, чтобы потники под седлами были достаточно толсты, не изорваны, не запачканы сором и грязью, гноем, кровью и просушивались ежедневно.

после расседлыванья, так как это предохраняет спины животных от ссадин и надавов, превращающихся постепенно в раны ¹⁾).

Что же касается времени корма и водопоя, то нужно руководствоваться тем, к чему приучены данные животные. В одних местах животных после развьючки немедленно расседлывают и пускают пастись, в других же их выдерживают под седлами $\frac{1}{2}$ —1 час, чтобы они остыли, стоя на месте, или же гоняют их шагом взад и вперед (вываживают), а потом расседлывают. Выстаивание или вываживание вообще более распространены и полезнее, чем выпускание разгоряченных и усталых животных на корм. На ходу можно поить (не чрезмерно) и разгоряченных животных, но после остановки на ночлег их нельзя пускать к воде, по крайней мере, час.

При выючке более крупные тюки и ящики, висящие на боках животного, обвязываются веревками, которые соединяются друг с другом петлями и кольшками; более мелкие и легкие тюки кладутся сверху, и затем весь выюк обвязывается еще веревкой, способом, различным в разных местах. Если у ящиков и сум имеются по два ремня с кольцами вверху и внизу, то это избавляет от обвязыванья веревками, так как петли можно привязать к верхним кольцам на все время. Нижние кольца служат для стягиванья выюка веревкой под брюхом, но выючащие вообще пользуются ими редко.

Верховые и выючные животные (кроме верблюдов и северных оленей) для длинного пути по гористым или каменистым местам должны быть подкованы наново. В пути нужно следить за целостью подков, подправлять своевременно ослабевшие, заменять сломанные или потертые, для чего в пустынных местах нужно возить с собой запас подков и гвоздей (машинные лучше кузнечных), клещи и молоток. Один из конюхов или погонщиков должен уметь подковывать животных. В местностях, где подножный корм очень скуден, приходится возить запас зерна для подкрепления лошадей и мулов, изредка верблюдов.

Лодочная работа. Для геологических исследований маршруты по берегам рек представляют часто исключительный интерес, так как разрезы здесь обыкновенно гораздо полнее и свежее обнажений на склонах и водоразделах и выходы полезных ископаемых, особенно мягких (угля, глины, охры, мела), видны лучше. Поэтому, если река допускает плавание хотя бы в небольшой лодке, следует предпочесть этот способ передвижения: или исключительно, если местность богата реками, или в комбинации с выючным или колесным. При работе с лодки можно осматривать обнажения обоих берегов, что не всегда удобно при передвижении по суше (если река широка и глубока и переезд через нее требует много времени). Кроме того, лодка представляет быстрое, удобное и дешевое средство передвижения, а иногда и единственно возможное (в глухой, бездорожной местности). Лодка достаточных размеров

¹⁾ Раны у животных хорошо и скоро заживают при посыпании их порошком глюкозы или сахарной пудры или при смазывании раствором 25% сахара в воде.

позволяет везти с собой все снаряжение, припасы и коллекции при наименьшем количестве рабочих, а также представляет наименее утомительное средство передвижения для исследователя, который при этом способе может осмотреть за день большее количество обнажений, чем верхом или пешком. Наиболее удобны лодки с грузоподъемностью на 420—470 кг, для которых достаточно два рабочих; на такой лодке геолог с коллектором и двумя рабочими может проплавать недель 6—7 в совершенно безлюдной местности и только после этого срока придется выехать в жилое место для возобновления провизии и сдачи коллекций. При плавании по большим рекам необходимо иметь еще легкую маленькую лодку (берестянку, стружок) для боковых экскурсий по притокам ¹⁾.

В заключение следует заметить, что если геолог собирается в путешествие в местности более отдаленные, отличающиеся по климату и условиям передвижения от таковых средней и южной частей РСФСР, Сибири, Туркестана, Кавказа, то при изучении литературы о районе предполагаемых работ нужно принимать во внимание те указания, которые исследователи дают относительно особенностей снаряжения и всех условий работы. Это важно еще потому, что в таких отдаленных местностях ничего, кроме местных продуктов, достать нельзя, а трудность местных условий требует особенно полного и обдуманного снаряжения, иначе можно попасть в критическое положение и рисковать неудачей всего путешествия или крупными пробелами в наблюдениях.

Обеспеченности полевой работы в северных тасжых областях Сибири ²⁾

Неблагоприятными условиями геологических исследований в этих областях являются обширные леса, скрывающие обнажения, и почти полное безлюдье, летом, кроме того, болота, комары, мошки, оводы, слепни в огромном количестве, а зимой жестокие морозы, метели и короткий день. В зависимости от этих условий находятся и особенности снаряжения геолога.

Среди средств передвижения лучшим является лодка, дающая возможность работать с наименьшей затратой сил и денег и видеть

¹⁾ Для лодочных путешествий полезны следующие пособия:

1) Васильев, Н. Парусный ботик и управление им. Ленинград, 1926, 3-е изд. Ц. 45 коп.

2) Шедлинг, Ф. Как самому построить парусно-гребную шлюпку. Ленинград, 1926. Ц. 45 коп.

3) Шмидт, Е. Байдарка, как ее сделать и как ею управлять. Библиографический журнал „В мастерской природы“. Ц. 35 коп.

4) Богданов, Д. Общая лодка рек. Руководство для речных судоводителей и учащихся в учебных заведениях водного транспорта. Изд. Центр. Упр. Транспос. Москва, 1925, с атласом чертежей. Ц. 2 руб. 25 коп. (Содержит русскую терминологию частей речного русла и берегов и атлас, изображающий изменения русла, образование островов, кос, опечек и пр.).

²⁾ Очерк С. В. Обручева.

наибольшее количество свежих и интересных обнажений. На севере лодки обыкновенно бывают только маленькие—тунгусские „берестянки“ из березовой коры, якутские „ветки“ из трех тонких досок и русские „стружки“ (ветки, душегубки), долбленные из осины или тополя. Все они очень удобны для боковых экскурсий и в качестве дополнения к грузовой лодке для осмотра обнажений, к которым тяжелую лодку трудно причаливать. Все эти лодки хрупкие (особенно берестянки), требуют осторожного обращения и легко перевертываются, так что для плавания в них нужен некоторый опыт. Большие лодки можно найти только у русского населения и там, где такового нет, приходится строить лодку самому. Многие сибирские крестьяне умеют делать лодки; два рабочих могут построить большую лодку на 100 пуд. груза в 2 недели и на 40 пуд. в неделю, включая заготовку леса тут же на месте (делают из сырого леса). Нужно иметь с собой кованые гвозди (лодочные трехгранные) 30 фунт. 2¹/₂-вершковых и 10 фунт. 3-вершковых на 100-пудовую, 5—7 фунт. 2-вершковых и 3 фунта 3-вершковых на 40-пудовую. Для сплава вниз по реке легко построить плот из сухостойного леса, выбирая лучший по легкости материал в таком порядке: кедр, ель, сосна, лиственница (самая тяжелая). Плот из 8 еловых бревен 6 верш. в отрубе, длиной в 15 арш., шириной 3¹/₂ арш., поднимает более 100 пуд. и делается 2 рабочими в 8 часов, включая рубку леса и подтаскивание его к берегу реки.

Для сухопутного передвижения служат лошади и олени; летом нужно предпочесть первых, зимой—вторых. Лошади летом могут пройти везде, где идут олени, и хотя больше вязнут в болотах, но искупают это большей грузоподъемностью и удобством выючки. Выюк оленя не больше 32 кг, и далеко не все предметы снаряжения можно выючить на него; кроме того, летом олень не выдерживает больше месяца интенсивной работы, так что приходится менять весь караван. Для верховой езды на олене требуется большая привычка. Поэтому летом снаряжать караван из оленей следует только в таких местностях, где совершенно нет травы. Лошади могут работать без подкормки овсом и сеном до осени (15 сентября), когда желтеет трава. После этого, особенно добывая корм из-под снега, выдерживают только очень привычные выносливые лошади (напр., верхоянские и оймяконские в Якутии) или совершенно свежие, так называемые „жирные“, а „сухие“ быстро выбиваются из сил и гибнут. Зимой можно передвигаться на лошадях только в местах, где есть овес и сено. Якутские лошади большею частью не едят овса, но зато на свежих горных якутских лошадях можно пройти и зимой несколько недель на подножном корму до их полного истощения. В зимнее время наиболее рациональным средством передвижения на севере Сибири является олень, запряженный в нарту. В тундровой области севера его заменяют собаки, но для корма последних нужно возить с собою сушеную рыбу (юколу), что составляет лишний большой груз.

В болотистой и лесной не каменистой местности лошадей можно не ковать, так как некованная лошадь меньше вязнет в болотах и, барах-

таясь, не ранит себя подковами. При чередовании болот и гор, напр., на северо-востоке Якутии, приходится ковать, так как без подков только горные лошади выдерживают больше 1—2 месяцев пути. В болотах подковы быстро отрываются, поэтому нужно иметь запас их—по полному скату (4 штуки) на лошадь. Нужно ковать немедленно после потери подковы, иначе копыто обламывается по краям.

Переходы через болота сильно задерживают движение каравана, но не представляют ничего непреодолимого. Вьюк лошади в болотах не должен превышать 70 кг (4½ пуда), иначе лошадь не в состоянии подняться. Вьючка должна быть такова, чтобы можно было легко развьючить увязшую лошадь. Постоянное падение вьюков в болоте требует почти герметической укупорки вещей. Крупу следует помещать в два брезентовых мешка (один быстро сыреет). Мука выдерживает и в одном мешке, так как при подмоке с поверхности образуется корка. Кроме того, брезентовый мешок должен быть вложен в простой или в северную кожаную суму, иначе он быстро протрется веревками и в лесах оботрется о деревья; простой мешок через месяц таежного пути превращается в лохмотья. Северные кожаные сумы (тунгусские, якутские) не могут заменить брезентовый мешок, так как большей частью не свободны от мелких дырок, а также скоро рвутся о деревья. Превосходно выдерживают сумы из хорошей кожи русской выделки. Они должны быть устроены так, чтобы при падении в воду на броду или в болоте вода в них не могла проникнуть сразу (изображенные на стр. 28, фиг. 9 сумы хороши).

Вьючные ящики лучше с окованными жестью или железом углами и ребрами, так как им приходится выдерживать сильные удары о деревья. Якутские вьючные ящики деревянные, обшитые кожей, в тайге быстро разрушаются, так как доски скреплены плохо, а кожа сшита слабо; они требуют постоянного ремонта и даже новые сразу пропускают воду через дно. Поэтому, несмотря на их дешевизну (5—7 руб. штука), их можно рекомендовать только для зимних поездок или для езды на лодках или телегах.

Вьючные седла в Якутии делают с двумя рогульками (ханка—как изображено на фиг. 18, стр. 47); они имеют большие преимущества при вьючке, так как может вьючить один человек при помощи подставки с одной стороны. Снизу якуты подвязывают короткую подбрюшную веревку, так что весь вьюк легко скинуть в болоте; но при этой системе вьюк хлябает, и русская обвязка крепче.

Потники в Якутии делают из сена в виде простеганного крепкого матрасика, сверху, а иногда и снизу, обшитого мешком или шкуркой оленя. Эти потники очень дешевы, их легко можно изготовить везде, где есть старое хорошее сено (потники из свежего сена лошади объедают); но они быстро портятся, починка требует много времени и далеко не каждый якут умрет это делать; в болотах и в дождь они намокают, а сушить их долго. Поэтому нужно привозить с собой войлок (кошму) для потников (в Якутии не всегда, особенно весной, его можно достать). Очень хорошо подкладывать под потники (даже войлочные) легкие

оленьи шкурки шерстью к лошади; это предохраняет спину последней от надавов и ссадин.

От комаров и мошек необходимо иметь сетки для головы и кожаные перчатки для рук. Сетки делают черные (от белых болят глаза) в виде цилиндра с резинками сверху (на шляпе) и внизу (на шее). Сетку лучше надевать на шляпу с полями, чтобы она не прилегала к лицу. Материал сетки от комаров—крупный тюль, от мошек—мелкий тюль с ячейками не более 0,5—0,8 мм, черный полубатист или газ; последний легко рвется в лесу и линяет, пачкая лицо. Гвоздичное масло и т. п. средства в тайге не помогают. Якуты мажутся дегтем пополам с маслом, дегтем же мажут животным морду, грудь и промежность—наиболее чувствительные места. При стоянках в комарином районе лучше выбирать место, открытое ветру; ночью всего меньше комаров в устьях маленьких боковых долин, откуда дует холодный ветер (хиус).

Палатка предохраняет от комаров, если тщательно закрыта; очень хороша палатка Сапожникова, так как, благодаря наклону, полотнища входа плотно прилегают друг к другу. В датской палатке приходится накидывать на ночь на вход еще добавочное полотнище. Нужно следить, чтобы подол палатки был хорошо заправлен под половой брезент и придавлен вещами. В очень комариных местах приходится засыпать низ палатки снаружи песком или землей.

Зимой наиболее удобны палатки датского, монгольского или якутского типа, но подвешиваемые к внешнему остову, как изображено на фиг. 16, стр. 37, с той разницей, что наклонных шестов по обоим концам нужно ставить не два, а три пирамидкой, иначе остов без добавочных оттяжных веревок не устойчив. Низ палатки для тепла засыпают снаружи снегом. Под палаткой снег иногда разгребают до земли, иногда только слегка утаптывают; в последнем случае под печку нужно положить камни или поленья. Если нет брезента—на снег или землю настилают хвойные ветви.

Зимой необходима печка, размеры которой зависят от величины палатки и температуры. Датскую палатку в 3×4 арш. печка в 0,7 м длины (1 арш.) обогревает хорошо при морозе в $30-40^{\circ}\text{C}$.; при $-50-60^{\circ}$ она недостаточна, а при -10° слишком тепла. Ножки у печки должны быть складные, иначе они ломаются на вьюке; при отсутствии ножек нужно ставить печку на плоские камни или на асбестовый лист. Трубы должны вкладываться одна в другую, а колена можно класть при перевозке в печку (в печку с боковой топкой трубы также вкладываются внутрь). Если печка с боковой топкой тянет плохо—нужно пробить зубилом несколько дырок в двери и даже в боках. Перевозят ее на вьюке в простом мешке.

Для ночлега зимой необходим спальный мешок; наиболее теплы мешки из волчьего или медвежьего меха, хороши также из бараньего; шкуры оленей тяжелее, линяют, но также теплы. В мешке можно спать раздевшись даже на морозе в 30° ; поэтому хорошо спать мешком простыню и легкое одеяло и вкладывать их в спальный мешок. В последнем

разрез делается сбоку или в головном конце; мешок должен быть длиннее роста человека, а у разреза делается меховой клапан. К ногам мешок делают уже ради тепла и экономии материала и веса. Под мешок подстилают шкуру (оленью, медвежью и пр.) или войлок.

Местная одежда зимой вполне пригодна для работы. Нужно иметь легкую меховую куртку или полушубок, в которых можно ходить и бегать, а на них накидывать во время езды большую доху или кухлянку. Компас, записную книжку и пр. нужно держать не в кожаных сумках, которые холодят пальцы, а в суконных; дощечку компаса обшить по краям тонким сукном. На руках нужно иметь двойные рукавицы (больше всего нужно беречь руки, работа при температуре ниже 40—45° С. становится мучительной); доставать из карманов что либо на морозе трудно. Лицо удобно закутывать шарфом. На ноги надевают меховые сапоги (торбаса, унты, бахари), а внутрь несколько пар меховых и шерстяных чулок; поэтому длина подошвы сапога должна быть в 30—35 см, что нужно иметь в виду при покупке (у северян ноги небольшие, так что сапоги их для европейца часто слишком коротки). В сапог кладут еще сено или толстую войлочную стельку. Меховые сапоги часто лопаются по швам и, попав в воду (наледи), легко обморозить ноги. Поэтому для ходьбы лучше кожаные сапоги из тонкой гибкой кожи; обычно делают их из ровдуги (оленья замша), но нужно думать, что из русской кожи они будут прочнее и более непромокаемы. Валенки тяжелы и не гибки, а в обыкновенных сапогах холодно и скользко.

Продовольствие приходится возить с собою в большом количестве, так как места большею частью безлюдны; на местах можно достать мясо (оленье, коровье, лосиное). Нормы снабжения при наличии мяса будет такова (на человека в месяц):

Муки ржаной . . .	16 кг	Овощей сушеных	200 г
Мяса	16 „	Чай	$1\frac{1}{2}$ кирпича
Масла	3—4 „	Мыла	200 г
Сахара	1,2—1,6 „	Табак	1.200 г
Соли	1,2 „	Спичек	10 коробок
Крупы разной . . .	2—4 „		

В случае отсутствия мяса нужно увеличить выдачу муки, масла и крупы. Чаю националам нужно до $\frac{3}{2}$ кирпича. Сухари держатся $1\frac{1}{2}$ —2 месяца, если не будут подмочены; их берут по 3 кг вместо 4 кг муки; при долгой перевозке व्यюком они сильно крошатся. Из муки делают пресные лепешки, прибавляя при замешивании теста немного соды для пышности; пекут на сковороде на масле. При продолжительной стоянке на одном месте можно печь хлеб, устроив печку в яме, а закваску приготовить из кислого молока с сахаром. При наличии мяса и хлеба или сухарей масла расходуется меньше указанного. Масло нужно перевозить летом в плотных жестяных бидонах (в व्यючных ящиках), чай и сахар предохраняют от подмочки двойным или тройным брезентовым мешком. Листовой табак, который курят националы подмочки не боится. Спички беречь от последней, разделив по ящикам и сумам.

Фотографические пластинки и пленки летом и зимой нужно возить запаянными в жестянках. Снятые пленки не следует долго возить при сильных морозах, а проявлять (для чего очень хороши проявительные баки и порошки Кодака). Не экспонированные пленки в жестянках выдерживают морозы хорошо. Вскрытую жестянку следует заклеивать изоляционной лентой или заливать парафином.

Особой предосторожности требует перевозка зимой жидкой туши, которая от мороза совершенно портится; ее можно возить только на себе во внутреннем кармане одежды. Брезенты, пропитанные озокеритом, вулканитом и пр. на морозе ломаются: поэтому тюки, завернутые в пропитанные брезенты, можно разворачивать только в теплом помещении. Зимой поэтому лучше иметь непропитанные брезенты. Точно так же резиновые вещи (калоши, трубки, пипетки, тазы, складные лодки) на морозе ломаются; их надо перевозить в ящиках и предохранять от ударов (сухие калоши можно возить и в сумках). Стекло, соединенное с металлом (напр., аккумуляторы), от сильного мороза трескается вследствие неодинакового сжатия различных материалов.

Литература. Кроме руководств по полевой геологии, перечисленных в введении и содержащих в том или ином объеме указания о снаряжении (в общем менее полные, чем в настоящей главе), я приведу еще некоторые сочинения, дающие специальные советы для определенных местностей (список не является исчерпывающим; отдельные указания и полезные советы можно найти и во многих других путевых отчетах и описаниях).

1) Иловайский, Д. И. Ляпинский край. Очерк географии и геологии. Москва, 1925, стр. 56—59 (полезные указания для восточного склона Сев. Урала).

2) Гофман и Ковальский. Северный Урал и береговой хребет Пайхой, т. I. изд. Русск. Геогр. О-ва. СПб, 1853 (Северный и Полярный Урал).

3) Крузенштерн, П. Путешествие к Северному Уралу в 1874—76 гг. СПб, 1879 (Полярный Урал).

4) Schrenk, A. Reise nach dem Nordosten des Europ. Russlands, т. I. Historischer Bericht. Dorpat, 1848 (Большеземельская тундра).

5) Хибинские и Ловозерские тундры, т. I. Маршруты. Тр. Науч. Иссл. Инст. по изуч. Севера, вып. 29. Москва, 1925 (Центр. Лапландия).

6) Житков, Б. Полуостров Ямал, Зап. Русск. Геогр. О-ва по общ. геогр., т. 49. СПб, 1913 (тундры севера Зап. Сибири).

7) Толмачев, И. Проект экспедиции для исследования реки Хатанги. Изв. Русск. Геогр. О-ва, т. 41, вып. 2. СПб, 1905 (север Енисейской губ.).

8) Миддендорф, А. Путешествие на север и восток Сибири, т. I. СПб. 1867—78 (Таймырский полуостров).

9) Майдель, Г. Путешествие по северо-восточной части Якутской обл. в 1868—70 гг. СПб, 1896 (Верхоянский и Колымский край).

10) Маак, Р. Вилюйский округ Якутской обл., т. I. Изд. 2-е. СПб, 1883 (Вилюйский бассейн).

11) Камчатская экспедиция Ф. П. Рябушинского. Отделы зоологический и ботанический. Москва, 1916—1918 (Геолог. отдел не издан).

12) Слюнин, Н. Охотско-Камчатский край. 2 тома. СПб, 1900.

13) Сапожников, В. В. Пути по русскому Алтаю. Изд. 2-е. Томск, 1926.

14) Пржевальский, Н. Четвертое путешествие по Центральной Азии. От

Кяхты на истоки Желтой реки и т. д. СПб, 1888 (глава I. Как путешествовать по Центральной Азии).

15) Толмачев, И. П. По Чукотскому побережью Ледовитого океана. СПб, 1911.

16) Merzbacher, G. Aus den Hochregionen des Kaukasus. Leipzig, 1901, 2 тома (Гл. VII, т. I содержит наставление для снаряжения при работе в высокогорных частях Кавказа).

17) Brouwer, H. A. Practical hints to scientific travellers. Hague, 1925, 2-d edit. (на стр. 53—112 наставления для полярных путешествий по Шпицбергену и Новой Земле, а на стр. 133—150 полезные указания Д. Мушкетова для путешественников по Туркестану).

18) Bergman, St. Vulkane, Bären und Nomaden. Stuttgart 1926. (Много советов для летних и зимних поездок по Камчатке).

19) Обручев, С. В. В неведомых горах Якутии. Гос. Изд. 1928 (хорошо описаны условия работы в тайге и горах Якутии летом и зимой).

ГЛАВА II

ЗАДАЧИ И ПРИЕМЫ ПОЛЕВОЙ РАБОТЫ

Подготовка. В настоящее время на всем земном шаре уже не осталось сколько нибудь обширной территории, о которой не имелось бы скудных геологических данных, и геолог, отправляясь на полевую работу, непременно должен считаться с трудами своих предшественников, которые, с одной стороны, облегчают, с другой—усложняют ее задачу. Несомненно трудно работать в местности еще неисследованной, быть пионером и открывателем или иметь только очень немногих предшественников работавших старыми методами XVIII или первой половины XIX века; но таких местностей уже очень мало. Поэтому, до выезда на работы, необходимо подробно изучить литературу о данной местности, не только геологическую, но и географическую, что нередко требует затраты значительного времени и труда. Но зато геолог заранее знает более или менее основательно, с чем он встретится в поле, выяснит условия своей работы, наметит важнейшие вопросы, выберет целесообразный маршрут и соответствующее снаряжение. Для подбора литературы нужно пользоваться разными указателями и библиографиями (приведенными в конце этой главы); если о данной местности имеется более обширный труд последних десятилетий, то в нем обыкновенно приведена и нередко рассмотрена и вся более старая литература, что очень облегчит ее поиски. Знакомиться с литературой следует по возможности в хронологическом порядке, так как при этом выясняются история изучения данной местности, изменение взглядов исследователей на те или другие явления, определяются спорные или недостаточно разъясненные вопросы, оставшиеся пробелы, которые и следует отмечать в составляемых при чтении выписках и конспектах с выводами, схемами стратиграфии и тектоники, указаниями на условия передвижения, снаряжения, особенно интересные обнажения, месторождения полезных ископаемых и окаменелостей и пр. Прделав такую работу, геолог попадает

в поле уже вооруженный итогом трудов своих предшественников и будет в состоянии проверять их наблюдения и выводы, заменяя последние в случае надобности своими собственными на основании собранных новых фактов и достижений науки, решать спорные вопросы и ставить новые. Помимо этой подготовки, проделанная работа пригодится геологу и при обработке своих материалов и составлении полного отчета, так как в последнем полагается давать список и характеристику всей старой литературы. Наиболее полную и новую из прежних работ по данной местности полезно иметь с собой в оригинале.

Если есть возможность, то кроме литературы нужно познакомиться и с коллекциями, собранными предшественниками, так как чтение не может заменить зрительных впечатлений от типичных горных пород, минералов и, в особенности, органических остатков; присмотревшись к последним в коллекции, геолог в поле легко узнает их и определит возраст вмещающих пластов и свит.

Необходимо изучить также все карты, имеющиеся по данной местности, чтобы выяснить себе ее рельеф, условия передвижения, возможные места стоянок и снабжения, наметить маршруты и определить время, которое понадобится для исследования в зависимости от детальности и особых задач последнего. Так как каждое новое исследование той же местности обыкновенно является более подробным, чем предшествующее, то при выборе маршрута не следует избегать повторения маршрута предшественников, в особенности если последние работали давно или же изучение их отчетов показало неполноту или беглость их наблюдений. Только в том случае, если время для работы очень ограничено, а предшествующие исследования достаточно полны, нужно отдавать предпочтение маршруту, пролегающему преимущественно по непосещенным местностям, чтобы достигнуть наиболее полного освещения района; но и в этом случае полезно повторить хотя бы небольшую часть маршрута предшественников, чтобы проверить полноту и точность их наблюдений, познакомиться в поле с их терминологией и затем правильнее пользоваться их данными для сопоставления со своими при составлении карты и выводов.

На основании изучения литературы и карт геолог может уже составить смету предстоящей работы и список необходимого снаряжения. Если данных для этого недостаточно, ему придется запросить местные учреждения (напр., о путях сообщения, ценах на проводников, животных, провизию, о возможности найти таковые в тех или иных пунктах и т. п.) или же получить эти сведения от лиц, бывавших в той же или в соседних местностях в недавнее время.

Общие задачи. Задачей геолога при полевой работе является сбор материала для выяснения геологического строения данной местности, зависимости ее рельефа от этого строения, истории развития этого рельефа, а также в изучении месторождений полезных ископаемых, водоносности, условий проведения путей сообщения, возведения тех или других сооружений и т. п. в зависимости от цели исследования. Резуль-

татом работы должно быть описание местности, иллюстрированное геологической картой, разрезами, фотографиями и коллекцией. При сборе материала цель исследования определяет детальность и самый характер наблюдений; напр., при работе в связи с постройкой железной дороги особенное внимание обращается на состав и устойчивость грунта в будущих выемках, на условия перехода линии через реки и болота, на нахождение разных строительных материалов, условия водоснабжения; при гидрогеологических исследованиях особенно важно выяснение водоносных горизонтов, количества и качества воды; при поисках полезных ископаемых выслеживают признаки, указывающие присутствие таковых, и т. д. Но все эти специальные наблюдения, о которых говорится во второй части этой книги, производятся в связи с общегеологическим изучением местности, главной задачей которого является составление геологической карты.

Обнажения. Изучение геологического строения местности основано на нахождении и осмотре обнажений или выходов горных пород т. е. тех мест, где отсутствует растительный покров и где коренные горные породы или наносы, т. е. рыхлые новейшие отложения, выступают непосредственно на поверхность. Эти обнажения могут быть естественными и искусственными. Первые мы можем встретить повсюду: как в гористой местности, так и на равнине или на небольших холмах; на дне долин, на их склонах и на гребнях окружающих высот; на плоскогорьях и на берегах озер и морей. Вообще ими более богаты резкие, изломанные контуры рельефа—крутые берега стоячих и текучих вод, ущелья, овраги, горные склоны и гребни—чем плоские формы; но и последние нередко обладают ими в том или другом количестве. Все зависит от толщины наноса, развитого в данной местности. Напр., в почти ровных пустынях и полупустынях Гоби обнажения коренных пород обильны, тогда как в сильно пересеченных, обилующих крутобокими и глубокими оврагами и долинами, местностях Северного Китая часто на протяжении десятка—другого километров обнажен только лёсс, т. е. нанос, достигающий здесь огромной толщины. В одних местах Сибири коренные породы можно увидеть только на берегах более крупных рек, а склоны их долин и гребни водоразделов покрыты сплошным болотистым лесом, тогда как в других местах коренные породы выступают на поверхность всего чаще именно на гребнях водоразделов, а на склонах и на дне долин скрыты под наносом. Поэтому для наиболее успешного отыскивания обнажений геолог должен на первых же шагах выяснить себе общий характер данной местности и определить, какие части ее рельефа покрыты менее толстым слоем наноса.

Искусственные обнажения созданы деятельностью человека и представляют: различные ямы для добычи песка, глины и гальки; канавы, каменоломни, железнодорожные балластные карьеры, выемки и тоннели, колодцы, шурфы, шахты и другие горные выработки, а в населенных пунктах также канавы, вырываемые для фундамента построек и для прокладки канализационных, водопроводных и газовых труб, электриче-

ских и телефонных кабелей и т. п. Ценные данные получают и при бурении скважин с различными целями, в особенности если им руководит специалист, и составленный им буровой журнал и коллекция образчиков пород, взятая из скважины, заслуживают полного доверия. Наконец, в глубоких подвалах некоторых промышленных сооружений как пивоваренные и винокуренные заводы и склады виноградного вина, можно встретить интересные обнажения коренных пород. Нередко искусственные обнажения представляют даже больший интерес для геолога, чем естественные, так как горные породы в них представляются более свежими, благодаря сравнительно недавнему времени их вскрытия. В особенности поучительны глубокие железнодорожные выемки и тоннели, а также горные выработки, позволяющие познакомиться с более глубокими слоями земной коры. Поэтому геолог никогда не должен пренебрегать возможностью осмотреть и изучить их.

Исследование какой либо местности может быть маршрутным или детальным. Маршрутно обыкновенно исследуется местность, подвергающаяся впервые геологическому изучению или же изучавшаяся ранее также только маршрутно или детально только в отдельных пунктах, напр., вблизи города, села или рудника, а в остальных частях оставшаяся более или менее неизвестной.

Маршрутное исследование состоит в том, что местность пересекается сетью маршрутов, т. е. путей следования геолога, густота которой зависит от пространства, занимаемого местностью, от времени, назначенного на ее изучение, от рельефа, легкости передвижения, от обилия или редкости обнажений и, наконец, от специальных вопросов, требующих разрешения. По линиям маршрутов осматриваются по возможности (опять таки в зависимости от времени, обилия, доступности и т. д.) все обнажения, а площади между маршрутами остаются непосещенными. Понятно, что геологическая карта, составленная на основании такого исследования, не может быть точной; она дает только приблизительную картину строения местности, и степень приближения этой картины к действительности зависит от целого ряда обстоятельств: густоты сети маршрутов, сложности геологического строения, усердия и опытности геолога, наличия или отсутствия окаменелостей и т. п. Опытный наблюдатель работает быстрее неопытного и вместе с тем ему нужно меньше данных, чем неопытному, для правильных заключений. Усердный геолог не поленится лишний раз слезть с лошади или подняться на крутой склон, чтобы осмотреть обнажения, тогда как ленивый удовольствуется взглядом издали или с седла и может пропустить что либо существенное. Для какой либо площади, сложенной из однородного гранита или из горизонтально залегающей свиты осадочных пород, достаточно одного—двух пересечений, тогда как если кроме гранита мы встретим целый ряд других изверженных пород или если свита сильно дислоцирована—пересечений на ту же площадь нужно больше и на каждое из них нужно употребить больше времени, чтобы выяснить строение. Наличие окаменелостей сразу определяет относительный возраст

различных свит, тогда как при отсутствии их нужно больше времени, чтобы разобраться в стратиграфии и т. д.

Поэтому большое значение имеет целесообразный **выбор маршрутов**. Напр., если в горной стране геолог будет выбирать свой маршрут преимущественно по широким долинам, где ездить можно и легче, и скорее, он поступит нецелесообразно, так как очень мало познакомится с строением горных цепей, разделяющих эти долины. Или, если он пересечет несколько раз большое плоскогорье и уделит мало внимания его окраинам, он также упустит много случаев выяснить строение местности. Если для местности, геологически неизвестной, имеются хорошие топографические карты, то выбор маршрута легко производится по этим картам, которые нужно выучиться читать и понимать. Карта показывает не только, где проходят цепи гор, холмов и долин, но также каков характер их гребней, склонов; сильное сгущение горизонталей или штрихов обозначает крутизну склонов, где всего более шансов встретить обнажения; особые знаки показывают отвесные скалы, большие осыпи, каменоломни, рудники, которые важно посетить. Каждая цепь гор или холмов должна быть пересечена несколько раз, по возможности не далее 30—40 км одно пересечение от другого. Узкие или крутобокие долины должны быть, по возможности, пройдены на всем их протяжении. Гора или холм, уединенно поднимающиеся среди равнины или долины, почти всегда дают ценный материал, иногда совершенно неожиданный, и должны быть посещены.

Если для данной местности совсем нет карт или имеются карты только мелкого масштаба, не передающие деталей рельефа, то выбор маршрута приходится делать уже на месте. Прибыв в центр или на окраину этой местности, нужно расспросить туземцев об ее рельефе, о направлении и проходимости горных цепей, о характере дорог, перевалов, бродов, наличии населенных пунктов, продовольствия и подножного корма, источников воды и т. п. Пользуясь полученными сведениями и наличной плохой картой, если таковая есть, всегда можно выбрать маршрут целесообразно, причем личное знакомство с местностью позволяет по мере хода работы быстро вносить коррективы в свои предположения. Полезно, особенно в начале работы, подниматься на высокие точки специально для ориентировки, чтобы исправить карту или набросать новую, видеть характер рельефа и изменять своевременно свой маршрут. Очень полезно с самого начала производить исследование более подробно, чтобы первым же маршрутом осветить себе геологический состав местности и взаимные отношения слагающих ее горных пород, так как это облегчает и ускоряет дальнейшую работу и позволяет своевременно изменить предположенный маршрут в зависимости от полученных результатов. Вообще не следует ограничиваться дорогами, которые проводники рекомендуют, как более легкие, так как они обыкновенно руководствуются своекорыстными расчетами—облегчить работу себе и своим животным (если последних нанимают). Дороги, трудно или совершенно непроходимые по рассказам

проводников, в действительности часто оказываются более или менее легко проходимыми. Поэтому лучше собирать сведения о дорогах у разных лиц, проверяя одних другими. При маршрутном исследовании можно проходить от 10 до 30—35 км в день, в зависимости от обилия обнажений, их сложности, доступности, а также легкости дороги. Напр., вполне возможно осмотреть за день 25—30 и даже 40—50 обнажений, если они не очень сложны и находятся у самой дороги или очень близко от нее; но если каждое из них состоит из целой свиты слоев и в следующем появляются уже новые слои, или если дислокация очень сильна и запутана, или если к каждому обнажению нужно подниматься высоко вверх по склону или спускаться вниз или пробираться по густой чаще или по болоту, то осмотр указанного количества за день станет уже непосильной задачей. Или если приходится прорубать дорогу по густому лесу, затрачивая на это много времени, то пройдешь за день и увидишь немного и т. п.

Вообще при маршрутном исследовании полагается осмотреть все обнажения, находящиеся вблизи пути геолога. Но понимать термин „вблизи“ нужно различно, в зависимости от обстоятельств. В местности, богатой обнажениями у самого пути, обнажение, отстоящее от последнего на 100 м, может быть игнорировано; в местности, бедной обнажениями, приходится уклониться и на версту в сторону, чтобы осмотреть скалу, вершину, даже россыпь или отдельный камень, замеченные с пути. Если долго тянутся одни и те же породы, напр., гранит или одна свита немых сланцев, можно пропускать обнажения и у самого пути, убедившись взглядом, что порода та же; при малейшем сомнении следует осмотреть. Нужно помнить, что вернуться назад на то же место уже не придется и все неполные наблюдения, все сомнения и недоумения могут остаться таковыми надолго.

Полудетальной съемкой можно назвать такую, при которой геолог, выбрав место, удобное для стоянки, совершает из него пешком или верхом экскурсии в течении нескольких дней в разные стороны по радиусам, возвращаясь на ночлег на стоянку по новому пути. Закончив осмотр известной площади, он переносит стоянку на новое место и т. д. При этом способе работа идет спокойнее, обнажения изучаются внимательнее и в большем числе, но всетаки в промежутках между путями обхода остаются более или менее значительные не посещенные площади. Тем не менее сеть маршрутов гораздо гуще и наблюдения подробнее, чем при собственно маршрутных исследованиях.

Детальные исследования состоят в изучении всей площади, а не отдельных линий, проложенных по данной местности. Но и детальность бывает различная и зависит от масштаба составляемой геологической карты. Напр., если составляется карта масштаба 10 верст в 1 дюйме, то должны быть посещены все реки, ручьи и овраги, показанные на топографической карте того же масштаба. В промежутках же между ними могут оказаться площади более или менее значительные (в зависимости от рельефа местности), которые или совсем не будут посещены

или осмотрены по отдельным линиям, т. е. маршрутно. Чем крупнее масштаб карты, тем меньше будут эти площади и тем детальнее исследование, пока, наконец, при масштабе 1 верста или 250 саж. в дюйме мы не достигнем действительно детального изучения, при котором вся местность будет обследована шаг за шагом. Практика выработала известные нормы работы, т. е. размеры площади, которая может быть исследована за рабочий период, в зависимости от его продолжительности, рельефа местности и масштаба карты.

Так, напр., при составлении геологической карты равнинных частей Европейской России, в масштабе 10 верст в дюйме норма принималась в $\frac{1}{4}$ листа на летний период работ, что равнялось около 12.000 кв. верст. Та же норма была принята при составлении геологической карты Алтайского горного округа в том же масштабе. В гористых местностях норма естественно меньше, как равно и при составлении карт более крупного масштаба; напр., в настоящее время при детальной съемке на Урале летняя норма равна полулисту карты масштаба 1:200.000 (около 5 верст в дюйме). По этим нормам не трудно определить, какую точность имеет производимая съемка, т. е. какова будет густота сети маршрутов или обходов местности. Если принять летний рабочий период в 100 дней и ежедневную длину маршрута от 10 до 20 км (в зависимости от частоты и сложности обнажений, характера местности и способа передвижения, как указано выше), то за лето геолог успеет пройти с работой от 1.000 до 2.000 км. Разделим площадь, составляющую летнюю норму, на длину маршрута; при съемке 10-верстной карты мы получим величину 12 и 6; это значит, что в первом случае одна линия маршрута отстоит от соседних справа и слева на 12 верст, во втором на 6 верст в среднем, т. е. не только отдельные обнажения легко могут ускользнуть от внимания геолога, но даже целый массив в несколько верст в диаметре, если его не видно с маршрута, напр., в сплошь лесистой местности или при мощном развитии наносов. Уральский планшет содержит 2.400 кв. км, т. е. на лето придется 1.200 км; разделив эту величину опять на 1.000 и 2.000, мы получим 1,2 и 0,6, т. е. промежутки между маршрутами будут в среднем 1,2 и 0,6 км, т. е. точность съемки уже гораздо больше, хотя и в этом случае можно пропустить геологическое тело в 0,5—1 км в поперечнике, если оно скрыто растительностью или наносом. Таким образом результат деления площади на длину маршрута хорошо показывает среднюю точность производимой съемки и его можно назвать коэффициентом точности; чем меньше коэффициент, тем больше точность¹⁾. Легко сосчитать, что для того, чтобы местность была осмотрена шаг за шагом, без про-

¹⁾ В статье „О масштабе геологической карты“ („Вестн. Геол. Ком.“, 1930, № 1) Б. Романов, рассматривая точность съемки, предлагает делить общую длину маршрутов на площадь планшета и таким образом получает длину маршрута в 1 кв. км, что и составляет у него коэффициент точности; чем больше этот коэффициент, тем больше точность. Но при этом способе коэффициент не выражает среднее расстояние между маршрутами, что для характеристики точности более важно и нагляднее. В остальном с его соображениями можно согласиться.

пусков, линии обхода должны отстоять друг от друга в среднем не более 50 м, т. е. коэффициент точности будет 0,05; предполагая максимальную длину ежедневного маршрута в 20 км, мы найдем, что за лето при такой точности можно снять только 100 кв. км. Понятно, что такая норма допустима только при самой детальной работе, напр., при изучении какого либо месторождения полезных ископаемых и его ближайшей окрестности. Уральский планшет в 2.400 кв. км при такой норме потребовал бы 24 года.

Изучение обнажений. При осмотре обнажения нужно прежде всего убедиться, что таковое не представляет какую нибудь глыбу, скатившуюся сверху, или оползень, так как в этом случае все наблюдения относительно условий залегания горной породы могут повести к ложным заключениям. Затем нужно определить, из какой породы или каких пород состоит это обнажение, пользуясь молотком, чтобы отбивать куски от выдающихся углов, и рассматривая их в лупу, если порода мелкозернистая или плотная; без отбивания кусков не всегда можно обойтись, так как многие породы вследствие выветривания с поверхности изменены и часто принимают иной облик, так что их узнать трудно. Выяснив, с какой породой мы имеем дело (о чем говорится подробно в главах IV—VI), мы определяем условия ее залегания: посредством горного компаса измеряем простирание и падение: пластов в осадочных и слоисто-кристаллических породах, трещин отдельности в массивных, разных жил и т. п. Для этого нужно найти ровную площадку на поверхности отдельного пласта, трещины, жилы и прежде всего определить линию наибольшего падения, спуская по площадке каплю воды, скатывая хлебный шарик или же поставив горный компас вертикально на длинное ребро и перемещая его одним концом в ту и другую сторону (все время в вертикальном положении), пока отвес не покажет наибольший угол; эту линию прочерчивают карандашом или зубилом и, приложив компас плашмя к поверхности площадки, вдоль другого его ребра прочерчивают горизонтальную линию, перпендикулярную предыдущей, которая будет линией простирания. Наметив обе линии (указанные манипуляции необходимы новичкам; опытный геолог умеет обходиться проще), берут компас одной рукой за длинное ребро и прикладывают его в горизонтальном положении вторым длинным ребром к линии простирания, отпускают магнитную стрелку и, дав ей успокоиться (что можно ускорить легким завинчиваньем и развинчиваньем ее зажима), берут отсчет, указываемый одним из ее концов; записывать рекомендуется отсчет в одном из северных румбов, т. е. NE или NW. Запомнив его, поворачивают компас в горизонтальном положении на 90° и прикладывают его короткое ребро к той же линии простирания. Так как площадка пласта, трещины или жилы, на которой производится измерение, может быть наклонена или в сторону наблюдателя или от него, т. е. вглубь утеса, откоса (часто приходится мерить и на таких площадках снизу, если нет более удобных, наклоненных наружу), то необходимо соблюдать следующее правило: всегда прикладывать компас

так, чтобы его северный конец (не стрелки, а дощечки) был обращен в сторону падения, т. е. наклона площадки. Следовательно, если площадка наклонена к наблюдателю, то к ней будет приложен южный конец дощечки компаса, а если она наклонена вглубь горы и мерить приходится снизу, то к ней будет приложен северный конец; если она наклонена вглубь горы, но мерить можно сверху, напр., в нише, желобе карниза и т. п., то компас должен быть приложен опять-таки южным концом. При соблюдении этого правила отсчет производится всегда по северному концу стрелки и ошибки быть не может¹⁾. Если же это правило не соблюдать, то приходится каждый раз соображать по направлению магнитной стрелки или положению солнца и времени дня, по какому концу стрелки должен быть сделан отсчет, чтобы было записано действительное направление падения, а не обратное ему, что и случается нередко. Угол падения мы уже определяли в самом начале, когда ставили компас на ребро и искали наибольший угол; но если мы его не запомнили или определили линию падения иным способом, то теперь ставим компас на длинное ребро вдоль этой линии и отсчитываем угол по отвесу. Пусть отсчет при прикладывании компаса длинной стороной был $\text{NO } 330^\circ$, при прикладывании короткой стороной — $\text{NO } 60^\circ$ и при постановке на ребро — 37° . Следовательно, простираение нашей площадки, т. е. пласта, жилы, трещины, будет северо-западное 330° , падение на северо-восток 60° под углом 37° . Первые две цифры всегда должны различаться на 90° , если отсчеты были верны, так как линия падения перпендикулярна к линии простираения. Убедившись в верности отсчета, заносим в записную книжку:

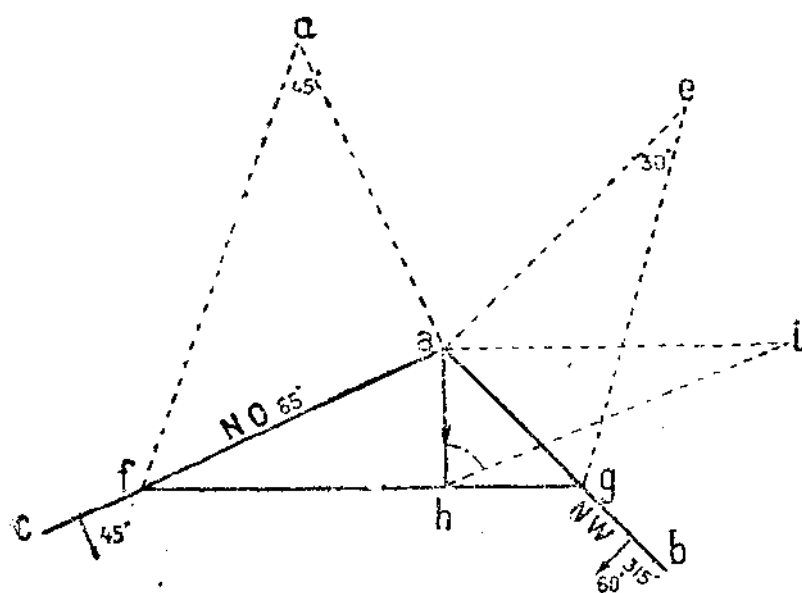
прост. NW 330° , пад. NO $\angle 37^\circ$.

Многие пишут только направление и угол падения, т. е. пад. NO $60^\circ \angle 37^\circ$, что короче. Но так как для соображения о тектонике направление простираения играет первенствующую роль, то лучше писать и его, чтобы не нужно было каждый раз в уме делать пересчет. Не следует забывать о существовании склонения магнитной стрелки, т. е. ее отклонения на некоторый угол от истинного меридиана данного пункта, в некоторых местностях довольно значительного. Это склонение нужно принимать во внимание при составлении геологической карты и профилей, т. е. увеличивать (при восточном) или уменьшать (при западном склонении) на величину угла склонения все записи простираения и падения в книжке. Если в районе исследований или поблизости его имеется метеорологическая обсерватория или станция, то величину склонения можно узнать на ней. Но во всей азиатской части СССР эти станции рассеяны так редко, что склонение стрелки приходится определять

¹⁾ Усовершенствованный горный компас С. А. Подъяконова предохраняет от этой ошибки и рекомендуется Геол. Комитетом (см. список литературы в главе III, № 20).

самому; простой способ определения указан в главе III при описании маршрутной съемки ¹⁾.

В иных случаях обнажение не дает возможности непосредственно определить простирание и падение, напр., если представляет отвесную стену без каких либо впадин по плоскостям напластования. Тогда прибегают к косвенному определению условий залегания, поясняемому следующим примером. Пусть на вертикальной стене, простирающейся NW 315°, кажущееся падение пластов на SO $\angle 60^\circ$, а на соседнем выступе той же стены, простирающемся NS 65°, кажущееся падение на SW $\angle 45^\circ$. Эти измерения, произведенные на месте, достаточны, чтобы вечером при состав-



Фиг. 19.

лении дневника графически определить истинное простирание и падение. От точки *a* (фиг. 19) наносим помощью компаса в одну сторону линию *ac*, простирания NO=65°, а в другую—линию *ab*, простирания NW=315°, затем восстанавливаем к обеим линиям перпендикуляры *ad* и *ae* какой угодно, но одинаковой длины и у точки *d* строим

угол, дополнительный к углу падения, измеренному на этой плоскости, т. е. 45° , а у точки *e*—угол дополнительный к измеренному на этой плоскости, т. е. 30° , и стороны этих углов продолжаем до пересечения с линиями *ac* и *ab* в точках *f* и *g*. Линия *fg* даст нам истинное простирание пласта в обнажении, которое мы можем определить транспортиром; оно окажется NO 88° . Опускаем из *a* перпендикуляр *ah* на линию *fg*—это будет направление истинного падения. Проводим теперь перпендикуляр *ai* к *ah* и откладываем *ai*=*ad*=*ae*; соединив *i* с *h*, мы найдем угол истинного падения *ahi*, который смерим по транспортиру, он окажется 68° . Итак, простирание пласта NO 88° , пад. SO $\angle 68^\circ$. Углы *afo* и *age* являются

¹⁾ В продаже есть горные компасы с приспособлением для перемещения лимба в ту или другую сторону на величину склонения; определив последнее и сделав поворот лимба, мы получим при работе истинные азимуты.

Равные случаи и приемы определения простирания и падения см.:

1) Федоров, Е. С. Простой графический способ определения простирания и падения пород. Извлечение из прот. собр. горн. инж., вып. I, стр. 56—62, 1888.

2) Higgins, D. Determination of dip and strike. „Econ. Geol.“, № 1, p. 26—53. 1923.

3) Sokol, R. Geologischer Kompass und Bestimmen von Streichen und Fallen. „Zeit. f. prakt. Geol.“, H. 3, S. 38; H. 9, S. 138, 1921.

ненные. Поэтому следует отбить от утеса, если нужно—большим молотком, достаточно крупный кусок породы или же разбить одну из глыб, лежащих у подножия (удостоверившись, что это именно та порода, которую желательно иметь), и затем, работая средним и меньшим молотками, отбивать от взятого куска осколки с краев и углов, пока он не получит желаемую форму и величину. Эту работу легче всего делать, если держать оббиваемый образец в левой руке и бить молотком по его ребрам и углам.

Форма образчика зависит от времени, которым располагает геолог а величина его—от средств передвижения. В хороших коллекциях, напр., выписываемых из геологических складов, все образчики имеют форму прямоугольника (конечно, с не вполне ровной поверхностью и ребрами), представляют свежий излом со всех сторон и имеют размеры 4×6 см, или 6×9 см, или 9×12 см при толщине от 1,5 до 3—4 см. Но выбивание такого „форматистого“ образчика требует много времени и часто удается не сразу; приходится разбить не один кусок породы, чтобы получить желаемое. Поэтому, если нельзя поручить форматизирование своему спутнику—коллектору или рабочему, то лучше не тратить драгоценное время на эту скучную и утомительную работу, а довольствоваться образчиками любой формы, лишь бы они были со свежими изломами. Рихтгофен в своем путеводителе замечает, что лучше иметь в коллекции много неформатистых образчиков, чем мало форматистых и что невзрачный угол, отбитый наскоро от утеса, часто имеет большее научное значение, чем красивый форматистый образчик.

Величина образчиков зависит от способа и средств передвижения при данной работе. Если имеются пункты, где можно оставлять собранные за известное время коллекции, или если передвижение производится на колесах или на лодке и несколько лишних пудов не играют роли, то можно брать образчики покрупнее (но разве в исключительных случаях крупнее вышеуказанного наибольшего формата 9×12 см). Если же приходится таскать всю коллекцию долгое время с собой, в особенности на вьюке, то нужно довольствоваться образчиками средней или малой величины. Лучше брать побольше образчиков малой величины, чем мало образчиков больших размеров. Но чем меньше образчик, тем он должен быть свежее со всех сторон. Неопытный исследователь часто затрудняется вопросом, из каждого ли обнажения и из всех ли пластов или горных пород, слагающих его, нужно брать образчики. Этот вопрос разрешается так: при детальной работе нужно брать образчики из каждого обнажения и из каждого пласта, так как только тщательное сравнение при помощи лупы может установить, что две породы из разных обнажений или из разных пластов совершенно тождественны; для такого сравнения в поле нет ни времени, ни возможности в виду того, что образчики предыдущих обнажений уже завернуты и спрятаны в сумке. Вечером же, когда все собранное за день разворачивается и раскладывается для описания в дневнике, можно, после произведенного сравнения, выбросить часть тождественных пород, отметив, что порода обнажения № х

залегает также в обнажении № y или что порода пластов c, f, h данного обнажения тождественна с таковой пласта a . Но нужно заметить, что выбрасывать можно только в том случае, если набирается слишком много материала, т. е. если данная местность богата обнажениями; чем меньше таковых — тем ценнее каждый взятый образчик. Кроме того, выбрасывать можно только породы осадочные — песчаники, сланцы, известняки и т. п., но не изверженные или метаморфические, имеющие более важное значение и тождество которых может быть установлено в большинстве случаев только при помощи микроскопа.

При маршрутной работе, когда время более ограничено, в особенности при выючном передвижении, приходится брать образчики не из каждого обнажения или из каждого пласта, если они кажутся тождественными с предыдущими или соседними, всегда отмечая это обстоятельство в записной книжке и дневнике. Напр., если на протяжении нескольких километров тянется однообразный гранит, обнажающийся раз 15—20, то достаточно будет взять образчики в начале, в середине и в конце этого промежутка. Или если в обнажении залегает свита сланцев или песчаников, более или менее однообразных, то достаточно взять 2—3—4 образчика, представляющие главные разности, которые замечены при беглом осмотре; если в соседних обнажениях та же свита повторяется — можно или совсем не брать образчиков или взять их меньше или после перерыва, а вечером после сравнения часть выбросить, если набралось очень много. Но и при этой работе в силе остается правило: чем меньше обнажений — тем ценнее каждый образчик.

Отступление от формата, принятого исследователем по условиям его работы, приходится делать, если образчик хорошо иллюстрирует какую-нибудь тонкую жилу во всю ее мощность, или контакт изверженной и осадочной породы, или содержит много окаменелостей, или представляет интересную конкрецию и т. п. Попытка подвести такой образчик под общий формат легко может его испортить. Таких отступлений можно делать больше при детальной и меньше при маршрутной работе, при которой приходится ограничиваться наиболее интересным или поучительным.

Окаменелости, замеченные в том или другом слое данного обнажения, имеют важное значение для выяснения стратиграфии и потому должны быть собираемы при всякой работе и во всех осматриваемых обнажениях; выбрасывать вечером тождественные также нельзя, потому что тождество часто устанавливается только после тщательной очистки в кабинете, а при осмотре на стоянке легко можно выбросить разновидности или даже близкие виды, принятые за тождественные, в особенности малоопытным исследователем. Только при маршрутной работе вес коллекций и время могут поставить ограничения этому сбору, так как в исключительных только случаях можно увезти несколько пудов из одного обнажения или посвятить целый день выбиванию окаменелостей из него. В редких случаях можно также увезти очень крупные экземпляры, напр., аммонитов, весящих 8—16 кг каждый. Такие исключения

придется делать для особенно хорошо сохранившихся или особенно важных для стратиграфии или палеонтологии объектов. И при сборе окаменелостей нужно помнить, что чем реже они встречаются, тем они ценнее, так что даже плохие отпечатки заслуживают внимания, если нет хороших.

Полезные ископаемые разного рода, замеченные в данном обнажении, также коллектируются и записываются с обозначением формы залегания (пласт, жила, прожилки, вкрапление, налет и т. п.) и мощности. В случае большого распространения таких малоценных ископаемых, как пирит, железная охра, конкреции глинистого железняка, гипс и т. п., образчики можно брать изредка.

Не следует игнорировать и отдельные **минералы**, встречающиеся среди горных пород в виде жил, друз, миндалин, натеков, налетов и даже отдельных кристаллов, причем от взятия образчиков таких общераспространенных, как кварц, кальцит (исключая исландский шпат), полевой шпат, мусковит, биотит и т. п., можно и отказаться, за исключением более интересных случаев.

Явления выветривания в данном обнажении также заслуживают внимания, в особенности если они представляют что-нибудь незаурядное, и в последнем случае должны быть иллюстрированы образчиками. При маршрутной работе такие общераспространенные явления, как распадение на щебень и дресву, обесцвечивание или побурение породы с поверхности, образование карр на известняке и т. п., достаточно только отметить.

Наконец, необходимо обращать внимание и на **водоносность** отдельных пластов или целого обнажения, в особенности в местностях, бедных водой. В соответствующих главах эти вопросы рассмотрены подробнее (см. главы IV—VII).

Запись наблюдений производится в записной книжке при самом осмотре обнажений, причем нужно записывать все замеченное, но в самой краткой форме, сокращенными словами и значками, не полагаясь на свою память, так как впечатления от одного обнажения более или менее сглаживаются последующими; запись же, хотя бы краткая, восстановит в памяти все виденное; запись часто приходится дополнить схематическим рисунком обнажения, который в нескольких штрихах заменяет много слов. Каждое отдельное обнажение принято обозначать особым номером, проводя нумерацию последовательно в течение всего периода работ и избегая пропусков и повторений. Каждый пласт в том же обнажении, отличающийся от выше и ниже лежащего, отмечается буквой, сопутствующей тому же номеру; если из одного пласта взято несколько разных образчиков, их обозначают одной буквой, но со значками 1, 2, 3 и т. д. ¹⁾ На рисунке обнажения буквы проставляют в тех

¹⁾ Если по какой-либо причине собирают дубликаты всех или части образчиков, они этикеткируются и нумеруются так же, как и образчики основной коллекции, но с добавкой при номере слова „дубл.“

местах, где взяты образчики (примеры записей и рисунков приведены в конце главы и в главах IV—VII).

В промежутках между обнажениями также приходится делать на ходу заметки, касающиеся рельефа местности, выходов горных пород, остающихся в стороне от пути и неосматриваемых (при маршрутной работе), и их вероятного состава или же осмотренных бегом с коня, без взятия образчика, условий залегания в них пластов по глазомерной оценке, состава щебня и обломков у дороги или гальки и валунов в речках. Последние при маршрутной работе заслуживают особого внимания, так как, поколотив минут 5—10 гальку и валуны в русле речки, только пересеченной маршрутом, мы можем составить себе понятие о горных породах, залегающих в бассейне этой речки выше пункта пересечения, и взять образчики их (хотя это и не обнажение, но должно быть обозначено текущим номером, а отдельные взятые породы—буквами). Нередко нахождение каких-нибудь интересных пород, окатанных окаменелостей редких минералов или кусков полезных ископаемых заставляет изменить маршрут и пойти вверх по речке или остановиться у пересечения и сделать боковую экскурсию. Вообще же осмотр речной гальки (не крупных рек, имеющих слишком большой бассейн) хорошо дополняет маршрутные наблюдения.

Хранение образчиков. Образчики, собранные в осмотренном обнажении, нужно вести с собой дальше; если их положить прямо в сумку или сетку, то они не только побьются друг о друга при ходьбе или езде, но и перепутаются, и вечером геологу будет трудно или невозможно точно вспомнить, к какому обнажению относится тот или другой образчик, если повторяются одинаковые или схожие породы. Во избежание этого нужно образчики отделить друг от друга и каким-нибудь образом отметить их принадлежность к данному обнажению. В прежнее время применялось (и в путеводителях, напр., Рихтгофена, Неймайера, Кейльгака, рекомендуется) заворачивание каждого образчика немедленно в бумагу и прикладывание к нему ярлычка с номером, местом взятия, месяцем и числом. Но писанье ярлычка и заворачиванье в бумагу отнимают время, в особенности при сильном ветре или дожде, и, кроме того, этот способ влечет за собой лишний расход бумаги, так как последняя после дневного переезда в сумке или сетке большей частью уже не годится для вторичного употребления. Гораздо проще, скорее и экономнее употребление номерованных мешечков, упомянутых в главе I (стр. 20). Каждый образчик кладется в отдельный мешечек, последний завязывается и опускается в сумку или сетку, а в записной книжке отмечаются номера мешечков, относящихся к данному обнажению; если есть рисунок последнего, то на нем вместо букв, обозначающих пункты взятия образчиков, проставляются номера мешечков, в которые эти образчики вложены. При этом способе перепутать образчики невозможно, вкладыванье их в мешечки и завязыванье последних можно поручить даже неграмотному работнику, передавая ему очередной мешечек и образчик или же следя только за тем, чтобы пустые мешечки

у него были сложены в порядке номеров. Вечером, при писании дневника, мешочки развязываются, образчики вынимаются и раскладываются на столе, на брезенте пола палатки или на кровати, но каждый непременно на своем мешочке. Постепенно последние заменяются ярлычками, на которых написано все нужное (см. главу I, стр. 18), а мешочки отбрасываются. По окончании работы вся партия мешочков подбирается по номерам и готова к новому употреблению на следующий день, а образчики с ярлычками заворачиваются в бумагу и плотно укладываются в небольшие мешки или ящики. Сильно потрепавшиеся (дырявые) со временем мешочки заменяются новыми с тем же номером. В случае, если вечером нет возможности написать дневник и заэтикетировать образчики, а на следующий день нужно ехать дальше, образчики остаются в своих мешочках еще сутки, а для новой работы встретится вторая партия мешочков, отличающаяся от первой цветом материи или своими номерами, во избежание путаницы. Эта вторая партия применяется и в случае, если у геолога есть помощник, который делает отдельные экскурсии или ведет на некотором протяжении параллельный маршрут.

Рыхлые и сыпучие породы, как пески, суглинки, гравий и т. п., кладутся в те же номерованные мешочки, но вечером пересыпаются в другие, неномерованные, которые и заворачиваются в бумагу; но если важно сохранить структуру какой либо рыхлой породы, которая в мешочке среди других неминуемо будет раздавлена, то ее сразу же помещают в коробку, а последнюю уже в номерованный мешочек, или же, если проба слишком велика, на коробке ставят номер мешочка, который оставляют пустым.

Если на значительном протяжении нет обнажений коренных пород, то геологу приходится судить об их составе по щебню (но не гальке), попадающемуся на поверхности почвы, чаще всего на более крутых склонах, а также в искориях деревьев, опрокинутых ветром с корнями, и в выкидах нор различных животных—лисиц, барсуков, сурков, сусликов, крыс. При детальных или специальных (гидрологических, торфяников, болот и т. п.) исследованиях в таких случаях прибегают и к бурению ручным буром.

Ручное бурение. Однометровый бур (см. главу I) равномерным нажатием рук вдавливают вертикально в землю почти до верхней части ложки; затем поворачивают его один раз, вытаскивают и палочкой или карандашом вынимают из ложки захваченную породу. Затем бур вдавливают в то же отверстие уже на две трети длины, опять поворачивают, вытаскивают, берут пробу и в третий раз вдавливают до рукоятки. Таким образом мы получим полный разрез почвы до глубины 1 м. Если нужны пробы глубже—берут двухметровый бур и поступают так же в три приема для следующего метра глубины. Если бур простым надавливанием рук не входит в землю—применяют колотушку.

При бурении необходимо: 1) очистить место для скважины от растительности и сухой пыли; 2) при работе двухметровым буром беречь

руки от защемления под подвижной рукояткой; 3) каждый раз после вынимания бура тщательно очищать ложку от приставшей породы; 4) в каменистой почве чаще поворачивать бур, чтобы убедиться, что он не согнулся, и следить за звуком колотушки; внезапная перемена тона указывает на препятствие, чаще всего — камень; мелкие камни бур отодвигает, но крупные требуют перемещения скважины в ту или другую сторону. Из водоносного, а также из крупного песка бур обыкновенно не выносит проб.

Ведение дневника. Кроме заметок на ходу, во время работы, заносимых в записную книжку, геолог должен вести и путевой дневник, составляемый вечером уже на месте ночлега, попутно с осмотром всей собранной за день коллекции и сравнением образчиков друг с другом. Необходимость дневника доказывается следующими соображениями. 1) Заметки в записной книжке неизбежно очень кратки и служат только для зафиксирования цифровых данных (простираения, падения), легче всего забываемых, и возобновления в памяти наблюдателя всей картины обнажения; но так как между временем наблюдения и обработкой собранной коллекции в кабинете по окончании полевой работы проходят целые месяцы (а часто и годы), то многие детали, которые были бы занесены в дневник на свежую память, исчезают безвозвратно, тем более, что каждый день геологу приходится видеть не одно обнажение, и впечатления от одного постепенно стираются впечатлениями от последующих. В тот же день или в ближайшие дни несколько слов или значков в книжке могут восстановить в памяти все виденное, но через месяцы, тем более годы, этих записей уже недостаточно, и значительная часть наблюдений погибает. Я убедился в этом на собственном опыте, так как в первые годы полевой работы не вел дневника, вследствие чего не мог дать полных отчетов о своих исследованиях в Прибайкалье и частью в Олекминской горной стране, к составлению которых оказалось возможным приступить только через несколько лет после наблюдений в поле. 2) Геолог всегда должен иметь в виду, что собираемый им материал придется обрабатывать не ему самому, а комунибудь другому. Преждевременная смерть, тяжелая болезнь, перемена деятельности могут быть причиной этого. Но другому лицу краткие записи в книжке, делаемые наспех неразборчивым почерком и с непонятными сокращениями, дадут очень мало, и время, затраченное на их дешифровку, вознаграждается скудными результатами; и в этом случае погибнет еще большая часть сделанных наблюдений. По подробному же дневнику другое лицо восстановит всю картину строения местности и использует весь собранный материал. В истории русской геологии случаи обработки чужого материала встречаются довольно часто, и лица, которым приходилось делать это, или горько жалуется на скудость и неразборчивость записей, заставлявшую их заниматься разгадкой ребусов с большой затратой труда и малыми результатами, или, наоборот, восхищаются полнотой дневников, сделавшей их труд и интересным, и благодарным. 3) Записная книжка возится в кармане и в гораздо большей степени подвержена

потере или подмочке, чем дневник, хранимый в дорожном ящике. В случае потери книжки, при отсутствии дневника, весь материал наблюдений, записанных в ней, погибает безвозвратно, что заставит повторить ряд сделанных маршрутов и потерять много времени, труда и денег. В случае подмочки книжки записи, сделанные карандашом, стираются и восстановление их опять таки трудно. Дневник можно предохранить от редких случаев подмочки (которая для него менее вредна, так как он пишется чернилами) еще и в ящике, заворачивая его в пергаментную бумагу или помещая в плотно закрывающуюся толстую картонную коробку или жестянку; делать это с записной книжкой, употребляемой почти ежеминутно, невозможно.

Некоторые геологи не ведут дневника, предпочитая записывать на месте в книжке подробно и четко все наблюдения. При таком способе устраняются опасности, изложенные под пунктами 1 и 2, но не устраняется опасность потери и подмочки и, кроме того, тратится много ценного дневного времени на эти тщательные записи и, следовательно, или сокращается длина маршрута, или же сокращается время вечернего отдыха животных и остальных людей, которые при этой системе больше утомляются. И все-таки вечером придется еще затратить время на сравнение собранных образчиков друг с другом (что днем сделать нельзя) и на пополнение записей книжки результатами этого сравнения и общими впечатлениями дня от осмотра обнажений, встреченных пород, рельефа местности, стратиграфическими и тектоническими сопоставлениями и т. д., всегда приходящими в голову при просмотре всего собранного материала и естественно завершающими составление дневника. Последнее нужно сделать в тот же вечер, не откладывая на следующий день, во первых, чтобы свежесть впечатлений за ночь не сгладилась, а во вторых, потому, что на следующий день прибавится еще ряд наблюдений, и работа увеличится вдвое. Только после очень утомительного и длинного перехода, когда останавливаешься на ночлег уже поздно вечером, падая от усталости, можно себе позволить отложить составление дневника, но не на следующий вечер, а лучше на утро, сократив немного маршрут этого дня, чтобы люди и животные отдохнули лишние 2—3 часа утром, пока пишется дневник.

Составление дневника часто является тяжелой, но необходимой обязанностью геолога, на которую тратится ежедневно от одного до трех часов (редко более), в зависимости от количества образчиков, длины маршрута, сложности рельефа и строения и т. п. Текст дневника поясняется чертежами обнажений (которые для ясности раскрашиваются цветными карандашами), схематическими карточками и т. п.

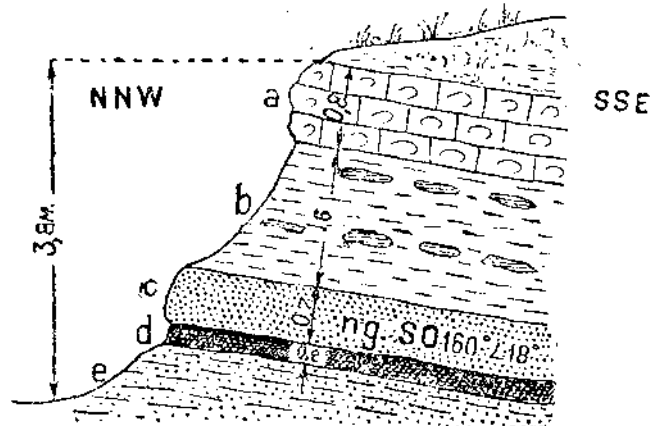
Только в редких случаях, исключительно при детальных исследованиях в местности с очень сложной тектоникой и при очень срочной работе, когда приходится быть в поле от восхода до заката солнца, можно признать более целесообразным ведение записей только в записной книжке, отказавшись от дневника. В этих случаях записи в книжке делаются очень подробно и четко, твердым, нестирающимся каранда-

шом, с множеством рисунков, изображающих детали тектоники, а книжку приходится беречь особенно тщательно. Вечером, при разборе и этикетировании собранной коллекции, придется все-таки вносить некоторые дополнения и исправления, приходящие на ум при просмотре всех наблюдений и сравнении пород, собранных за день. При ведении дневника запись в книжке ограничивается самым необходимым, с условными знаками и сокращениями, достаточными для восстановления в памяти всей картины обнажения, чему помогает и схематический чертеж. Писать легче мягким карандашом и на не слишком гладкой бумаге. Чтобы книжка сразу раскрывалась на нужном месте и чтобы ветер не трепал листки, мешая записи, рекомендуется охватывать использованную часть книжки резиновым кольцом или обвязывать ее тонкой бичевкой.

Зарисовка обнажений. Записи наблюдений в обнажениях поясняются рисунками, которые необходимы и при фотографиях, так как, во-первых, не всякое обнажение стоит фотографировать, а во-вторых, фотография одинаково передает и нужное, и ненужное (растительность) и не выделяет самое существенное для геолога, что легко сделать на рисунке, дополняя даже фотографический снимок. Рисунок имеет также большое значение для запоминания особенностей обнажения при составлении дневника, тогда как снимок будет проявлен и сделается видимым много позже. Рисунки исполняются на левой стороне книжки, должны быть ориентированы, т. е. с указанием направления разреза по странам света и сопровождаться номером (последовательным для всего рабочего периода или данного дня) и масштабом общим или по отдельным пластам, если таковые обмеряются. На рисунке можно изобразить обнажение или так, как оно видно наблюдателю, т. е. в виде обрыва, откоса, гребня, или же в воображаемом разрезе; нужно выбрать то изображение, которое лучше передает условия залегания, если породы дислоцированы; так, если в обрыве пласты простираются более или менее параллельно его фасу, падая к наблюдателю или от него, то условия залегания лучше передадутся в разрезе (фиг. 21), а если простираются более или менее перпендикулярно фасу, то лучше нарисовать обнажение при взгляде спереди (фиг. 22). Все существенное — характер наложения, складчатость, сбросы, жилы и прожилки, выступы более твердых пластов, слои, богатые окаменелостями, конкрециями и т. п. — должно быть отмечено на рисунке, позволяющем заменить длинное описание рядом цифр, букв, значков и коротких заметок, по которым при составлении дневника все будет восстановлено в памяти и попадет на бумагу.

Упаковка и перевозка коллекций. Как уже замечено, образчики заворачиваются вечером в бумагу, каждый со своим ярлычком; последний лучше всего сложить в несколько раз и завернуть в уголок листа бумаги, в который затем заворачивается и образчик; таким образом ярлычек лучше предохраняется от истирания о шероховатую поверхность породы и, за редкими исключениями, попадает на место назначения коллекции в совершенно неповрежденном виде. Но если бы даже стерлась часть

текста, то оставшаяся позволяет восстановить исчезнувшее и даже номер образчика можно восстановить, зная, когда и где он взят. Заворачивать образчики в бумагу нужно плотно, обнимая последнюю руками и подвернув хвосты внутрь, чтобы при перекладках порода не вываливалась и не потеряла свой ярлык. Завернутые образчики укладываются воз-

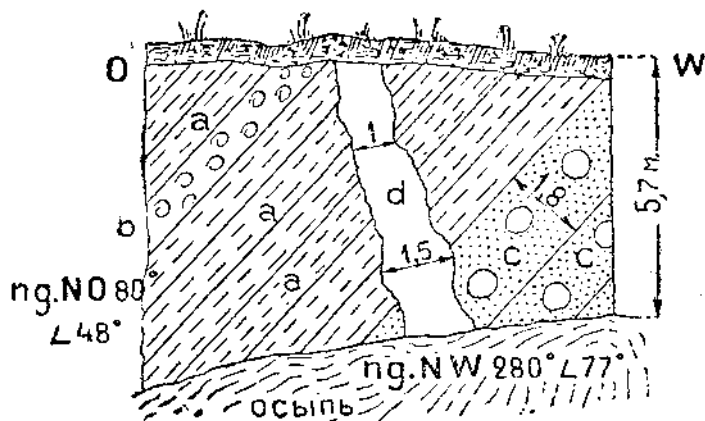


Фиг. 21.

можно плотнее в небольшие крепкие мешки, вмещающие от 20 до 30 штук, туго завязываемые бечевкой; если образцы уложены так плотно, что не могут шевелиться и тереться друг о друга, то они не страдают и при дальней перевозке выюком или на колесах. Эти мешки можно также занумеровать, на случай если понадобится вскрыть какойнибудь из них для просмотра и сравнения с новыми сборами. Они

укладываются в выючные сумы, по 2—3 в каждую (чтобы равновесие не было нарушено), а при езде на колесах — в отдельную суму, ящик или большой мешок.

В пункте, откуда коллекции можно отправлять на колесах, по железной дороге или по воде в город, где будет производиться их обработка, образчики перекладываются из мешечков в деревянные ящики. Последние должны быть прочно сколочены и не иметь очень большой величины, так как ящик в 130—160 кг составляет большую тяжесть и неудобен для перегрузок и переноски по лестницам, почему подвер-



Фиг. 22.

гается большому риску быть уроненным и разбитым, причем часть коллекции легко может быть утеряна или перепутана. Всего лучше, если ящики вмещают 32—50 кг каждый. Их заказывают местному столяру из досок в 2,0—2,5 см определенного размера, напр., ящик, вмещающий до 32—50 кг (смотря по уд. весу пород), имеет длину 50—60 см, ширину 25—27 см, глубину 25—30 см (изнутри). Часто приходится довольствоваться пустыми ящиками от товаров, которые можно купить в местной торговле; но при этом нужно выбирать наиболее прочные (ящики из-под спичек, фруктов и макарон не годятся, вследствие тонкости стенок).

Недостаточно прочные ящики приходится обивать по концам полоской тонкого железа (обвязывание веревками не помогает, так как последнее в пути нередко похищаются). Заказные ящики лучше не заколачивать гвоздями, а завинчивать винтами, так как в этом случае крышки и бока не ломаются, и ящики могут служить для переправки коллекций и для составления из них незатейливых полок в раскупорочной комнате.

Образчики укладываются в ящике поперечными рядами плотно друг к другу, всего лучше стоя на длинном ребре, с подбором их по величине и форме; между ними не должно быть промежутков, иначе они трутся и повреждаются. При плотной укладке никакого добавочного материала, в виде сена, соломы, пеньки, ваты, не нужно, и только небольшие углубления на верхнем слое, который трудно подобрать совершенно ровным с краями ящика, приходится заполнять мятой бумагой, стружками и т. п. Плотная уложенная коллекция выдерживает и очень далекую дорогу настолько хорошо, что даже значительная часть бумаги годится для вторичного употребления. У плохо уложенной прорвется не только бумага, но потрутся и самые образчики. На ящиках пишется город назначения, буквы исследователя и номера; в ящик кладется записка с фамилией исследователя, местом и временем сбора, а в дневнике полезно отметить, где, когда и какие номера сданы для отправки. По железным дорогам коллекции прежде отправлялись в качестве известняка или гранита.

Окаменелости, отдельные минералы и вообще объекты, которые важно охранить от малейшего истирания, покрываются до заворачивания в бумагу небольшим слоем ваты или пеньковых оческов (более грубые отпечатки). Если их много, то ими лучше заполнять отдельные ящики.

Полевой режим. Для наилучшего использования рабочего времени нужно встать с зарей или по крайней мере с восходом солнца, чтобы больше успеть сделать в дополуденные, менее жаркие часы; в 6—7 час. утра нужно уже отправляться в путь. При выючном передвижении полезно иметь второго проводника, чтобы начать работу, не дожидаясь конца выючки, и затем быть независимым от всего каравана, идущего прямо к месту, назначенному для ночлега; не имея второго проводника, приходится все время торопиться, чтобы не слишком отставать от каравана, или же задерживать последний при своих остановках для осмотра обнажений. При выючной езде дневного привала не делают, так как выючка и развьючка требуют много времени; завтракают в седле и работают до 2—3 час. дня, когда останавливаются на ночлег. При езде на колесах делают привал на 1—2 часа для отдыха и корма лошадей и своего завтрака, и на ночлег становятся соответственно позже; но во время привала не разгружают багаж и не ставят палатку, а довольствуются тенью деревьев или брезента, накинутого на оглобли телеги. Груз на последней нужно распределять так, чтобы можно было открыть кухонный ящик, не развязывая весь воз. На привале нужно освободить свою сумку или сетку от собранных с утра образчиков, переложив их на телегу.

Для ночлега выбирают место, где есть хороший подножный корм для животных и вода. Быстро развьючивают караван или разгружают телегу, ставят палатки и греют чай; есть в это время обыкновенно еще не хочется, а жажда после работы большая. Напившись чаю, принимаются за писание дневника или делают экскурсию к соседним обнажениям, если за день набралось не слишком много наблюдений. К закату солнца (в конце лета и позже) дневник написан, съемка вычерчена, образчики уложены; к этому времени поспеет и ужин; иногда приходится кончать работу и после ужина.

Если с утра идет сильный дождь, то нужно выждать, пока он не прекратится, так как иначе при выючке все вещи будут подмочены; вообще работа под длительным дождем тяжела и менее продуктивна, и такие дни лучше посвящать дневке и отдыху людям и животным. Но есть местности, где дожди так часты, что считаться с ними не приходится. В местностях, бедных кормами, приходится делать дневки или полудневки (т. е. становиться рано на ночлег) ради животных, когда встретится хороший корм, даже если место не представляет интереса для геолога. Дневки же в местах особенно интересных или важных, напр., для выяснения тектоники, стратиграфии или сбора окаменелостей — конечно, необходимы.

В начале путешествия не следует сразу утомлять животных и себя длинными переходами, а увеличивать таковые постепенно, чтобы двуногие и четвероногие мало по малу втянулись в работу. Длину переходов нужно назначать в зависимости от предстоящей в данный день работы; если обнажений мало или они однообразны или несложны — переход может быть больше, т. е. на ночлег станут позже. Но в местностях, бедных кормами и водой, часто приходится сообразоваться только с наличием таковых, и иной переход получается слишком легкий, а другой — слишком тяжелый; если выпадут два — три тяжелых перехода один за другим, то полезно сделать дневку, чтобы справиться с собранным материалом и отдохнуть ¹⁾).

Маршрутные исследования вообще и труднее, и ответственнее детальных, требуют большей опытности от исследователя и большей выносливости его; поэтому лучше начинать полевую практику с детальной работы, которая, кроме того, приучает геолога к более внимательному и вдумчивому наблюдению, без торопливости и с возможностью возвращаться на то же место для проверки и дополнений. Поработав 2—3 года детально, можно уже браться и за маршрутные исследования. При последних в начале, в новой местности, также не нужно торопиться,

¹⁾ Неопытным путешественникам не мешает прочитать одну из следующих книг (особенно первую):

1) Меримский, Э., д-р. Здоровье экскурсанта. Руководство по гигиене дальних летних экскурсий и лагерной жизни. Библиотека журнала „В мастерской природы“. Ц. 45 коп.

2) Баранов, С. Спутник разведчика. Та же библиотека. Ц. 50 коп.

3) Сергель, С. Экскурсии в лодке и пешком. Москва. 1925. Ц. 1 руб. 40 коп.

работать медленнее, чтобы сразу лучше выяснить себе возраст и взаимные отношения встречаемых пород. Хорошо проделать один поперечный разрез почти детально; время, затраченное на это, возместится большей быстротой дальнейших маршрутов, когда и породы, и их отношения будут уже знакомы, так что более беглые наблюдения окажутся достаточными.

При дальних пеших экскурсиях нужно выработать себе неторопливый, равномерный крупный шаг, который всего меньше утомляет; каждые полчаса останавливаться на несколько минут для отдыха, но не присаживаться. При подъеме на гору тоже не следует торопиться, а делать медленные и крупные шаги так, чтобы один шаг совпадал с вдоханием, а другой с выдыханием. При такой ходьбе, выработанной горцами, сердце наименее утомляется, и при длинном подъеме человек, идущий так, непременно обгонит торопливого и меньше устанет, хотя сначала отстанет от него.

Указатели геологической литературы

А. О Б Щ И Е

1) „Геологическая библиотека“, издаваемая Геологическим Комитетом с 1885 г. (к сожалению издана пока только за годы 1885—1900).

2) Указатели к „Горному Журналу“ (за годы 1825—1911), к Запискам Минералогического О-ва и Материалам для Геологии России (за годы 1833—1895), к Известиям Геологического Комитета (1882—1915), к изданиям Русского Географического О-ва (1846—1895) и его Отделов Восточно-Сибирского (1851—1911) и Западно-Сибирского (1877—1910), к журналу „Землеведение“ (1894—1905), к изданиям Академии Наук, О-в Естествоиспытателей при университетах.

3) Ежегодник по Геологии и Минералогии России Н. Криштофовича (содержит библиографию по геологии за 1895—1914 гг.).

4) Русская библиография по естествознанию и математике за 1901—1913 гг., составляемая Бюро Междун. Библ. при Академии Наук.

Б. П О Л Е З Н Ы М И С К О П А Е М Ы М О Б Щ И Е

1) Белозеров, А. Указатель русской литературы о золотом промысле (по 1899 г.), СПб., 1907.

2) Естественные производительные силы России, т. IV. Полезные ископаемые, составл. Геолог. Комит. 45 выпусков, 1917—1925 (по отдельным видам полезных ископаемых), СПб.

3) Обзор минеральных ресурсов СССР. Изд. Геол. Ком. Вышли вып. 18 (Золото), 28 (Нефть), Ленинград. 1925—26.

4) Химико-технический справочник. I. Ископаемое сырье. Ч. I. Виды сырья. Петроград, 1923; ч. II. Ископаемое сырье по экономическим областям СССР. Ленинград, 1925. Научное Хим. Техн. Изд. (содержит важнейшую литературу, распределенную по видам сырья и по областям; очень полезный справочник по полезным ископаемым).

5) Нерудные ископаемые. Сборник изд. Ком. по изуч. ест. произв. сил СССР при Ак. Наук. 4 тома. Ленинград, 1926—28 (литература по отдельным видам ископаемых).

В. П О Б Л А С Т Я М

1. ЕВРОПЕЙСКАЯ РОССИЯ

1) Архангельский, А. Обзор геологического строения Европейской России: т. I, вып. 1 и 2, Юго-Восток и прилежащие части Азии; т. II, Средняя Россия. Изд. Геол. Ком., 1922—26 (большие списки литературы); (издание еще не кончено).

2) Россия. Полное географическое описание нашего отечества под ред. В. П. Семенова. Изд. Девриена. Вышли томы II, III, V, VI, VII, IX и XIV (довольно большие списки литературы по районам). СПб, 1900—14.

3) Геология России. Изд. Геол. Ком., Петроград, 1917—21. Вышли: т. II, ч. V, вып. 3, А. Нечаев, Верхнепермские отложения; т. III, ч. II, в. 8, Д. Соколов, Оренбургская юра; т. IV, ч. II, в. 2, Н. Андрусов, Понтический ярус.

4) Лихарев, Б. Обзор литературы по верхнепермским отложениям Европейской России за 1900—1919 гг. Изд. Геол. Ком. Петроград, 1920.

5) Марков, К. Астраханский край. Орография, геология, полезные ископаемые Россия, Комм. Ест. Пр. сил, т. XII, гл. I и IV, Петроград, 1923).

6) Никитин, К. Указатель литературы по буровым скважинам в России. Изд. Геол. Ком. СПб, 1911, 2-е изд., 1924.

7) Танфильев, Г. География России, Украины и примыкающих к ним с запада территорий. Часть II, вып. 1 и 2. Гос. Изд. Укр. 1922—23 (большие списки литературы по отдельным районам и списки карт).

2. КАВКАЗ И ТУРКЕСТАН

1) Вебер, В. Полезные ископаемые Туркестана. Изд. Геол. Ком. СПб, 1913. Прибавление I, Петроград, 1917.

2) Маевский, Ф. Полезные ископаемые Закаспийской области. Изд. Горн. Деп., СПб, 1907.

3) Machatschek, F. Landeskunde von Russisch Turkestan. Bibl. Länd. Handbuch. v. Penck. Stuttgart, 1921.

4) Мушкетов, И. В. Туркестан. Изд. 2-е, Русск. Географ. О-ва, т. I, ч. I, Петроград, 1916.

5) Россия. Изд. Девриена, т. XIX, Туркестанский край, СПб, 1913.

6) Меллер, В. и Денисов, М. Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Изд. 3-е, Горн. Деп., СПб, 1900.

7) Наливкин, Д. Очерк геологии Туркестана. Изд. акц. о-ва „Туркпечать“, Ташкент—Москва, 1926 (главная геологическая литература).

См. также Танфильев, Г. В. 1, № 7.

3. СИБИРЬ

1) Межов, В. Сибирская библиография. 3 тома. СПб, 1891—92.

2) Obrutschew, W. Geologie von Sibirien, Berlin, 1926.

3) Реутовский, В. Полезные ископаемые Сибири. Изд. Горн. Деп. СПб, 1905 (много ссылок на литературу).

4) Систематический указатель статей, касающихся материка Азии, помещенных в изданиях Русск. Геогр. О-ва за 1846—1897 гг. Изд. Вост.-Сиб. Отд., Иркутск, 1898.

5) Указатели к изданиям Восточно-Сибирского (1851—1911) и Западно-Сибирского (1877—1910) Отделов Русск. Геогр. О-ва.

6) Россия. Изд. Девриена; т. XVI, Западная Сибирь, СПб, 1907; т. XVIII, Киргизский край, СПб, 1903.

7) Пилипенко, П. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томского Университета, кн. 62, Томск, 1915.

8) Труды Геологической части Каб. е. и. в. (т. I, вып. I и т. III, вып. I. Содержат указатель литературы по Алтайскому горному округу по 1896 г.), СПб 1895 и 1898.

9) Fickeler, P. Der Altai. Ergänzschrift № 187 zu Peterm. Geogr. Mitt., Gotha, 1925 (главная литература по Алтаю).

10) Johansen, H. Der Baikalsee. Mitt. d. Geogr. Ges. München, Bd. XVIII, H. 1, 1925 (полная литература по озеру Байкалу).

11) Буссе, Ф. Указатель литературы об Амурском крае. Изд. 2-е, СПб, 1882.

12) Полезные ископаемые Дальнего Востока. Материалы по Геол. и Полезн. Ископ. Дальн. Вост. № 27. Владивосток, 1923 (довольно полная библиография по Забайкалью, Амурской и Приморской обл.).

13) Обручев, В. Исторический очерк изучения докембрия Сибири. Зап. Росс. Мин. О-ва, ч. 52, стр. 220—439. Ленинград, 1925 (полная литература по крист. и метаморф. сланцам докембрия Сибири по 1916 г.).

14) Косованов, В. Библиография Приенисейского края (Сист. указатель книг и статей на русском и иностранных языках с 1612 г. по 1923 г.). Изд. Енис. Губ. Экон. Сов. 3 тома.

15) Николаев, В. Якутский край и его исследователи. Якутск, 1903, 86 стр. (библиография не полная).

16) Анерт, Э. 1) Краткий геологический очерк Приамурья. Геол. иссл. в золот. обл. Сибири. Ам. Прим. район, вып. XVII. СПб, 1913 (на стр. 157—192 список литературы по геологии, физ. географии, топографии и горному делу Дальнего Востока, включая Восточное Забайкалье). 2) Богатства недр Дальнего Востока: Хабаровск-Владивосток, 930 стр. с картами. 1928 (подробный список литературы в 841 № по геологии, полезным ископаемым, горному делу).

17) Обручев, В. История геологического исследования Сибири (издается выпусками в Ак. Наук; полные списки литературы по геологии, палеонтологии, петрографии, минералогии с XVII века и рефераты ее по областям в хронологическом порядке).

См. также Танфильев, Г. В. 1, № 7.

ГЛАВА III

КАРТЫ, ВЕДЕНИЕ СЪЕМКИ И НИВЕЛИРОВКИ

Так как топографическая карта является необходимой основой геологической карты, то геолог при производстве исследований в поле должен иметь топографические карты изучаемой местности и не только того масштаба, который будет принят для составляемой геологической карты, но и возможно более крупного. Чем больше масштаб карты, тем больше на последней имеется деталей рельефа и тем легче по ней ориентироваться, выбирать целесообразный маршрут и находить места, требующие осмотра, как карьеры, каменоломни, овраги, обрывы и т. п.

Поэтому очень полезно знать, какого масштаба карты имеются для данной местности, чтобы застать ими заблаговременно. Кроме карт, перечисленных ниже и имеющих большую часть в продаже в магазинах Военного Ведомства в Москве (Кузнецкий мост, 3) и в Ленинграде (Пр. 25 Октября, 2), для многих местностей в Военно-Картографическом Отделе Главного Военно-Топографического Управления в Москве (Б. Полянка, 9) (а отчасти и в таковых же отделениях военных округов в Тифлисе, Омске, Иркутске, Ташкенте) имеются более

новые или более подробные съемки, еще не опубликованные или вообще не публикуемые (напр., для местностей вдоль государственных границ). Геологи, производящие исследования для государства или для ученых учреждений и обществ, могут получить доступ к этим съемкам по ходатайству соответствующего учреждения и даже заказать фотографические копии тех планшетов (листов), которые их интересуют. Это обстоятельство не следует забывать в особенности при исследовании местностей отдаленных, для которых продажный картографический материал очень плох (карты очень старые или только мелкого масштаба).

Для европейской части СССР имеются следующие топографические карты (более крупного масштаба).

1) Карта масштаба 10 верст в дюйме (служит основой для издаваемой Геологическим Комитетом геологической карты страны) на 177 листах; она обнимает б. Европейскую Россию с Финляндией, Кавказом, Польшей и соседними частями Германии, Румынии и Болгарии.

2) Карта масштаба 3 версты в дюйме на 517 листах, обнимающая юго-западную часть страны приблизительно до линии Ленинград—Сталинград.

3) Карта масштаба 1 верста в дюйме с горизонталями (отсутствующими на двух предыдущих; на первой горы обозначены отмывкой, на второй—штрихами), которую начали издавать в 1886 году. Изданы листы для Финляндии (131 лист), Крыма* (89 листов), Ленинградской губернии (42 листа) и некоторых западных пограничных губерний. Эта карта к свободной продаже разрешена отчасти (кроме пограничных частей).

Кроме того, имеются еще карты отдельных площадей или частей б. Европейской России, а именно:

4) Московской губ., 2 версты в дюйме, 40 листов;

5) Окрестностей Москвы, 1 верста в дюйме, 6 листов;

6) Окрестностей Ленинграда, 2 версты в дюйме, 10 листов;

7) Крыма, 5 верст в дюйме, 8 листов;

8) Кавказа, 5 верст в дюйме, 58 листов, а также 10 верст, 20 верст и 40 верст в дюйме.

Для азиатской части СССР картографический материал значительно хуже, почему приходится упоминать даже карты мелкого масштаба.

1) Карта б. Азиатской России масштаба 100 верст в дюйме на 8 листах, обнимающая, кроме Сибири и Туркестана, также значительную часть Монголии, Китая, Персии, Афганистана, всю Японию и Корею.

2) Карта отдельных губерний Сибири (50 верст в дюйме), обнимающая все губернии Западной Сибири, а в Восточной—все кроме Якутской области.

3) Карта южной пограничной полосы б. Азиатской России (40 верст в дюйме); она обнимает южную половину Сибири на юг от линии Тобольск—Енисейск—Николаевск на Амуре, весь Туркестан, большую часть Персии, Афганистана, Китая (кроме крайнего юга), всю Монголию, Манчжурию, Японию и Корею.

4) Карта Туркестанского края (40 верст в дюйме) с Хивой, Бухарой, Афганистаном, частями Китая, Индии и Персии.

5) Карта Омского военного округа (40 верст в дюйме), 12 листов.

6) Карта Закаспийского края (20 верст в дюйме), 9 листов.

7) Карта Омского военного округа (10 верст в дюйме); она обнимает значительную часть Западной Сибири — на юге до границ Семиречья, на востоке — до Енисейской губ. Горы показаны отмывкой, точность оставляет желать многого.

8) Карта Туркестанского военного округа (10 верст в дюйме); издано 43 листа.

9) Карта Закаспийской области, 5 верст в дюйме и 2 версты в дюйме.

10) Карта окрестностей г. Омска, 1 верста в дюйме.

11) То же окрестностей г. Томска, 1 верста в дюйме, 6 листов.

12) То же окрестностей г. Красноярска, 1 верста в дюйме, 4 листа.

13) Карта южной части Забайкальской области, составленная Восточно-Сибирской горной партией в масштабе 20 верст в дюйме на 2 листах. Помещена в вып. 25 издания: „Геологические исследования и разведочные работы по линии Сибирской ж. д.“, 1903.

14) Карта оз. Байкала, составленная экспедицией Дриженко, 10 верст в дюйме, 2 листа и 2 версты в дюйме, 10 листов (Изд. Гидрографического Управления).

15) Карта Русского Сахалина Полевого с объяснительной запиской, 10 верст в дюйме, Труды Геол. Ком. Нов. Серия, вып. 97.

16) Карта Камчатки и Охотского края Богдановича и Лелякина, изд. 6. Горным Департаментом.

17) Карта Якутской Автономной Республики Герасимова, 60 верст в дюйме, на 4 листах, 1925.

18) Карта Урянхайского края В. А. Попова при его книге „Урянхайский край“, изд. штабом Иркутского военного округа в 1914 г.; масштаб 20 верст в дюйме (в продаже не была).

19) Двухверстные съемки Туркестана изданы для местностей, прилегающих к железной дороге от линии Бухара-Ходжент на юг до р. Пяндж, на север до Пишпека, Алма-Аты, Копала, Лепсинска и оз. Алакуль, также для всей пограничной полосы с Китаем и по р. Пяндж с Афганистаном и для низовий р. Аму-дарьи.

20) Верстовые и полуверстовые карты имеются для окрестностей Андижана, Асхабада, Кокана, Кушки, Маргелана (9 лист.), Мерва, Намангана, Оша, Самарканда (5 лист.), Ферганы, Ташкента (7 лист.), Ходжента и Чарджуя.

21) Подробные съемки русла и берегов многих крупных речных систем Сибири издавались министерством путей сообщения в виде отдельных атласов с описаниями (Обь, Иртыш, Енисей, Ангара, Лена, Селенга, Баргузин, Амур и др.).

Для Южной Сибири и Туркестана особенно важны съемки, хранящиеся в Военно-Картографическом Отделе Главного Военно-Топографи-

ческого Управления; имеются, напр., планшеты 2 версты и 1 верста в дюйме новых съемок местности вдоль всей Сибирской ж. д. и пограничной полосы в Тарбагатае, Сауре, Алтае и Саяне, а также более старые 70-х годов 2-верстные планшеты Киргизской степи южнее широты Павлодара до окраин Голодной степи; затем старые, частью маршрутные, частью полунструментальные съемки значительной части Забайкальской области, Амурской области и др.

Для золотоносных районов Енисейской и Иркутской губерний, частью Забайкальской и Амурской областей имеются новые съемки масштаба 2 версты (Енисейской губ.) и 1 верста (остальных) в дюйме, послужившие основой для геологических карт, составленных специальными горными партиями за последние 20 лет. Съемки некоторых районов имелись в продаже. Подробные съемки морских берегов имеются в Гидрографическом Управлении Морского Ведомства ¹⁾.

Если для исследуемой местности имеется уже геологическая карта, ее необходимо приобрести или скопировать, чтобы иметь постоянно под руками для справок, хотя бы она была даже старая или неполная.

Для 6. Европейской России Геологическим Комитетом в 1915 г. выпущено 2-е издание геологической карты на 6 листах в масштабе 60 верст в дюйме; эта карта обнимает также Кавказ.

Из издаваемой тем же Комитетом более подробной геологической карты в масштабе 10 верст в дюйме до настоящего времени вышли только листы: 17 (Житомир), 46 (Полтава, Харьков), 48 (Мелитополь), 56 (Ярославль), 57 (Москва), 71 (Кострома), 72 (Н. Новгород), 73 (Ела-тьма), 89 (часть, Вятка), 92 (Саратов), 93 (часть, Камышин), 95, 96 и 114 (Калмыцкая степь), 126 (Пермь), 127 (Сарапул), 128 (Уфа), 139 (Златоуст), 84, 85, 104 и 105 (Тиман). Карты разного масштаба и разных частей листов находятся также в „Известиях“ и „Трудах“ Геологического Комитета за все годы с 1882 г.

Более подробные геологические карты имеются:

1) Для Донецкого бассейна пластовая в масштабе 1 верста в дюйме

¹⁾ Вообще данные о местностях, охваченных съемками разных ведомств прежнего времени, можно найти в книгах:

Коверский, Э. О геодезических работах и сооружении Великого Сибирского пути (с картой Аз. России, на которую нанесены маршруты многих путешественников). СПб, 1896.

Kaulbars, N. Aperçu des travaux géographiques en Russie, S. Pet. 1889. Изд. Р. Георг. О-ва (Списки карт в хронологическом порядке).

Анерт, Э. Список съемок, использованных для составления 40-верстной гипсометрической карты Приамурья (в вышеуказанном труде этого автора, содержащем также список астрономических пунктов и карту в масштабе 40 верст в 1 дм.).

Соловьев, Н. Карты русского Дальнего Востока. Произв. силы Д. В., вып. 2, „Поверхность и Недра“. Изд. Д.-В. Краевой План. Ком. Хабаровск-Владивосток, 1927 (дает новый обзор картографических материалов по этой части Сибири).

Коногоров, П. Ф. Картография Северной Азии. Библиографич. указатель. Изд. Общ. Изуч. Урала, Сибири и Д. В., 78 стр. М. 1928 (содержит списки карт Сибири новых изданий, также Монголии, Манчжурии, Китая и Туркестана, в том числе и геологических, гидрологических и пр.).

(вышли еще не все планшеты) и общая 1920 г. в масштабе 10 верст в дюйме на двойном листе (Изд. Геол. Ком.).

2) Для нефтеносных районов Кавказа: Бакинского, Грозненского, Кубанского и Уральского—отдельные листы с описаниями в Трудах Геологического Комитета, Нов. Серия, вып. 24, 28, 47, 51, 57, 63, 65, 78, 88, 91, 92, 105, 106, 112, 115, 119, 128, 130, 134, 141, 142, 148.

3) Саратовской губ. 10 верст в дюйме на 2 листах Архангельского, Димо, Доброва и Семихатова.

4) Крымского полуострова, 10 верст в дюйме на одном листе, составленная в 1910 г., но изданная в 1926 г.

5) Для различных местностей европейской части СССР—в разнообразных статьях и отчетах, которые нужно искать среди соответствующей литературы по указателям.

6) Для Кавказа имеются также: карта Лебедева в масштабе 30 верст в дюйме на 2 листах, изданная в 1908 г., карты нефтеносных районов (см. выше), отдельные карты в „Известиях“ и „Трудах“ Геологического Комитета, в „Материалах для геологии Кавказа“, изд. Кавказским Горным Управлением, и других изданиях.

Для Сибири в последнее время Геологическим Комитетом издана геологическая карта на одном листе, масштаба 250 верст в дюйме с пояснительным текстом Мейстера и геологическая карта на 6 листах в масштабе 100 верст в дюйме. Карта того же масштаба на 5 листах приложена к книге Реутовского „Полезные ископаемые Сибири“, изданной 6. Горным Департаментом в 1904 г., но она устарела. Более подробные карты имеются:

1) Для площади вдоль линии Сибирской ж. д. в разных выпусках издания: „Геологические исследования и разведочные работы по линии Сибирской ж. д.“; масштаб преимущественно 40 верст в дюйме, в отдельных случаях (напр., для юго-западного Забайкалья)—20 верст в дюйме (при вып. XXII, ч. 1, 1914, а также при книге В. Обручева „Селенгинская Даурия“ изд. Троицкосавск. Отд. Р. Геогр. Общ., 1929; на складе в Геол. Ком.).

2) Для золотоносных районов—в издании Геологического Комитета—„Геологические исследования в золотоносных областях Сибири“, подразделенном на области Енисейскую, Ленскую и Амурско-Приморскую; карты крупного масштаба—в 2 и 1 верста в дюйме с описаниями по листам (это издание еще не вполне закончено), а в отдельных выпусках—карты разных районов, масштаба от 5 до 20 верст в дюйме.

3) Для побережья озера Байкала—карта Черского на 2 листах в масштабе 10 верст в дюйме, помещенная в т. XIII „Материалов по Геологии России“ и в т. XV, вып. 3 „Записок Географического О-ва по общей географии“.

4) Для Кузнецкого угленосного бассейна—карта П. И. Бутова и В. И. Яворского в масштабе 1:500000 (12 верст в дюйме) в „Трудах Геол. Ком.“, Н. С., вып. 177, 1927.

5) Карта местностей, тяготеющих к Амурской ж. д. Э. Анерта

в масштабе 40 верст в 1 дм., приложенная к вышеуказанному труду этого автора и соответствующая состоянию исследованности Вост. Забайкалья, Амурской и южной части Приморской области с Сахалином к 1912 г.

Карты, составляемые при новейших детальных исследованиях Сибири, помещаются в „Трудах“ Геологического Комитета, из новой серии которых Сибири касаются выпуски: 82, 107, 108, 114, 120, 126, 129, 140 и 145, а также ряд выпусков изданий „Материалы по общей и прикладной геологии“ и „Известия Зап.-Сиб. Отд. Геол. Ком.“ (Томск) и „Материалы по геологии и полезн. ископ. Д. В.“ Д.-В. Отд. Геол. Ком. (Владивосток), содержащих карты отдельных местностей разного масштаба.

В книгах и статьях весьма обширной старой литературы о Сибири также имеется много геологических карт отдельных местностей разного достоинства и масштаба.

Для Туркестана уже устаревшей геологической картой является составленная Мушкетовым и Романовским в 1886 г. и изданная Минералогическим О-вом на 6 листах в масштабе 30 верст в дюйме. Карту Закаспийской области в масштабе 100 верст в дюйме Мушкетов напечатал в т. 28 „Записок Минералогического О-ва“. Карты, составленные при новых детальных исследованиях Туркестана, помещаются в „Трудах“ Геологического Комитета, из новой серии которых этой страны касаются выпуски: 95, 100, 127, 133, 157, 169 и с картами более мелкого масштаба некоторые выпуски издания „Материалы по общей и прикладной геологии“, выходящего с 1916 г. Недавно издана Геологическим Комитетом новая геологическая карта Туркестана в масштабе 40 верст в 1 дюйме на 1 листе.

При пользовании топографическими картами нужно помнить, что даже мелкие ошибки их могут ввести геолога в заблуждение; соединяя друг с другом точки, обозначающие наблюденные границы разных формаций, массивов изверженных пород, положение трещин сбросов или сдвигов и т. п., он получит на неверной карте искривление или же выпрямление граничных линий, простираения дислокационных линий и т. п., не соответствующие действительности; чем больше неточности карты, тем грубее будут полученные ошибки. Поэтому всегда нужно проверять карту по местности; бывают случаи, что какой-нибудь планшет, вообще точный, в отдельной части оказывается с ошибками, иногда даже грубыми.

Маршрутная съемка. Отсутствие подробных карт для исследуемой местности заставляет геолога производить маршрутную топографическую съемку.

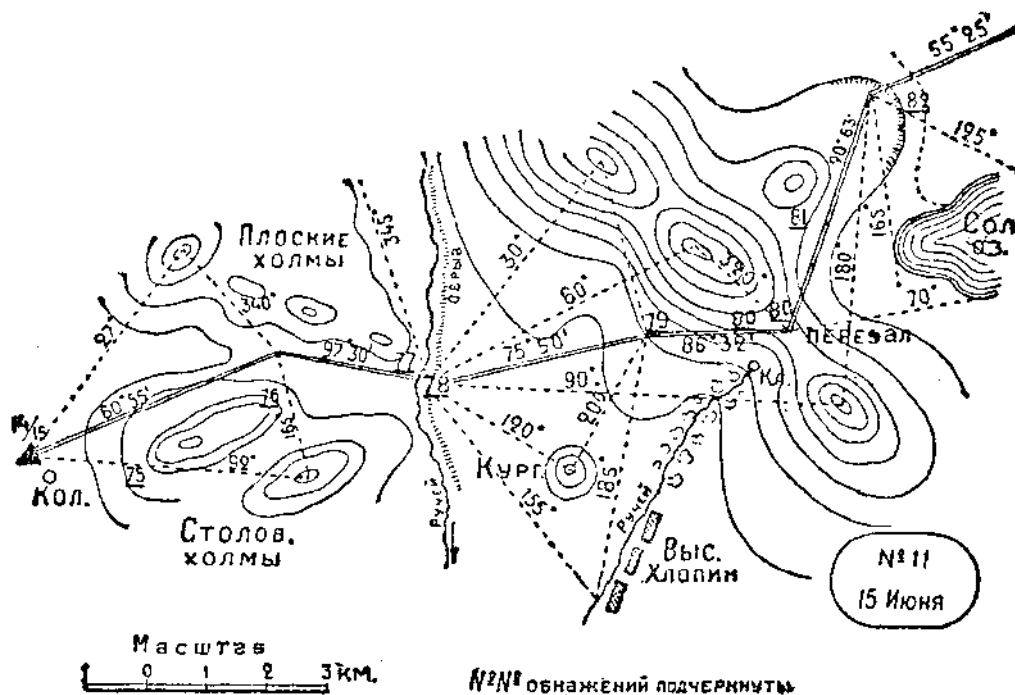
Если во время съемки не производится определение географических координат, т. е. широты и долготы нескольких пунктов, то начинать и кончать ее следует в пунктах, имеющих на существующих картах — городе, селе, станции железнодорожной или почтовой — чтобы можно было привязать ее при вычерчивании к этим пунктам и при этом исправить ее неизбежные погрешности.

При всякой съемке определяются и записываются два важнейшие элемента—направления и расстояния. Первые определяются посредством компаса, всего лучше буссоли Шмалькальдера, при отсутствии же ее—горного компаса с диоптрами или, в крайнем случае, даже без них. Расстояния определяются: счетом шагов (посредством шагомера), или оборотов колеса (посредством одометра), или же счетом времени, употребленного на их прохождение. Шагомер можно употреблять только при пешем производстве съемки, так как этот инструмент, находясь в кармане всадника, не ощущает шагов животного (может быть, за исключением верблюда, который заметно качает всадника на каждом своем шаге). Но и пешеход должен иметь на себе два шагомера, чтобы проверить их показания. Одометр, прикрепленный к оси колеса, применим только в том случае, если в караване путешественника имеется колесный экипаж или если характер местности позволяет впрячь одно из вьючных животных в оглобли, влекущие за собой одно или пару легких колес (напр., передок тележки). При санном путешествии можно приспособить колесо с одометром позади саней или нарты.

В виду сказанного этот первый и более точный способ определения пройденных расстояний во многих случаях не применим, так что приходится довольствоваться вторым, т. е. определять расстояние по времени, употребленному на их прохождение. Для этого нужно в самом начале съемки определить, сколько времени потребуется на прохождение известного расстояния тем животным, на котором съемка будет производиться, и тем его аллюром, который будет принят в путешествии. Время отмечают по часам, а расстояние измеряют рулеткой (если его нельзя определить по верстовым столбам почтовой дороги) или шагами, пройдя его предварительно несколько раз пешком и установив точно длину своего шага. Это определение времени полезно повторять при каждой перемене верхового животного, а также при резкой перемене верхового животного, а также при резкой перемене характера местности, напр., при переходе с равнины в горы, или с сухой местности на болотистую, или со степи в густой лес и т. п.

Определив соотношение времени и расстояния, начинают съемку так: выехав на окраину пункта, от которого съемка будет вестись, берут буссолью общее направление предстоящей дороги (пренебрегая ее мелкими извилинами) и записывают в книжке азимут и время; последнее пишется у точки, отмечающей начало пути, а азимут—вдоль линии, обозначающей его направление. Доехав до поворота дороги, замечают, сколько времени ушло на проезд, а затем берут для проверки обратное направление на исходный пункт и потом уже новое направление дороги приезда и замечают время отъезда (на повороте нужно остановиться, нередко даже слезать с лошади, если она не стоит спокойно, так что время приезда и отъезда всегда разделены промежутком). Все это записывается в книжке тем же порядком. Таким образом за день получается ряд записей, обозначающих направление отдельных частей пройденной дороги и длину этих частей (во времени), так что весь маршрут можно вычертить. Но

это даст нам только ломаную линию пути без всяких деталей местности. Последние нужно наносить все время, частью на-глаз, частью посредством засечек, т. е. азимутов, которые берутся буссолью на выдающиеся точки местности, напр., вершины или обрывы гор, отдельно стоящие холмы и скалы, группы деревьев, сооружения (хутор, могила, часовня, курган, памятник). Засечки нужно брать на поворотах дороги, и каждый предмет должен быть засечен по крайней мере два раза с точек, не слишком близких друг к другу, так как иначе положение его или совсем не определится на съемке (при одной засечке) или же определится неточно (при двух засечках с слишком близких пунктов, если только предмет не близок к дороге). На-глаз в книжке отмечают мелкие детали

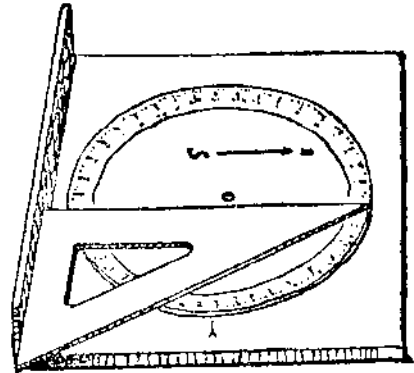


Фиг. 23.

и посредством горизонталей изображают рельеф окружающей местности, оценивая глазомерно высоту возвышенностей. Наблюдения anerоида (и гипсотермометра время от времени) производятся на местах ночлегов, а также в пути на месте резких переломов профиля дороги, т. е. на перевалах, на дне пересекаемых долин, у бродов и т. д. Путевые наблюдения записываются в книжку у соответствующего пункта, как равно и взятые из него засечки вместе с общей характеристикой местности и геологическими данными; обнажения нужно отмечать точно по маршруту. Вычерчивание съемки (как и составление дневника) нужно производить по возможности в тот же день, чтобы на свежую память разобрать все записи и пополнить наброски рельефа. Вычерчивать лучше на бумаге, разграфленной на мелкие клетки с делением на миллиметры или линии, в зависимости от принимаемого масштаба; наиболее удобен для геолога масштаб 5 верст в дюйме (или 2 км в сантиметре), при котором на листке формата школьной тетради можно уместить съемку даже боль-

того перехода—километров 45—50 и нанести достаточно деталей ¹⁾. Этот лист нужно сначала ориентировать по компасу, приняв вертикальные линии за направление магнитного меридиана, а затем вычерчивать на нем линию маршрута, откладывая по транспортиру азимуты отдельных колен, по масштабу—их длину и нанося точно засеченные пункты по обе стороны маршрута. Произведенные во время перехода наблюдения анероида или гипсотермометра позволят изобразить рельеф местности посредством горизонталей точнее, чем это было сделано на-глаз в записной книжке (фиг. 23—листок записной книжки со съемкой).

На следующий день съемка продолжается тем же порядком от места ночлега, а вечером она вычерчивается на том же листке или же к последнему прикладывается новый, также ориентированный. Листки нужно номеровать в последовательном порядке, чтобы их можно было без потери времени соединять друг с другом при всяком обзоре маршрута и перечерчивании съемки на карту.



Фиг. 24.

В. Вебер рекомендует для вычерчивания („Геолог. Вестн.“, т. III, 1917, стр. 108) прибор, ускоряющий работу: он состоит из деревянной доски (напр., куса фанерки) в 1 кв. фут, к одному краю которой наглухо прикреплена линейка, немного выступающая над доской; в центре доски вделан низкий шпенок, на котором вращается круглый транспортир в 8 дм. в диаметре. На середине линейки—индекс (стрелка). На транспортир наклеивается тремя каплями клея круглый лист бумаги того же диаметра, если это восковка, и несколько меньшего, если это белая непрозрачная (чтобы она не закрывала деления). Перед вычерчиванием ставим транспортир делением 0° (360°) против индекса, и треугольником, один катет которого скользит по линейке, проводим линию меридиана; затем ставим против индекса азимут первого хода маршрута, проводим по треугольнику линию, откладываем циркулем по масштабу длину хода слева направо от края бумаги; ставим против индекса азимут второго хода, опять проводим по треугольнику линию вправо от конечной точки первого хода, откладываем длину хода и т. д. Треугольник все время должен скользить одним катетом по линейке, а линии чертятся по другому катету; совершенно так же, вращая круг с бумагой и ставя азимуты против индекса, наносятся засечки, взятые с маршрута, в стороны, и линии простирания пород, записанные в обнажениях (фиг. 24).

Определение склонения. Не следует забывать, что стрелка компаса показывает не истинный, а магнитный меридиан, отличающийся от первого на угол склонения стрелки, который нужно определить самому или взять с хороших магнитных карт, показывающих изогоны для исследу-

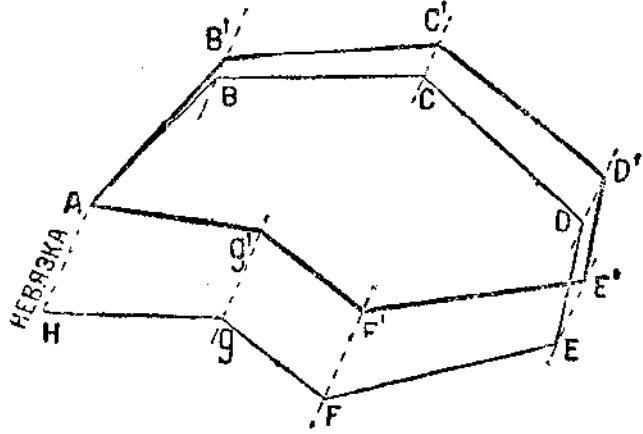
¹⁾ В местности сравнительно плоской; в горах предпочтителен масштаб в 1 км или даже в 0,5 км в 1 см, а в очень расчлененных (Кавказ, Тяньшань) 250 м в 1 см.

емой местности. Для определения величины магнитного склонения нужно определить истинный меридиан какого-либо пункта маршрута, что делается посредством секстана или теодолита. При отсутствии этих инструментов можно удовольствоваться более простым способом, дающим, конечно, результат менее точный, с возможной ошибкой до одного градуса. Если пункт находится на равнине, так что горизонт на западе и на востоке открыт, нужно взять компасом направление на заходящее солнце в тот момент, когда последний сегмент его скрывается за горизонтом, а на следующее утро взять направление на восходящее солнце в тот момент, когда его край покажется над горизонтом. Пусть направление заката было NW 285° , а направление восхода—NO 55° . Складываем 285 и 55 и сумму их 340 делим пополам; получаем 170 . Если бы в данном пункте магнитное склонение равнялось 0 , т. е. пункт находился на магнитном меридиане, в результате указанного сложения и деления мы получили бы 180 . Наш результат отличается от него на 10 —это и есть величина склонения= 10° . Направление склонения, т. е. будет ли оно восточное или западное, определяется тем, является ли наш результат больше или меньше 180 . В данном примере он меньше—склонение будет восточным. Если бы мы получили 185° —склонение было бы западное 5° .

Так как для указанного способа необходимо, чтобы солнце заходило и восходило на горизонте, не закрытом горами, холмами, лесом, строениями, то он применим не на всякой местности. Поэтому чаще приходится прибегать к другому способу, именно к определению полуденной линии, совпадающей с истинным меридианом, что можно сделать во время дневки. Для этого часа за три до полудня (в безоблачный или малоблачный день) устанавливают вне палатки вьючный ящик или дорожный столик, так чтобы его поверхность была горизонтальна; на нее кладут лист белой бумаги, приколотый кнопками, проводят на нем циркулем ряд концентрических кругов, а в центре втыкают тонкую и длинную палочку, всего лучше вязальную иглу, которая должна быть установлена вертикально (посредством транспорта или треугольника). Затем начинают наблюдать перемещение конца тени иглы по бумаге и каждый раз, когда он находится на одном из кругов, его положение отмечают точкой. До полудня тень будет укорачиваться, перемещаясь с запада на восток; после полудня она начнет удлиняться, перемещаясь в том же направлении. Закончив наблюдение часа в три пополудни, снимают иглу и, не сдвигая ящик или стол, соединяют две точки, находящиеся на том же круге, радиусами с центром. Линия, делящая пополам полученный угол, будет полуденной линией, т. е. направлением истинного меридиана. Приложив к ней длинную сторону дощечки горного компаса и освободив стрелку, мы сразу увидим, совпадает ли магнитный меридиан с истинным или нет, а в последнем случае—на какой угол стрелка отклонилась от линии севера—юга и в какую сторону. Пусть стрелка показывает северным концом NW 350° . Угол склонения, очевидно, будет 10° , а направление—восточное, так как в горном компасе страны O и W пере-

менены местами. Если бы стрелка показывала NW 10°, то склонение было бы западное 10°.

Точность указанных способов определения истинного меридиана не велика. Лучше определять его по Полярной звезде следующим образом: подвешивают два шнура вертикально на некотором расстоянии и, поместив глаз за одним из них, перемещают второй (освещаемый в это время сбоку) до тех пор пока плоскость обоих не совпадет с Полярной звездой; утром нужно точно провизировать оба шнура; при ветре груз, привязанный к шнурам, нужно помещать в воду. При проекции Полярной звезды на землю ее отклонение от меридиана в ту или другую сторону достигает, по вычислению К. Салищева 1°40' под широтой 50°, 2°10' под широтой 60° и 3°10' под широтой 70°. Для геологических наблюдений и маршрутной съемки такое отклонение не существенно. Еще точнее, до нескольких минут, определение истинного меридиана по солнцу кольцом Глазенапа, но оно требует наблюдений в течение целого дня.



Фиг. 25.

Определив тем и другим способом величину склонения (что при продолжительном путешествии, захватывающем большое пространство, нужно производить несколько раз), мы отмечаем полученный угол (или углы) на листках с вычерченной съемкой, проводя направление истинного меридиана под этим углом к магнитному меридиану, нанесенному при вычерчивании данного листка.

Исправление ошибок. При всякой маршрутной съемке неизбежно накопление ошибок разного рода, выражающееся в том, что конечный пункт отклоняется на некоторое расстояние от своего действительного положения. Если съемка заканчивается в том же месте, где была начата, т. е. маршрут образует замкнутый контур, то накопление ошибок обуславливает несмыкание съемки, как показано на фиг. 25, где начальная точка *A* должна была бы совпадать с конечной точкой *H*. Увязку, т. е. исправление съемки, производят на основании предположения, что ошибки накапливались постепенно на всем маршруте. Соединив точки *A* и *H*, делят линию *АН* на столько частей, сколько крупных поворотов содержит маршрут, в данном случае на 7; затем из каждой точки поворота проводят линии, параллельные *АН*, и по ним откладывают: от *B* величину $\frac{1}{7} AN$, от *C* величину $\frac{2}{7} AN$ и т. д., наконец, от *G* величину $\frac{6}{7} AN$. Через полученные точки *B'*, *C'*, . . . *G'* проводят линии исправленного маршрута, который и сомкнется в точке *A*. Понятно, что и все подробности, положение которых было привязано к разным частям маршрута, должны соответственным образом изменить свое положение.

Если маршрут оканчивается не в начальном пункте, а в другом, имеющемся на хорошей карте, то невязку можно исправить подобным же образом; вычертив маршрут на этой карте, начиная от начальной точки, мы соединяем его конечную точку с тем пунктом карты, где эта точка должна была бы находиться, делим эту невязку на столько частей, сколько поворотов делает маршрут, проводим параллельные линии, откладываем соответствующие части невязки и через полученные точки проводим исправленный маршрут.

Если во время маршрутной съемки делаются определения географических координат некоторых пунктов, или если съемка пролегает через пункты, ранее определенные другими путешественниками (если такие пункты или нанесенные на карту маршруты предшественников оказываются вблизи снимаемого маршрута, то необходимо примкнуть его к ним), то увязка делается уже по участкам маршрута в промежутке между такими пунктами. Такую же увязку по участкам нужно делать, если маршрут пролегал по местностям различного характера с разной трудностью съемки, напр., то по ровной степи, то по болотам, то по лесу или по горам. Съемщик сам знает, на каком участке он всего больше ошибался в направлениях дороги или в оценке расстояний по ходу каравана, преувеличивая или преуменьшая последние.

Лодочная съемка. Если приходится вести съемку во время экскурсии или путешествия на лодке по реке, то приемы несколько иные. Предпочтительно вести съемку при движении вверх по течению (на шестах или бичеве), так как скорость хода лодки равномернее, чем вниз по течению, особенно на небольших реках в гористой местности, где быстрота течения меняется часто в широких пределах. Наблюдатель сидит в лодке с компасом и записной книжкой в руках и с часами на браслете; в начале каждого колена реки он замечает время и берет направление по компасу, записывая только азимут с округлением до 5° , а время с округлением до полуминуты; скорость движения оценивается на-глаз, глядя на перемещающийся берег; после небольшого опыта ошибка в оценке скорости не превышает 10%, т. е. точности самого метода. Для проверки оценки измеряют скорость движения лодки шагами по берегу или же лагом в виде мешка с песком или камнем, который бросают в воду, вытравляя, по мере хода лодки, привязанную к нему тонкую веревку в 20—40 м длины и замечая время, понадобившееся на это. За основу принимается скорость в 4 км в час (обычно максимальная при подъеме вверх), приравниваемая коэффициенту 10, так что, напр., скорость в 2 км будет записана цифрой 5. Все потери времени на остановки и переезды через реку с одного берега на другой записываются. Вся запись ведется на левой стороне записной книжки, а на правой чертятся на-глаз колена реки с обозначениями коренных (высоких) берегов, устьев притоков, стариц, островов, строений, обнажений с их номерами, указаниями высоты коренного берега и его расстояния от уреза воды; если видны в стороне горы—на них берутся засечки. Запись левой стороны ведется в виде дробей; в числителе пишется время,

в знаменателе азимут и рядом пониже коэффициент скорости. По этим записям, чертежу и заметкам на правой стороне книжки вечером съемка вычерчивается на-чисто, как указано выше. Пример записи:

$\frac{15}{325^{\circ}}$	$\frac{18,5}{80^{\circ}}$	$\frac{22}{220^{\circ}}$	$\frac{25,5}{330^{\circ}}$	$\frac{28}{350^{\circ}}$	$\frac{35}{\text{пот.}}$	$\frac{38}{350^{\circ}}$	$\frac{42,5}{10^{\circ}}$	$\frac{46}{25^{\circ}}$
8	6	8	10			7	5	2

Расшифровка: с 9 ч. 15 мин. лодка шла $3\frac{1}{2}$ мин. на NW 325° со скоростью 8 (т. е. 3 км. 200 м в час); затем $3\frac{1}{2}$ мин. на NO 80° скорость 6; $3\frac{1}{2}$ мин. SW 220° скорость 8; $2\frac{1}{2}$ мин. NW 330° скорость 10; в начале колена на NW 350° была остановка в 7 мин.; по этому колену шли потом 3 мин. со скоростью 7, затем $4\frac{1}{2}$ мин. на NO 10° со скоростью 5 и $3\frac{1}{2}$ мин. на NO 25° со скоростью 2 (маленький перекал).

Для съемки на мелких речках с короткими коленами достаточен горный компас без диоптров; на больших реках с длинными коленами, когда времени между записями больше, для засечек можно употреблять буссоль с диоптрами. Тот же метод годится и при плавании вниз по течению, но оценка скорости, быстрее меняющейся, труднее, требует большого навыка и в первое время проверки в местах с разной быстротой течения шагами по берегу или лагом ¹⁾. Опытный съемщик оценивает скорость уже точнее, с точностью до 200 м, т. е. пишет коэффициенты не целыми числами, а с половинами, напр., 7,5; 9,5. Такая точность достигается внимательным наблюдением после месячной практики.

Буссоли. Хотя маршрутную съемку можно вести и обыкновенным горным компасом, беря направления пути и засечки по длинной стороне площадки, но точность в этом случае невелика—легко ошибиться на $1-2^{\circ}$, в особенности при засечке отдаленных пунктов. Предпочтительно иметь для съемки буссоль Шмалькальдера, которой можно работать как с руки, так и привинтив ее помощью шарового шарнира на легкую треногу или палку. Буссоль снабжена высоким предметным диоптром и низким глазным с призмой, через которую видны градусные деления; оба диоптра прикреплены к коробке шарнирами и могут отгибаться, когда буссоль прячется в карман. Употребление инструмента настолько просто, что всякий, рассмотрев внимательно его устройство, поймет в чем дело, если у него нет краткого курса геодезии, чтобы навести необходимую справку.

В последние годы большое распространение получил американский компас Брунтон (фиг. 26), который может¹⁾ служить так же, как горизонтотмер, как простой нивеллир и как горный компас. Он представляет восьмиугольную коробку с лимбом, магнитной стрелкой (не

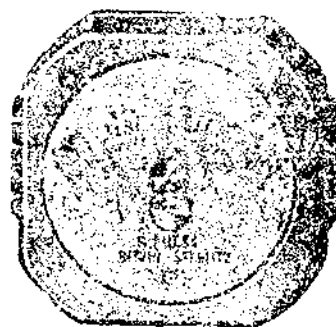
¹⁾ Подробнее о лодочной съемке см. в статье С. В. Обручева („Землеведение“ вып. 1—2, 1925). Мне пришлось снимать р. Хилок в Забайкалье вниз по течению в связи с геологической работой, плывя на малоповоротливом бате (долбленной лодке) и без предварительной практики. Позже оказалось, что есть планшеты инструментальной съемки, и сравнение их с моими обнаружило очень хорошее совпадение (до 10% отклонений в длине колен реки).

плоской, что способствует быстрой установке), уровнем и клинометром; знаки О и W переставлены; с одной стороны (по линии N—S) к коробке прикреплен откидывающийся диоптр, с другой—крышка с зеркалом; уровень перемещается на оси стрелки, связан с нониусом, который позволяет брать вертикальные углы (по делениям клинометра) с точностью до 5 мин. В углублении на нижней стороне коробки (фиг. 27)



Фиг. 26.

имеется зубчатая головка, вращающая уровень, и выгравированная таблица перевода градусов уклона в проценты; на зеркале нанесена черная черта, перпендикулярная к шарниру, и в нижней части его имеется сквозное отверстие. При маршрутной съемке и для измерения горизонтальных углов (при визировке на точки, находящиеся не выше 45° над и не ниже 15° под уровнем глаза наблюдателя) компас держат горизонтально, зеркалом к себе, диоптром от себя, откинув то и другое в обе стороны, и смотрят сверху в зеркало, меняя его наклон и наклон диоптра, пока черта на зеркале и прорез диоптра не окажутся на одной линии с направлением пути или пересекаемой точкой; тогда отпускают стрелку и берут отсчет. При визировании точек, лежащих ниже 15° под



Фиг. 27.

уровнем глаза, напр., с вершины горы, компас держат горизонтально, но зеркалом от себя, причем и диоптр, и зеркало наклонены от наблюдателя; визируют точку через прорез диоптра и отверстие в зеркале; при этом диоптр должен отражаться в зеркале. При измерении вертикальных углов (для определения уклона, превышения точек) компас держат вертикально на уровне линии, соединяющей глаз с визируемой точкой; при этом диоптр, обращенный к глазу, откинут совершенно в одну плоскость с коробкой, а зеркало под углом около 45° в обратную сторону. На конце диоптра имеется маленькая диафрагма, и точку визируют через нее и отверстие в зеркале, причем в последнем виден и уровень; последний вращают правой рукой посредством упомянутой головки на дне коробки и отсчет угла делают по нониусу, опустив компас; зеркало показывает, когда уровень нужно остановить. Для измерения простирания пластов компас прикладывают стороной, свободной от шарниров, в горизонтальном положении, а для измерения угла падения ставят на ребро, как горный компас, и отсчитывают по клинометру. Цена компаса Брунтон в Германии, с кожаным футляром, 105 марок.

Фотографирование. На фотографических снимках отчетливо вос-

производятся все особенности данного обнажения горной породы—характер напластования, трещиноватость, жилы, сбросы, включения и выделения, шлары и т. п. Снимки дают верное представление о формах рельефа исследуемой местности, заменяя длинные описания и пояснения замечания дневника геолога. Аппарат позволяет делать снимки местности даже с быстро движущегося экипажа, лодки, парохода, поезда и запечатлевать геологические явления, трудно или совсем не поддающиеся зарисовке, как извержение вулкана, грязевые потоки, волны прибоя, смерчи. Зарисовка всегда требует продолжительного времени и умения владеть карандашом и, кроме того, многие детали изображаемого предмета ускользают от рисовальщика, тогда как фотографическая пластинка воспринимает автоматически все, а при употреблении хороших объективов и пластинок снимок может быть увеличен и обнаружит даже детали, незамеченные наблюдателем.

При выборе фотографического аппарата геолог должен руководствоваться следующими соображениями: камера должна быть портативна; быстро раскрываться и закрываться; позволять делать снимки как с руки, так и с штатива моментальные и с выдержкой; все части ее должны быть сработаны и соединены прочно, чтобы выдерживать без повреждений сотрясения, перемены температуры и влажности и другие неизбежные неблагоприятные влияния во время путешествия. Наиболее удобным форматом камер являются таковые для пластинок 9×12 см; они дают снимки достаточно большие и вместе с тем настолько легки, что не слишком отягощают геолога. При употреблении камер, дающих снимки меньшего размера, напр., 6×9 см, или 4×6 см, следует приобретать особенно хорошие объективы, чтобы снимки, в случае надобности, могли быть значительно увеличены. Но и при употреблении камер в 9×12 см не следует скупиться на объектив, так как и снимки этого размера иногда приходится увеличивать, а все мелкие детали обнажений рельефа и пр. выходят отчетливо только при употреблении хороших объективов. Рекомендовать можно более дорогие так называемые апланаты и анастигматы Герда, Цейса, планастигмат Фос, симметрические объективы Росса и Дальмейера, апланаты Зутера, а из более дешевых—апланаты Буша и Дерожи.

Стереоскопические камеры я считаю непрактичными для геолога; они тяжелее, устройство затворов более сложно и потому легче подвергается порче, камеры значительно дороже (так как в них два объектива), как и пластинки к ним; запас пластинок весит значительно больше, и снимки получаются меньшего размера ¹⁾. Из аппаратов разных систем более практичны для геолога камеры складные, чем нераздвижные, так как первые имеют меньший объем. Но камера должна быстро раскрываться и легко наводиться на фокус. При выборе объектива следует

¹⁾ Стереоскопический снимок при рассматривании в стереоскоп дает полную иллюзию природы, пластичность. Но и обыкновенным аппаратом можно получить стереоскопический снимок, если снять дважды тот же объект, передвинув аппарат после первого снимка на 8 см параллельно самому себе, напр., вдоль доски.

избегать чересчур широкоугольных (короткофокусных), которые кроют слишком большое пространство и потому все детали получаются очень мелкими; вместе с тем светосила этих объективов очень велика, так что их приходится сильно диафрагмировать, чтобы избежать большой передержки. Очень узкоугольные (длиннофокусные) объективы (телеобъективы), наоборот, кроют слишком малое пространство; один такой объектив полезно иметь (сверх обыкновенного) при работе в высоких горах для снимания отдаленных предметов—горных вершин, ледников, скал, которые при употреблении объектива более широкоугольного получаются на снимке слишком мелкими.

Снимки делаются на стеклянных пластинках или на целлулоидных пленках (тонких, намотанных на катушки или более толстых, вставляемых в кассеты подобно пластинкам). Пластинки значительно тяжелее пленок и подвергаются бою при небрежной укладке и перевозке; с другой стороны—пленки легче портятся от времени, менее прозрачны и менее удобны при проявлении снимков. Если количество снимков не очень велико, напр., 120—240 за рабочий период, следует отдавать предпочтение пластинкам. При большом количестве снимков, напр., при продолжительных путешествиях, ту или другую часть своего запаса (в зависимости от средств передвижения) можно составить из пленок, которые расходовать в первую очередь, оставляя пластинки на конец работы. Для предохранения пленок от сырости, которая портит их, необходимо запаивать их в жестяные коробки по 4—6 дюжин в каждой или хранить их в жестянке с двойными стенками, в промежутке между которыми насыпан хлористый кальций. При работе в очень дождливой местности полезно запаивать и пластинки. Пластинки нужно покупать лучшего качества; иностранные (немецкие фирмы Агфа, французские Люмьера, английские Ильфорта и Истмена) предпочтительны перед русскими (Аэрофото и другие), так как выработка их значительно лучше (желатин лучшего качества, стекла одинаковой толщины и правильно обрезаны, нет пятен, пузырей и т. п.), а упаковка более прочная и аккуратная (особенно у немецких Агфа). Хотя иностранные пластинки дороже, но, употребляя русские, никогда нельзя быть уверенным в успехе и почти из каждой дюжины приходится ломать или выбрасывать 1—2, которые так толсты или так неровно обрезаны, что не лезут в кассету¹⁾. Пленки, конечно, также лучше заграничные (Агфа, Кодак, Ильфорт и т. п.); пленки на катушках требуют употребления особых кассет, тогда как пленки нарезные могут вкладываться в ту же кассету, так и стеклянные пластинки, но с подкладкой из картона (толщины стеклянной пластинки). При камере нужно иметь и штатив (треног), чтобы в случае надобности делать снимки не с руки; это необходимо в тех случаях, когда экспозиция больше $\frac{1}{10}$ секунды (напр., $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{2}$, и больше), так как при продолжительной экспозиции рука не может не дрогнуть и снимок будет

¹⁾ В последнее время качество пластинок фирмы Аэрофото стало гораздо лучше.

испорчен. Близкие обнажения большею частью приходится снимать с штатива. Последний должен быть складной, всего лучше металлический трубчатый, как наиболее прочный и компактный.

В последнее время фирма Эрнеманн в Дрездене выпускает очень хорошие объективы. Пленки, вкладываемые в кассеты, почти вышли из употребления; им предпочитают так называемые „Пакфильм“—плоские пленки, вкладываемые пакетом в 12 штук в специальный металлический „адаптер“, который вставляется в фотографическую камеру вместо кассеты и позволяет делать один за другим 12 снимков, после чего на свету можно вставить в адаптер новый пакет пленок. Адаптер нужно покупать вместе с камерой или покупать по камере. Употребление его избавляет от ночной перемены пластинок, а легкость пленок позволяет иметь большой запас их. Для проявления в путешествии рекомендую новый аппарат, изобретенный Сытиным, очень простой и позволяющий проявлять при дневном свете¹⁾, а для правильной экспозиции—фотометр Митгол.

Выучиться пользоваться фотографическим аппаратом (делать снимки и проявлять их) необходимо до начала полевых работ, иначе нельзя быть уверенным в успехе. Для проявления всех делаемых снимков во время самого путешествия обыкновенно нет ни времени, ни подходящей обстановки. Но проявить время от времени одну—другую пластинку очень полезно, особенно в начале полевых работ, чтобы проверить исправность камеры и правильность экспозиции. Этой проверкой можно уберечь себя от неудачи всех дальнейших снимков, так как, напр., незаметная трещина в деревянных частях камеры или дырочка в раздвижном мехе могут свести к нулю все труды и затраты фотографа. Экспозиция зависит, между прочим, и от географической широты местности, о чем нередко забывают (и в некоторых таблицах ее даже игнорируют), так что проверка правильности полезна не только для новичка, но и для опытного фотографа. Качество же пластинок следует проверить еще до выезда в поле, вскрыв две—три коробки и сделав пробные снимки, так как нередко, особенно в провинции, фотографические магазины беззастенчиво сбывают старые, залежавшиеся пластинки или пленки, уже более или менее испорченные. Если с собой нет черного мешка для перемены пластинок в кассетах при дневном свете, то эту перемену нужно производить поздно вечером, когда уже совершенно стемнеет, непосредственно в палатке, притушив костер, горящий по соседству с ней. Но в ясные лунные ночи, а также в белые ночи на севере, защита, даваемая палаткой, недостаточна; приходится устраивать себе внутри палатки темную комнатку, покрывая расставленный треног аппарата черным сукном или одеялом и забираясь с фонарем, кассетами и пластинками под эту покрывку.

¹⁾ Описание его напечатано в журнале „Красная Нива“, № 42, 1927. Аппарат патентован и изготавливается Фотохимическим трестом (Москва, Рождественка, 5) по цене около 25 руб.

Фотографическое снаряжение геолога должно состоять из: 1) камеры того или другого размера и устройства с объективом, моментальным затвором и не менее, чем тремя двойными кассетами, что позволит делать ежедневно шесть снимков; но чтобы иметь возможность в случае надобности сделать и больше снимков и чтобы не производить каждый вечер скучную, а при сильной усталости и нежеланную операцию перемены пластинок, лучше иметь не три, а шесть двойных кассет, заряжая в них сразу целую коробку пластинок; 2) прочного кожаного футляра (чехла) к ней с ремнем для ношения через плечо; 3) штатива (складного) в чехле; 4) запаса пластинок и пленок; 5) куса черного сукна или другой плотной материи; 6) красного фонарика, складного, с красной материей или нескладного металлического со стеклами; для освещения всего практичнее парафиновые плашки; 7) четыре целлулоидные ванны для проявления, промывки и фиксажа (в продаже есть складные ванны); 8) некоторого количества проявителя (всего лучше готового сухого в стеклянных трубках — адурола — наиболее прочного, — амидола или гидрохинона), бромистого кали, таннина и фиксажа (кислого, развешенного на порции по 25 г, завернутые порознь в пергаментную бумагу и хранимые в стеклянной баночке с хорошей пробкой) и 9) мензурки в 100 см³. В продаже имеются краткие наставления для фотографирования, а при хороших аппаратах — описание их устройства и употребления¹⁾. Продолжительность экспозиции для получения хорошего снимка зависит от времени, объектива и величины применяемой диафрагмы, характера и расстояния снимаемого предмета и его освещения и от чувствительности пластинок. Все эти обстоятельства приняты во внимание в особых таблицах, которые прилагаются к аппаратам или продаются отдельно, а необходимая шноровка дается опытом; этот опыт таблицы заменить не могут, они избавляют новичка только от грубых ошибок.

При детальной работе все более интересные обнажения следует снимать с штатива, соблюдая правила, указанные ниже (в геологической фотограмметрии), так как точно ориентированный снимок с масштабом на нем часто заменит кропотливое измерение на месте, требующее продолжительного времени и в известных случаях, напр., при значительной высоте и отвесности обнажения, трудно или совсем не выполнимое. Но даже если снимок не делается по всем правилам фотограмметрии, уста-

¹⁾ 1) Евдокимов, Б. Практическая фотография. Ленинград, 1927. Ц. 3 р. 2) Энглиш, Е. Основы фотографии. Руководство практической и научной фотографии. Ленинград. 1927. Гос. Изд. Ц. 3 руб. 50 коп. 3) Фогель, Э. Карманный справочник по фотографии. Гос. Изд. 1926. Цена 1 руб. 75 коп. (удобны для путешественника). 4) Лауберт, Ю. К. Фотографические рецепты и таблицы. Изд. 5-е Гос. Изд. Цена 1 руб. 60 коп. 5) Бианки, А. Как снимать. 2-е изд. Ленинград. Ц. 65 коп. (полезные указания для начинающих).

Руководства 1 и 2 более полные, необходимые для основательного изучения фотографии; 3-е можно рекомендовать для полевой работы, 4-е является дополнением к нему.

новка (на обнажении или возле него) масштаба в виде человека, рейки, палки или геологического молотка необходима, так как позволяет судить о размерах отдельных частей. Особенно интересное место обнажения также следует отмечать установкой возле него легко заметного указателя—палки, молотка, коробки спичек, карманных часов и т. п. При маршрутной работе фотографировать со штатива приходится значительно реже по недостатку времени, но и при снимании с руки нужно заботиться о масштабе или указателе на обнажении.

Для обнажений наиболее благоприятно освещение сбоку и несколько спереди, когда все выступы бросают еще тени, но короткие. Обнажения освещенные прямо спереди, или же находящиеся в полной тени, выходят на снимке слишком плоскими. К сожалению, в большинстве случаев, особенно при маршрутной работе, не приходится выбирать наиболее благоприятный момент.

В таблицах продолжительности экспозиции обнажения не указаны среди объектов съемки. Их следует приравнять к архитектурным сооружениям, снимаемым с небольшого расстояния; если обнажение состоит из пород белых, фиолетовых, голубых или синих, его можно приравнять к светлому зданию, а если оно состоит из пород красных, желтых, зеленых или черных—к темному зданию.

При снимании местности масштаб в виде человека нужен только тогда, когда важно отметить высоту отдельных возвышений, напр., холмиков, барханов, дюн, эрратических валунов, гребней скал и т. п.; такой масштаб нужно ставить или на возвышении или возле него сбоку. Человек, стоящий возле какой-нибудь земляной воронки, трещины, дает возможность судить об их поперечнике, а всадник, снятый вдоль реки во время брода через нее, дает понятие о ее ширине и высоте берегов.

Во время дождя или тумана, даже легкого, снимки местности совершенно не удаются, а обнажения можно снимать только с очень близкого расстояния. При снеговом покрове продолжительность экспозиции сильно уменьшается, даже зимой, так что для снимания в это время года и для снимания ледников, фирновых полей, вечноснеговых вершин нужна большая практика, чтобы избежать сильной передержки.

При съемке внутренности пещер и забоев в рудниках нельзя обойтись без освещения вспышкой порошка магния или сожиганием ленты этого металла; последнее предпочтительно для рудников, так как позволяет удлинить экспозицию и не требует особых приспособлений в виде лампы; отрезок ленты необходимой длины можно зажечь на свечке, которую держать несколько позади и выше камеры. Снимать нужно со штатива и наводить на фокус при помощи горящей свечи, подвешенной на самый забой и могущей служить также масштабом, если нет линейки или ленты с делениями; человек в этом случае не годится в качестве масштаба, так как закроет слишком значительную часть забоя. Если последний запылен (от долгого стояния или динамитных взрывов), его нужно обмыть водой, но затем выждать, чтобы вода

стекла, так как слишком мокрые поверхности, отражая огонь магния, дадут блики.

Геологическая фотограмметрия представляет применение фотографии к топографической съемке местности и к составлению точных геологических профилей. На фотографических снимках, известным образом ориентированных, можно измерить: 1) относительные высоты обнажений и форм рельефа; 2) мощность отложений, выступающих в естественных и искусственных обнажениях; 3) мощность отдельных пластов; 4) углы видимого и истинного падения пластов и азимуты простирания их; 5) углы падения и азимуты простирания трещин, сдвигов и сбросов, жил и т. п.

Зная абсолютную высоту какого либо пункта, видимого на фотографическом снимке, можно определить и абсолютные высоты других пунктов снимка, если они имеются на хорошей карте местности.

Для выполнения всего этого необходимы: 1) верный объектив; 2) точная установка камеры в горизонтальном и вертикальном направлениях; 3) точное определение направления оптической оси объектива и 4) в некоторых случаях—определение так называемого фотограмметрического горизонта.

Приемы фотограмметрии описаны подробно в специальных руководствах¹⁾, к которым мы отсылаем тех, кто хочет заняться съемкой местности при помощи фотографии. Здесь же опишем наиболее простые случаи применения фотографического аппарата в условиях, доступных каждому геологу.

1) Обнажения вертикальные или почти вертикальные снимаются так, чтобы все обнажение или наиболее интересная часть его поместилось на пластинке; аппарат устанавливается против середины обнажения, матовое стекло должно быть параллельно плоскости обнажения; у самого подножия последнего или на каком либо выступе ставят рейку, которая выйдет на снимке и позволит точно измерить (на негативе) определенные части обнажения—пластов, жилы. Рейку можно заменить шестом, геологическим молотком или вообще предметом, длина которого может быть определена непосредственным измерением; но этот предмет должен находиться в плоскости обнажения и поближе к центру снимка. Предметы, находящиеся впереди обнажения, напр., деревья, дома, люди, не могут служить масштабом для точных измерений. Угол видимого падения пласта, жилы и пр. легко измерить при помощи прозрачного транспорта на самом негативе или же перенести линии падения на бумагу.

2) Обнажение, состоящее из ряда уступов, напр., в каменоломнях, разрезах приисков, карьерах, снимается так, что рейки или другие масштабы устанавливаются на каждом уступе у его задней вертикальной стенки. Или же можно снять его дважды—спереди и в профиль под прямым углом друг к другу, обозначив место стоянки камеры при

¹⁾ Напр., П. Тутковский, О геологической фотографии и фотограмметрии. Киев. 1894 или Зап. Киевского о-ва Ест., XIV, в. 1, 1895, стр. 175—224.

съемке спереди вехой, которая выйдет на снимке в профиль, и измерив в натуре расстояние камеры от подножия обнажения при съемке спереди ¹⁾. При помощи оптических формул и измерения частей обнажения на негативе снимка спереди можно получить необходимые размеры отдельных пластов, жил и пр. Один из этих двух способов применяют и к обнажениям наклонным.

Определение высот необходимо геологу в связи с маршрутной съемкой в местности, для которой нет подробных карт. Но оно полезно и при исследовании местности хорошо снятой, так как и на подробных картах не нанесены высоты всех пунктов, а геологу часто нужно знать высоту отдельной вершины, холма, какого либо выхода на склоне, речной террасы и т. п. Для определения высот в местности, плохо картированной, нужно иметь, по крайней мере, два anerоида, а если абсолютные высоты превышают 2.000 м, то, кроме того, гипсотермометр для проверки anerоидов. Отсчеты anerоидов производятся на каждом ночлеге вечером и утром, при дневках также и днем; если работа ведется с обеденной остановкой, то полезно отсчитывать anerоиды и во время таковой. Во время передвижения anerоиды нужно отсчитывать на всех пунктах перелома рельефа: на дне долин, пересекаемых маршрутом (всего лучше у брода или моста через речку), на всех перевалах, резких изменениях уклона долины, а также на террасах и плоскогориях, на дне котловин и на равнинах (время от времени, чтобы узнать, не имеет ли равнина уклон в ту или другую сторону, незаметный для глаза).

При отсчете anerоид слегка постукивают пальцем, чтобы помочь стрелке преодолеть трение механизма, записывают показание термометра в anerоиде и термометра-праца, дающего температуру окружающего воздуха. Anerоид при отсчете надо держать горизонтально. На перевалах и на дне долин, т. е. после подъема или спуска, нужно выждать несколько минут, чтобы дать anerоиду время принять увеличившееся или уменьшившееся давление воздуха; в ожидании можно определить температуру термометром-працем и затем уже отсчитывать anerоид. Для определения относительной высоты какого либо пункта—вершины холма, горы, гребня, обнажения и т. п.—над другим всего лучше оставить один anerоид и наблюдателя внизу (на стоянке, на дне долины, на равнине), поручив ему записывать показания anerоиды и температуру через известные промежутки времени (через час, полчаса или меньше—в зависимости от отдаленности измеряемого пункта; если последний виден оставшемуся внизу наблюдателю, то он должен сделать отсчет в то время, когда экскурсант будет на самом пункте). На измеряемом пункте производится отсчет второго anerоиды, взятого с собой (и показание термометров). До и после экскурсии (в особенности при подъеме на очень высокие горы) нужно сравнить оба anerоиды друг с другом. Если в распоряжении путешественника имеется один anerоид, он берет

¹⁾ Если это измерение невозможно—можно заменить веку рейкой или поставить одну рейку у первого уступа при съемке.

его с собой, но записывает его показания, также до выхода в экскурсию и по возвращении с таковой.

При перенесении на значительные высоты anerоиды резко изменяют свои поправки, показывая обыкновенно высоту больше действительной, нередко на 20—30 мм. После спуска на более низкую местность эта измененная поправка постепенно опять уменьшается, но большею частью уже не достигает величины, которую имела до подъема. При новом подъеме она опять изменяется; у разных инструментов это изменение достигает различной величины, так что anerоид вообще инструмент ненадежный для работы на больших высотах. Поэтому его необходимо не только контролировать при помощи гипсотермометра, но часто и заменять последним, т. е. на высоких перевалах, вершинах, плоскогорьях определять высоту кипячением воды, не останавливаясь перед затратой времени на эту операцию. Но и при работе на менее значительных высотах полезно время от времени, напр., на дневках и в пунктах более важных, у слияний рек, на берегу озер, в селениях, на обширных равнинах, наблюдать показания гипсотермометра anerоидов совместно, так как последние меняют свои показания и от тряски и толчков, во время путешествия.

Нивеллировка. Записывание показаний anerоидов во время переходов и на стоянках дает уже грубую нивеллировку пройденного маршрута. Для нивеллировки более детальной можно также применить anerоиды, если их имеется не меньше двух.

Если нужно пронивеллировать детально какую-нибудь часть маршрута, напр., линию между точками *A* и *O*, то один наблюдатель остается в точке *A*, где отсчитывает anerоиды и температуру каждый час; второй наблюдатель с anerоидом направляется по линии *AO*, отсчитывая anerоид в ряде пунктов *B*, *B*, *Г*, *Д*, *Е*, *Ж* и т. д. Достигнув пункта *O*, он остается здесь и отсчитывает свой anerоид каждый час, а первый наблюдатель трогается из *A* по тому же пути и отсчитывает свой anerоид в тех же пунктах *B*, *B*, *Г* и т. д. (отмеченных в натуре, либо знаками—вехами, флажками, кучками камня и т. п.). Когда он прибудет в *O*, оба сравнивают свои anerоиды и записи, и профиль линии *AO*, пройденный дважды, будет установлен достаточно точно на основании средней из двух определений.

Если линия *AO* составляет только маршрут боковой экскурсии, то один наблюдатель с anerоидом остается все время в *A*, а второй идет в *O*, а затем возвращается тем же путем в *A*, наблюдая anerоид в тех же пунктах *B*, *B*, *Г* и т. д. на пути туда и обратно.

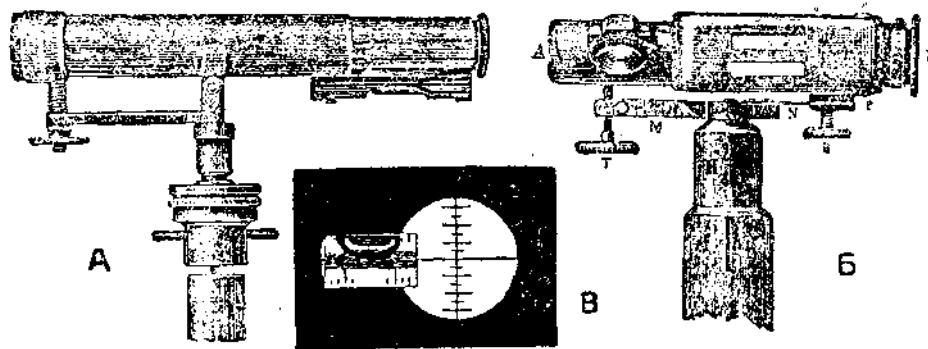
Более точная нивеллировка, необходимая при разведках, для определения профиля местности по линиям шурфов, буровых скважин и пр., производится посредством нивелира, или точного, или упрощенного геологического.

Описание устройства точных (и громоздких) нивелиров можно найти в курсах геодезии, и здесь мы ограничимся таковым только легких

походных нивелиров, рекомендуемых А. Скринниковым на основании собственного опыта ¹⁾.

Нивелиры Бутеншена, система А (фиг. 28А). Зачерченная труба опускается и поднимается посредством микрометричного винта и свободно поворачивается во все стороны на шаровой голове, которой оканчивается осевой стержень, держащий инструмент.

Наводка на фокус производится поворачиванием шайбочки. Уровень помещен под окулярной частью трубы, и пузырек посредством зеркала отражается в самом окуляре, так что при горизонтальной положении трубы он виден в центре пересечения нитей. Нивелир навинчивается на штатив или на простой кол. По желанию к нему можно приделать особые приспособления для горизонтальной топографической съемки (рычажек для отсчитывания прямых углов или лимб, разделенный на гра-



Фиг. 28.

дусы, нониусом, для отсчитывания каких угодно углов). Эти нивелиры делаются двух размеров: с трубой в 15 см длины, увеличивающей в 5 раз (максимальное расстояние между обыкновенной рейкой и нивелиром—приблизительно 50 м) и с трубой в 23 см и увеличением в 10 раз (максимальное расстояние—100 м). Довоенная цена была 22—26 руб., с приспособлением для горизонтальной съемки на 4—10 руб. дороже. Нивелир укладывается в Д-образный ящичек, обтянутый кожей, и свободно помещается в кармане.

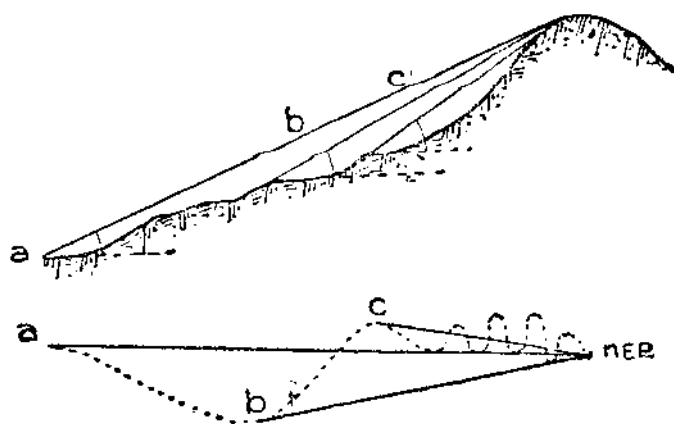
Нивелиры Бутеншена, система В. Отличается от А тем, что при меньших размерах трубы имеют большее увеличение, напр., при длине трубы в 13 см увеличивают в 15 раз, и тем, что уровень помещается снаружи и отражается в откидывающемся зеркальце. Очень портативны и легки. Установка на фокус и приведение в горизонтальное положение те же, что у А. К ним также могут быть приделаны приспособления для отсчитывания углов. Нивелирование производится только со штатива. Цена приблизительно вдвое дороже А.

Нивелиры Вагнера. Оригинальные, очень легкие и портативные в виде плоской металлической коробки, в которую вставлена зрительная труба (фиг. 28Б). К коробке привинчивается с любой стороны гибкий стержень *MN* с микрометрическим винтом *T*; стержень при-

¹⁾ Кейльгак, Практическая геология, т. 1, стр. 11—15 Москва, 1903.

винчивается к вращающемуся цилиндру *H*, насаживаемому на штатив. Таким образом, труба имеет движение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Уровень помещен не снаружи, а внутри коробки и помощью зеркала отражается так, что за движением пузырька можно следить, не отрывая глаза от окуляра и визируемой рейки. Горизонтальная установка считается законченной, когда пузырек принял положение, изображенное на фиг. 28 *B*, что производится очень быстро поворотом винта *T*. Наведение на фокус производится движением винта в объективной части трубы.

Нивеллиры Вагнера заготавливаются шести размеров: 1) длина 7 см, увеличение 3 раза; 2) длина 8 см, увеличение 6; 3) длина 12 см, увеличение 12 и 4) длина 18,2 см, увеличение 18. (Для 5 и 6 с увеличением 36 и 60 длина Скрипниковым не дана). Цена 1 — 4 от 30 до 50 рублей.



Фиг. 22. ;

Отделка металлических частей тщательная и изящная. Упаковка в деревянном ящике, обтянутом кожей. 4 укладывается в жилетном кармане.

Упрощение нивелирования с этими инструментами следующее: штатив при нивеллирах Бутеншена *A* может быть заменен колом;

две рейки — одной или даже рулеткой; измерение расстояния — помощью рейки, рулетки или даже шагами. С нивелиром среднего увеличения при несложном рельефе, имея одного рабочего, можно без особых затруднений проходить в день 15 и более километров. К нивелиру необходима и рейка; возить с собою тяжелую деревянную рейку геолог может только в редких случаях; но таковую с успехом заменяет имеющаяся в продаже клеенчатая лента с делением на сантиметры или сотки сажени. Эту ленту прикрепляют кнопками к ровному бруску, доске или даже жерди достаточной длины.

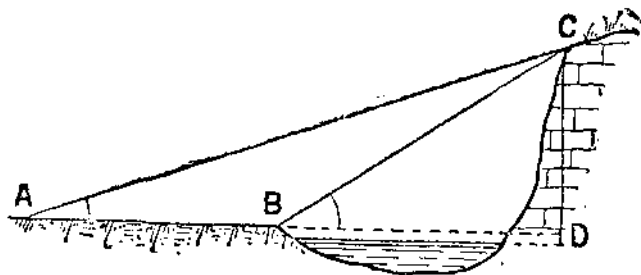
В случае надобности, можно произвести нивелировку какого либо склона и посредством горизонтомера. Наблюдатель становится у подножия склона, направляет инструмент по нивелируемой линии и замечает то место склона, которое находится на одном уровне с его глазом. При наличии помощника, можно употребить его в качестве подвижной рейки, направив его по линии и остановив, когда его подошвы будут на уровне глаза или поручив ему воткнуть колышек на визируемое место. Затем наблюдатель переходит на последнее, измеряя шагами или рулеткой расстояние, становится и визирует тем же способом выше по склону. Измерив высоту от земли до своего глаза и помножив ее на число

стоянок, мы получим высоту склона, а зная расстояние между отдельными стоянками—можем вычертить и профиль.

Клинометром горного компаса (или компасом Брунтона) можно снять подъем на крутой перевал, на который тропа ведет зигзагами, часто по осыпям или по снегу, в условиях очень трудных для маршрутной съемки. Как только перевал показался впереди, клинометром берут ряд вертикальных углов с нескольких точек, на которых наблюдают также показание анероида и берут засечки компасом. Из вертикальных засечек точка перевала получится точнее, чем при глазомерной съемке по зигзагам; горизонтальные же засечки дадут общее направление подъема, на крутой части которого съемку прекращают (фиг. 29 по Веберу).

Определение высоты отвесного обнажения, подножие которого доступно, легко производится следующим (грубым) способом. Нужно отойти от него на такое расстояние, чтобы, стоя к нему спиной и нагнув голову как можно ниже, чуть увидеть вершину обнажения между ногами. Ноги надо держать прямо и оставлять между ними такой промежуток, чтобы чуть видеть обнажение. Затем измерить шагами расстояние до подножия обнажения, которое будет равно его высоте с точностью до нескольких футов.

Определение высоты недоступных пунктов. Если нужно определить высоту обнажения, к которому нельзя подойти, так как его подножие омывается озером или глубокой рекой (фиг. 30), то на противоположном берегу выбирают ровное место, отмеривают на нем линию (базис) AB так, чтобы ее продолжение коснулось подножия обнажения, и угломерным инструментом, в крайнем случае клинометром горного компаса, измеряют углы CAD и CBD . Затем для треугольника ABC , у которого известна сторона AB и углы CAD и CBA (последний $= 180^\circ - \angle CBD$; угол $ACB = \angle CBD - \angle CAD$ также легко найти), вычисляют длину стороны CB , а из прямоугольного треугольника CBD , у которого известен $\angle CBD$ и определена гипотенуза CB , вычисляют длину катета CD , которая и будет высотой обнажения. Пусть $\angle CAD = 30^\circ$, $\angle CBD = 50^\circ$, а длина линии $AB = 60$ м. Тогда $\angle ACB = 50^\circ - 30^\circ = 20^\circ$. Сторона $BC = 60 \cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 20^\circ$, а сторона $CD = BC \cdot \sin 50^\circ = 60 \cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 20^\circ \cdot \sin 50^\circ$.

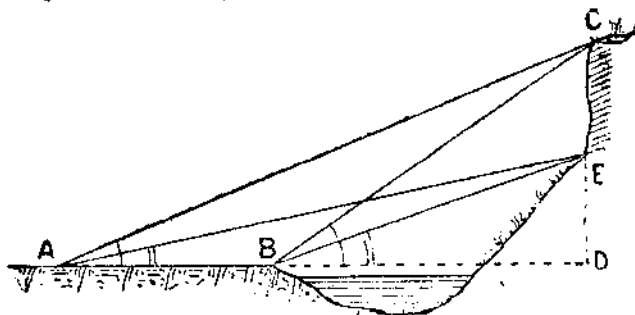


Фиг. 30.

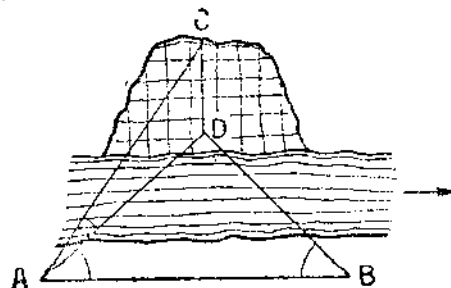
Если подножие обнажения находится не близ уровня реки, а где нибудь выше на склоне (фиг. 31), то придется сначала определить вышеуказанным способом высоту точки C над базисом, а затем высоту точки E и последнюю вычесть из первой.

Если условия местности позволяют отмерить базис только вдоль реки, т. е. параллельно обнажению (фиг. 32), то, определив с обеих его

концов A и B горизонтальные углы на подножие обнажения D вычисляют для треугольника ABD по стороне AB и углам DAB и DBA длину стороны AD , которая является катетом прямоугольного треугольника ACD . В последнем определяем угол CAD измерением, и по нему и катету AD получаем длину катета CD , т. е. высоту обнажения.



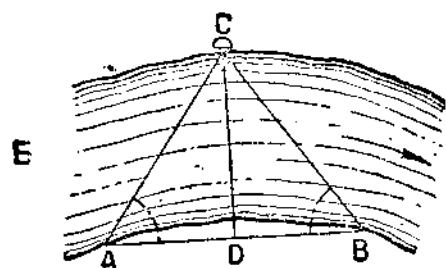
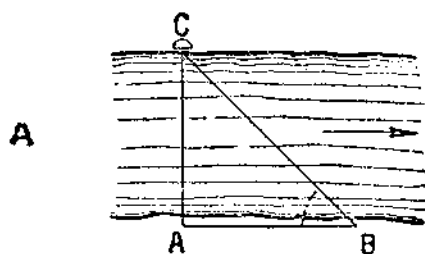
Фиг. 31.



Фиг. 32.

Пусть $AB = 120$ м, $\angle BAD = 60^\circ$, $\angle ABD = 80^\circ$, $\angle CAD = 35^\circ$. Тогда из треугольника ABD имеем: $AD = AB \cdot \sin B \cdot \operatorname{cosec} D$, откуда имеем: $AD = 120 \cdot \sin 80^\circ \cdot \operatorname{cosec} 40^\circ$. Из треугольника же ACD имеем: $CD = AD \cdot \tan A = AD \cdot \tan 35^\circ$. Следовательно, — искомая высота $CD = 120 \cdot \sin 80^\circ \cdot \operatorname{cosec} 40^\circ \cdot \tan 35^\circ$.

Определение расстояний, которые нельзя измерить. Если нужно определить ширину реки (фиг. 33А), выбираем из какой либо точки A на ее берегу заметную точку C на противоположном, затем отмериваем



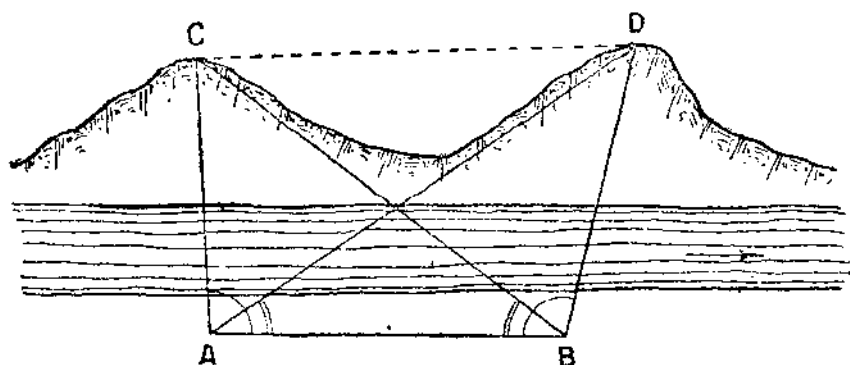
Фиг. 33.

базис AB , перпендикулярный к линии AC и из конца его B определяем горизонтальный угол CBA . Из прямоугольного треугольника по катету AB и углу ABC определяем длину второго катета $= AB \cdot \tan B$. Если условия местности не позволяют отмерить базис перпендикулярно ширине реки, прокладываем его по самому берегу реки, измеряем горизонтальные углы CAB и CBA и находим высоту CD (искomую ширину реки), которая равна $AC \cdot \sin A = AB \cdot \sin B \cdot \operatorname{cosec} C \cdot \sin A$ (фиг. 33Б).

Для определения расстояния между двумя вершинами гор C и D , находящимися за рекой (фиг. 34), отмериваем базис AB и из каждого конца его берем засечки на обе вершины. Из треугольника ACB

по стороне AB и углам CAB и CBA вычисляем длину стороны CB , а из треугольника ADB по стороне AB и углам DAB и DBA вычисляем длину стороны BD . Теперь в треугольнике CDB мы имеем две известные стороны CB и DB и угол между ними $CBD = \angle ABD - \angle ABC$. По этим данным вычисляем сторону CD , т. е. искомое расстояние между вершинами гор.

Вычисление высот по наблюдениям анероидов и гипсотермометра производится при помощи таблиц, помещенных в книжке Б. И. Срезневского „Инструкция для определения высот помощью барометрических наблюдений“, изданной Русским Географическим О-вом. Показания анероида должны быть исправлены на его постоянную поправку (определенную в обсерватории или на метеорологической станции по сравнению с ртутным барометром) и на температуру; последняя указана в упомянутых таблицах. Кроме того, нужно получить записи барометрических наблюдений на метеорологических станциях, расположенных среди района исследований или, если таковых нет, то ближайших к этому району, чтобы по ним составить себе карты изобар для каждого дня исследований и видеть, как изменилось давление воздуха. Только при наличии



Фиг. 34.

таких опорных пунктов, в виде ближайших станций, вычисление наблюдений путешественников даст высоты местности. Если станции отстоят очень далеко от места работ, то полезно устроить собственный опорный пункт, в жилом месте, оставив надежному лицу лишний анероид и термометр и поручив ему записывать показания инструментов три раза в день (7 час. утра, 1 час дня и 9 час. вечера). Показания гипсотермометра с его поправками переводятся по тем же таблицам на давление атмосферы и затем с ними поступают, как с показаниями анероида. Для вычисления относительных высот наблюдения опорных пунктов не нужны; в этом случае мы сравниваем друг с другом показания анероида, полученные в течение короткого промежутка времени, напр., на дне долины или на равнине и на вершине соседней горы; в эти показания вводятся поправки инструмента и на температуру. Исправленные показания (в миллиметрах или дюймах) переводятся по таблицам на метры и меньшее число вычитается из большего.

Высоту какого либо пункта легко определить грубо, умножая число миллиметров, на которое изменилось показание анероида, на 10 для абс. высот до 300 м, 11 до 600 м, 12 до 1.000 м, 13 до 1.700 м, 14 до 2.300 м, 15 до 3.000 м, 16 до 3.500 м, 17 до 3.900 м, 18 выше 4.500 м. Произведение дает число метров, на которое мы поднялись или спустились. Напр., анероид показал на дне долины 725 мм, на вершине соседней горы 688 мм; $725 - 688 = 37$; $37 \times 12 = 444$. Приблизительная высота горы над долиной $= 440$ м.

Курвиметр употребляется для измерения на картах и планах длины кривых линий, напр., протяжения какой либо дороги или части горизонтали, и состоит из рукоятки с вилкой, в которую вставлена ось с винтовой нарезкой и движущимся по этой оси зубчатым колесиком. Чтобы измерить длину линии, нужно подвести колесико к началу оси, затем поставить его вертикально на начальную точку измеряемой линии и заставить кататься по этой линии до ее конца. После этого снимают курвиметр с карты, устанавливают колесико на нулевом делении какого нибудь масштаба и катят в обратном направлении вдоль него до тех пор, пока оно не дойдет опять до начала оси. Длина, пройденная по масштабу, соответствует длине измерявшейся кривой.

Литература: 1) Kaulbars, N. *Aperçu des travaux géographiques en Russie*. Изд. Русск. Геогр. О-ва. СПб, 1889 (содержит списки всех географических карт и атласов России и прилежащих стран и морей, изданных по 1886 г.).

2) Шарнгорст, К. Таблицы для вычисления высот из барометрических наблюдений. СПб, 1887.

3) Срезневский, Б. Инструкция для определения высот помощью барометрических наблюдений. СПб, 1891.

4) Волярович. Работы по картографии России. (Дополнение к переводу книги Зондervан. Географическая карта. СПб, 1909.)

5) Записки Военно-Топографического Отдела Главного Штаба, ч. I—LXIX, СПб. 1835—1915 (содержат отчеты по съемкам, списки астрономических и гипсометрических пунктов по всей территории и т. п.).

6) Dake, C. and Brown, J. *Interpretation of topographic and geologic maps*. New York, 1925.

(См. также Schöndorf, Stutzer, Lahee в списке конца введения).

7) Кожевников, М. Приемы маршрутной съемки и условия работ в районе побережья Сев. Ледовитого океана. Изв. Русск. Геогр. О-ва, т. 48, стр. 343—356, 1912.

8) Курбатов, Н. Я. Фотографическая съемка для горных работ. „Горн. Журн.“, № 11, 1925.

9) Baumgärtel, B. Über das Photographieren in unterirdischen Räumen. „Geol. Rundschau“, H. 3, S. 244—250, 1913.

10) Danckelmann und Wiebe. Aneroide, Prüfung, Standkorrektur, Nachwirkungserscheinungen im Hochgebirge. „Zeit. Ges. f. Erdk. Berlin“, 25, S. 241, 1900 и 25, S. 502, 1891.

11) Danckelmann, A. Die Verwendung von Siedethermometern auf Reisen. Verh. Ges. Erdk. Berlin, 15, S. 494, 1888 и 14, S. 428, 1887.

12) Gilbert, G. A new method of measuring heights by means of the barometer. 2-d Ann. Rep. U. S. Geol. Surv., p. 405, 1880.

13) Heim, A. Ein verbessertes Richthofensches Horizontglas. „Centralbl.“. N. I., № 8, S. 252, 1911.

14) Heim, A. Ein neuer Geologenkompass mit Deklinationskorrektur, „Zeit. f. prakt. Geol.“, 1913.

15) Kunze, M. Einige Beobachtungen an Kochthermometern. Verh. Ges. Erdk. Berlin, IX, S. 509, 1882.

16) Löschner, H. Das Schrittmaas und seine Umwandlung in Metermaas. „Pet. Mitt.“, H. 7, S. 3; H. 9, S. 146, 1913.

17) Reeves, E. Some new and improved instruments and apparatus for geographical surveying. „Geogr. Journ.“, p. 249 и 359, 1913.

18) Wright, F. Stereoscopic photography in geological field work. Washington, 1924.

19) Долинский, А. Ручной горный компас приспособленный к нивелировке

и другим родам съемок. С таблицей. Извлечение из прот. собр. горн. инж., вып. 1, стр. 113, 1888.

20) Подъяконов, С. А. Новое устройство горного компаса. „Изв. Геол. Ком.“, № 2, прот., стр. 157, 1919.

21) Капелькин. Усовершенствованный горный компас. Зап. Геол. О-ва Люб. Ест., Антр. и Этн., т. III, Москва, 1914.

22) Höfer, H. Ein Handkompass mit Spiegelvisur. „Zeit. f. prakt. Geol.“, № 6/7 S. 105, 1915.

23) Leiss, C. Taschen-Universalinstrument nach Brunton. „Zeit. f. prakt. Geol.“, № 1, S. 16, 1914.

24) Leyden-decker. Stratometer. Там же, S. 279, 1901.

25) Monkovsky. T. Berg-Meridianoskop, oder Vorrichtung ohne Magnetnadel zum Bestimmen des Streichens und Fallens von Gesteinsschichten. Там же, S. 243, 1900.

26) Hiersche, A. Eine praktische Ausrüstung für Winkelmessungen bei geologischer Feldarbeit. „Zeit. f. prakt. Geol.“, S. 287—288, 1912.

27) Lahn, A. Die Stereophotogrammetrie und ihre Bedeutung f. d. prakt. Geologie. Там же, S. 375—380, 1912.

28) Hotine, M. The application of stereoscopic photography to mapping. „Geogr. Journ.“, № 2, p. 144—166, 1930.

ГЛАВА IV

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ОСАДОЧНЫМИ ПОРОДАМИ

Убедившись при первом беглом осмотре, что мы имеем перед собой обнажение осадочных пород, мы приступаем к его более или менее подробному изучению, в зависимости от характера исследований; при маршрутной работе нет времени входить во все детали и приходится отмечать важнейшие или даже только самое важное и характерное, при детальной работе более или менее все, опять таки в зависимости от степени детальности.

Условия залегания определяются во всяком случае измерением простирания и падения пластов посредством горного компаса, как описано в главе II. Это иногда удается не сразу, а в некоторых случаях совсем не удается. Напр., встречаются массивные известняки, совершенно лишенные наслоения и, кроме того, разбитые несколькими системами трещин, каждую из которых можно принять за плоскости напластования. Если поиски каких либо пропластков иного цвета или состава, или прослоек с окаменелостями не увенчаются успехом, нужно определить простирание и падение систем трещин и тогда, по условиям залегания пластов в соседних обнажениях, можно будет с известной вероятностью выяснить, которая из систем соответствует плоскостям напластования. Но и этот способ применим только в том случае, если известняк залегает массой более или менее плитообразной (т. е. имеет параллельные верхнюю и нижнюю границы) среди других осадочных пород. Довольно часто известняки представляют рифы из кораллов, мшанок и т. п., и в этом случае очертания массы могут быть очень неправильны, так что вопрос о ее залегании остается открытым.

Встречаются также более или менее широкие пояса брекчий давления, обусловленных крупными сбросами или сдвигами, в пределах которых породы превращены в настоящую кашу из мелких обломков и, конечно, утратили свое наслоение. В грубых конгломератах последнее иногда неразлично на первый взгляд, но внимательный осмотр почти всегда обнаружит или более мелко-зернистые, даже песчанистые прослои и чечевицы, или слои плоских валунов или галек, широкие стороны которых, если они расположены в общем параллельно, укажут нам напластование. В очень толстослоистых песчаниках и кварцитах также приходится искать пропластки, отличающиеся по крупности зерна или по цвету от преобладающей породы, чтобы по ним судить о наслоении. Наконец, в сланцах разного рода, сильно разбитых трещинами кливажа, последний нередко совершенно маскирует истинное наслоение и вводит наблюдателя в заблуждение. В этом случае также нужно искать какие либо пропластки, отличающиеся по цвету или составу; иногда они обнаруживаются на ровных плоскостях кливажа только в виде небольшого валика или уступа. Отсутствует наслоение и в валунных глинах и суглинках, как четвертичных, так и более древних, превращенных в своеобразные брекчии и конгломераты (тиллиты). Выяснив так или иначе истинное наслоение породы, слагающей обнажение, и измерив простирание и падение плоскостей напластования (иногда только приблизительно, не прикладывая компас к породе, если нет сколько нибудь ровной площадки или если о наслоении судят по прослойкам), мы начинаем исследование состава обнаженной толщи. Она может состоять или из одной только породы — напр., конгломерата, известняка, глинистого сланца, — или из перемежаемости различных пород — напр., песчаника и конгломерата, песчаника и сланца, известняка и т. д. — или из перемежаемости разновидностей одной и той же породы — напр., песчаников или сланцев разного состава или цвета. Если пласты залегают горизонтально или наклонены слабо, мы прослеживаем слой за слоем сверху вниз или снизу вверх, а если они падают более или менее круто — следим их слои вдоль подножия обнажения, отбивая от каждого слоя кусочек, чтобы рассмотреть его поближе, и беря, в случае надобности, образчики. При маршрутной работе такой осмотр производится бегло, при детальной — тщательно. Одновременно наблюдаются также: характер напластования, мощность отдельных слоев или пластов, цвет их, величина зерна, включения, конкреции, секреции, характер трещиноватости или кливажа, наличие жил и прожилков, их состав, мощность и характер. Обнажение зарисовывается в записной книжке, причем все слои отмечаются буквами, сопровождающими на ярлычках номер, присвоенный всему обнажению (фиг. 21 и 22).

Наблюдения варьируют в зависимости от состава горной породы: у песчаников мы отмечаем цвет, твердость (рыхлый, рассыпающийся, мягкий, средней твердости, твердый, очень твердый), величину зерна (мелкое, среднее, крупное, очень мелкое или очень крупное, неровное, т. е. среди мелких рассеяны крупные), наличие и состав цемента,

связывающего зерна (чистые кварцевые песчаники, известковые, глинистые, железистые, мергелистые), состав самих зерен (только кварц или кварц и полевые шпаты — в аркозах, кварц и слюда и т. п.), округлены ли они или угловаты; нет ли включения угля, вкраплений руды, напр., пирита, створок или ядер раковин, отпечатков растений (в песчанниках — обычно только стволов и стеблей), конкреций; их величина и форма ¹⁾.

У конгломератов отмечаем цвет, твердость, величину гальки (лесной или грецкий орех, яйцо, голова, или же диаметр в сантиметрах), хорошо ли она округлена или отчасти угловата (если господствует угловатая, тем более если она остроугольная, порода должна называться брекчией); представляет ли галька одну только породу или несколько и какие именно: изучение породы галек очень важно, так как дает указание на счет каких более древних пород конгломерат образовался, т. е. определяет нижний предел возраста свиты; не выходят ли эти породы по соседству; какой цемент связывает гальку (кварцевый, песчаный, глинистый, известковый, железистый, туфовый и т. п.), как галька расположена (в беспорядке, в разных положениях или плашмя — если она плоская, или слоями); нет ли окаменелостей (раковин, стволов деревьев), вкраплений руды, полировки или шрамов, показывающих, что это ледниковое образование.

У кварцитов отмечаем: цвет, твердость, величину зерна, вкрапления руды, присутствие слюды или других минералов, прожилков. При наличии кварцевого цемента они переходят в кварцевые песчаники.

У известняков: цвет, твердость, излом, сложение (кристаллическое, плотное, землистое, оолитовое), величину зерна (в кристаллических и оолитовых), состав (глинистые, кремнистые, железистые, песчаные, битуминозные, доломитовые), вкрапления руд, прожилки, конкреции, окаменелости.

У мергелей (рухляков): цвет, твердость, состав (песчаные, битуминозные, железистые, кремнистые) конкреции (кремня, железной руды и т. п.), прожилки, окаменелости, вкрапления руд.

У глинистых сланцев: цвет, сложение (тонко или грубо, ясно или неясносланцеватые; среди тонкосланцеватых различают еще кровельный, аспидный и листоватый), состав (известковистые, кремнистые, песчаные, квасцовые, углистые, слюдистые, хлоритовые, тальковые, роговиковые, пятнистые, узловатые), вкрапления руды (пирита и др.), прожилки (кальцита, кварца), конкреции, окаменелости.

У кремнистых сланцев: цвет, сложение, состав (углистые, глинистые), вкрапления, прожилки, конкреции, окаменелости.

У глин: цвет, сложение (сланцеватость, слоистость), состав (чистые известковистые, песчаные, железистые), пластичность (в влажном состоянии), вкрапления, прожилки, окаменелости, конкреции.

У песков: цвет, сложение (слоистость ровная, волнистая, пере-

¹⁾ Если от данной породы берется образчик, то более подробное его изучение можно отложить до составления дневника или даже до обработки всей коллекции.

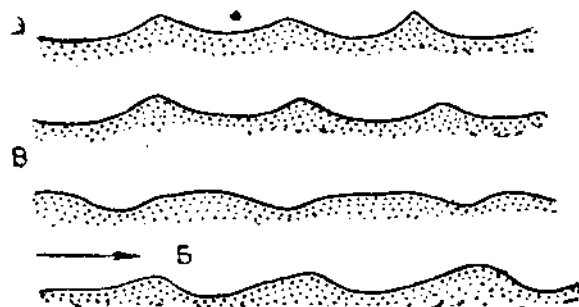
крестно-параллельная, тонкая, грубая), величина зерна, состав (чистые кварцевые, глинистые, известковистые, железистые), наличие гравия, гальки (отдельными зернами или прослоями), конкреции, окаменелости.

У галечников наблюдаем то же, что и у конгломератов.

При детальной работе, когда одна и та же толща или даже и тот же пласт прослеживается на более или менее значительном протяжении, можно наблюдать ряд признаков, выясняющих условия образования данной породы. Например, увеличение размеров зерен в песчанике, гальки в конгломерате в одном направлении указывает на близость берега вообще источника, доставлявшего материал, и может привести к последнему; однообразное сложение на большом протяжении говорит об однородных условиях отложения, а мощность однородного пласта — о продолжительности этих условий. Однородность вообще свойственна осадкам, отлагавшимся под водой далеко от берегов; вблизи последних изменения сложения и состава в связи с менявшимися условиями обычны. Однородность состава может также обуславливаться близостью источника материала породы или продолжительностью водной сортировки, а неоднородность — одновременным разрушением различных пород или же разрушением сложной породы, напр., гранита, дающего в виде продуктов зерна кварца, полевых шпатов, амфиболов, блестки слюды. Угловатость зерен указывает на близость источника или на особые условия переноса (напр., ледником) или образования (напр., брекчии трения). Тонкость зерна может быть обусловлена как продолжительностью переноса, напр., в тонком иле, так и условиями образования, напр., в ледниковом иле, каолине, такырной глине. Таким образом, вопросы литогенезиса требуют для своего разрешения наблюдения совокупности разных признаков.

Характер напластования имеет большое значение для выяснения условий образования. Отсутствие наслоения может быть обусловлено не только продолжительностью однородных условий отложения, напр., в мощной толще известняка, лесса, но и другими причинами, как то: 1) большой быстротой накопления материала, не допускавшей его сортировку, напр., в горных обвалах, нередко в конусах выноса горных речек; 2) самой природой агентов переноса и условиями накопления, напр., в конечных, боковых и основных моренах, друмлинах, озах; 3) уничтожением первоначального наслоения при позднейших движениях, напр., в поясах разлома, или при перекристаллизации, напр., в известняках, доломитах, гипсах, каменной соли. При более или менее ясном напластовании отдельные слои могут быть толстые и тонкие, от целых метров до толщины листа бумаги, ровные и прямолинейные или волнистые или сменяющие друг друга целыми системами разных направлений, т. е. диагональные (перекрестно-параллельные); один и тот же пласт может сохранять ту же мощность на значительном протяжении, но может менять ее быстро, то утоняясь, то раздуваясь или совсем выклиниваясь. Выклинивание отдельных пластов или целых толщ в одном направлении указывает смену условий образования или материала, напр., при прибли-

жении к берегу прежнего бассейна или удалении от него, к окраине прежнего ледника, к устью реки и т. п. Волнистость наслоения указывает на равномерное движение той среды — воды или воздуха, в которой материал отлагался; она обыкновенно носит название волноприбойных знаков, но этот термин не соответствует генезису; это явление следует называть рябью, как обозначают аналогичные образования на поверхности современных дюн и барханов. Рябь представляет мелкие, более или менее параллельные грядки; гребешки острые или слегка округленные и равносторонние, если они созданы волнами, отделенные друг от друга плоскими желобками (фиг. 35 А); рябь, созданная ветром или течением воды, представляет неравносторонние гребешки, также острые или закругленные, разделенные несимметричными и более глубокими желобками (фиг. 35 Б). В ископаемом состоянии, т. е. на пластах горных пород, гребешки большей частью закруглены или даже почти сглажены и расширены за счет желобков (фиг. 35 В). В гребешках водной ряби залегают более мелкие зерна, в желобках —



Фиг. 35.



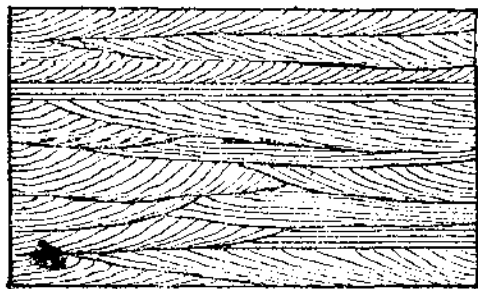
Фиг. 36.

более крупные; в гребешках воздушной ряби — наоборот; блестки слюды лежат в желобках и на более крутом склоне. Рябь свойственна мелкозернистым песчанкам, кварцитам, песчано-глинистым сланцам; в воде она может образовываться до глубины 200 м. Таким образом изучение ряби дает указание как на среду, в которой происходило отложение данного пласта, так и на максимальную глубину воды.

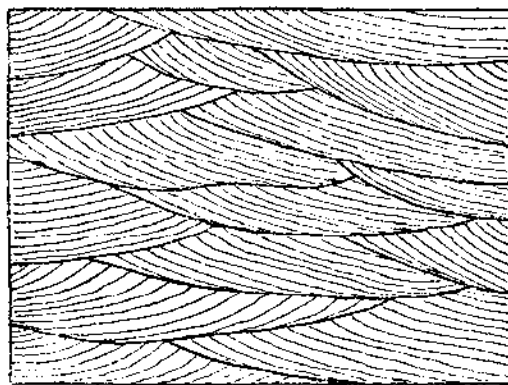
Волноприбойные знаки (в точном смысле этого понятия) образуются только на плоском песчаном берегу бассейна и представляют разносторонние гребешки, редко более 1,5 мм вышины и 3 мм ширины, в плане выпуклые в сторону берега и неправильно смыкающиеся друг с другом (фиг. 36); встречаются в ископаемом состоянии гораздо реже, чем рябь.

Диагональная или косая слоистость создается в среде с переменным направлением течений и характеризует отложения эоловые (дюны, барханы), дельтовые и речные, реже прибрежные, озерные и морские (в барах, отмелях); значительная однородность материала, именно песка, хотя и различной крупности зерна в слоях, но без гравия и гальки (за редкими исключениями), указывает в большинстве случаев на эоловое образование, подтверждаемое различными углами падения систем слоев с сочетанием углов в 30—35°, соответствующих крутым

подветренным склонам, и $5-10^\circ$ — пологим наветренным; при быстром перемещении дюн и барханов системы пологих слоев представлены меньше или могут отсутствовать (фиг. 37). В водных образованиях слои гравия, гальки, даже валунов могут чередоваться с слоями песка или сменять системы последних; углы падения слоев могут быть очень разнообразны с уклоном в разные стороны (фиг. 38) или в одну и ту же (фиг. 39); в дельтовых образованиях толща с косою слоистостью обыч-

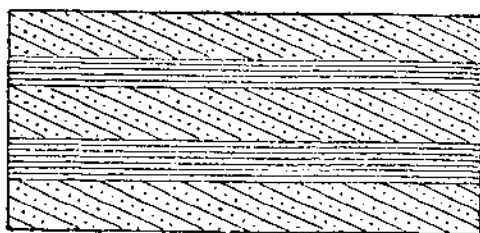


Фиг. 37.

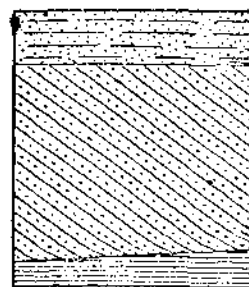


Фиг. 38.

ноенно подстилается горизонтально лежащими слоями из более тонкого и ровнослоистого материала, напр., ила, соответствующего отложению на дне бассейна до выдвигания на него дельты (фиг. 40), и покрывается слоями песка с более пологим уклоном, образовавшимся вблизи уровня воды. В барах материал мелкий, в речных и морских отмелях может



Фиг. 39.



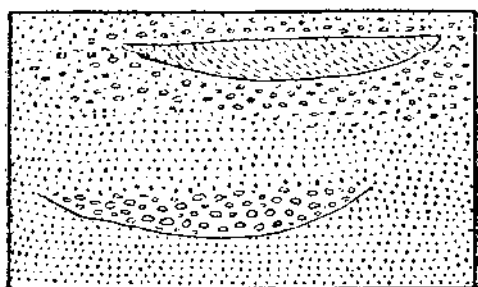
Фиг. 40.

быть и грубый. При чередовании косо-наслоенных толщ грубого и мало окатанного материала с уклоном в одну сторону и горизонтально-наслоенных более мелкого (фиг. 39) можно думать об отложениях временных потоков в пустынном климате у подножия горного кряжа, т. е. о пролювии. В береговых отложениях озер и моря уклоны систем слоев в общем направлены от бывшего берега, и углы падения редко превышают несколько градусов; материал — или только песок, или песок с гравием и галькой, даже валунами; при обилии гальки слоистость становится неясной. В толще правильно-слоистого песчаника или конгломерата (или песка, или галечника) можно наблюдать чечевицы материала более мелкого или более грубого с прямым или косым насло-

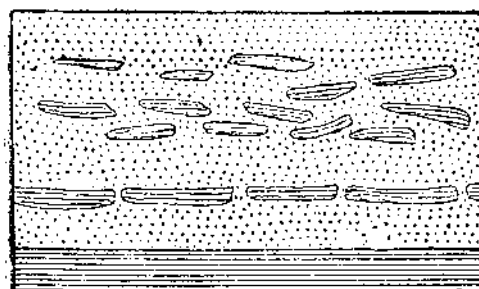
ением, указывающие на временные изменения условий отложения ¹⁾ (фиг. 41).

Таким образом, внимательное изучение наслоения обломочных пород выясняет способ и место их образования.

Отпечатки дождевых капель, следов ползания или хождения животных, трещины усыхания, псевдоморфозы кубических кристаллов, следы струй на плоскостях напластования показывают, что отложение, создавшееся под водой, временно обсыхало, т. е. является прибрежным в озере или море или на дне периодически затоплявшейся впадины, напр., в пустыне. На то же указывает превращение отдельных слоев, состоящих из илистого или глинистого материала, в плоские, угловатые



Фиг. 41.



Фиг. 42.

обломки, распределенные среди более грубого песчаного; после отложения илистого слоя местность осушалась, этот слой высыхал и растрескивался на куски, а при следующем затоплении перекрывался опять более грубым материалом, причем вода передвигала обломки, нагромождала их друг на друга (фиг. 42). Так объясняются прослои угловатых обломков глины, мергеля, глинистого сланца в песчаниках, создающие своеобразные брекчии.

Характер плоскостей напластования и положение различных органических остатков позволяют нам определить, находится ли данная толща осадочных пород в нормальном или опрокинутом положении; о возможности последнего нужно помнить в районах сильных дислокаций и непременно проверять положение слоев в каждом обнажении. На верхней плоскости напластования отпечатки дождевых капель, следы животных и струй вогнуты, на нижней — выпуклы; рыба на первой образует острые или округленные гребешки, разделенные более широкими желобками, на второй — широкие и плоские валики, разделенные более узкими желобками; псевдоморфозы кристаллов на нижней плоскости выдаются, на верхней им соответствуют впадины. Трещины усыхания на верхней плоскости представляются в виде сети жилок, часто из более грубого материала, чем окружающая порода, на нижней образуют иногда выступающие ребра, а по материалу всегда тождественны с породой данного пласта. Одиночные кораллы, росшие на морском дне, в нормальном положении обращены узким концом вниз, расширенным

¹⁾ Более подробно смотри у Жемчужников список литературы Б № 2.

или разветлениями — вверх, тогда как другие, имеющие форму булки или шляпки гриба, в нормальном положении лежат на плоской стороне, как равно и морские ежи. У плеченогих более плоская спинная створка нормально обращена вниз, у пластинчатожаберных отдельные створки большею частью лежат выпуклостью вверх, за исключением очень толстых (напр., из родов *Ostrea*, *Gryphea*, *Inoceramus*) или грубо ребристых, или изобилующих шипами. В угленосных толщах глин и песчаников обугленные корешки растений ветвятся вниз. Наконец, диагональное (перекрестно-параллельное) наслоение также позволяет отличить опрокинутые пласты от нормально лежащих; у последних вогнутость слоев, замечаемая нередко, в особенности же расхождение слоев направлены вверх (фиг. 37, 38). По всем этим признакам можно определить положение пластов даже в отдельном обнажении. Опрокинутое положение доказывает наличие сильной дислокации, является одним из признаков шаррижа, но бывает и в области спокойного залегания пластов в связи с оледенением. Не разобравшись в положении пластов, геолог может наделать грубые ошибки в стратиграфии, примеры чего имеются в литературе.

Конкреции нередко весьма характерны для известных пород, напр., кремня для мела, меловых мергелей и некоторых известняков; глинистого сферосидерита для иных сланцев, мергелей, глин; пирита для многих сланцев, известняков, песчаников, глин; гипса для глин и песков и т. п. Необходимо отмечать форму, величину и состав конкреций и их распределение в породе. Нередко внутри их содержатся хорошие окаменелости.

Секреции в осадочных породах менее часты и состоят в них обыкновенно из гипса, кальцита, доломита, кварца, лимонита, заполняющих пустоты или трещины.

Вкрапления в некоторых разностях осадочных пород весьма обильны, напр., кубики пирита в глинистых сланцах, иных известняках, песчаниках, кварцитах, в цементе конгломератов; присутствие их указывает на некоторую степень метаморфизма, которому породы подверглись при послевулканических процессах. Их необходимо отмечать, а при обилии таких вкраплений ставить вопрос о золотоносности этого пирита и речных наносов данной местности.

Включения посторонних тел, за исключением окаменелостей и гальки конгломератов, мало распространены в осадочных породах; таковыми являются, напр., осколки сланцев в нижней части пласта песчаника, налегающего на сланцы, комья глины в песках и т. п. Наибольшее значение включения имеют в случае смены свит, так как благодаря им можно обнаружить перерыв в отложениях даже при кажущемся согласном налегании одной свиты на другую.

Конгломераты состоят из включений посторонних горных пород в виде более или менее хорошо округленных гравия, гальки и валунов в цементе различного состава и делятся на базальные и междоформационные. Первые залегают в основании какой либо свиты

осадочных горных пород с скрытым или явным несогласием (см. ниже), вторые — среди свиты, перемежаясь с песчаниками, реже с глинами, мергелями, еще реже с известняками. Детальное изучение состава гальки конгломератов имеет большое значение (нередко упускаемое из вида неопытными геологами), так как прямо указывает какие породы являются более древними, чем данная свита и подверглись уже размыву во время ее отложения; изучая степень окатанности гальки, характер наложения и распространения конгломерата по простиранию и падению, можно выяснить также представляет ли он отложение прибрежное (моря или озера), дельтовое, речное или наземное (временных потоков или ледников) — конечно в связи с общим характером, составом и фауной или флорой свиты, которой конгломерат подчинен. Наиболее важно изучение состава базального конгломерата, нередко переходящего в грубый песчаник с отдельной галькой или мелкими обломками горных пород, как подстилающих, так и посторонних. Междоформационный конгломерат указывает на эпохи усиленной эрозии и сноса грубого материала в данную местность; его аналогом являются прослой галечника в современных наносах рек, озер и вдоль берегов морей, перемежающиеся с слоями песка и ила. Фангломератом называются отложения временных потоков в конусах выноса из гор пустыни, состоящие из свежих, мало окатанных мелких и крупных обломков горных пород, лишенные слоистости и вообще сортировки материала; подобные образования были и в прежние геологические эпохи и доказывают континентальные условия.

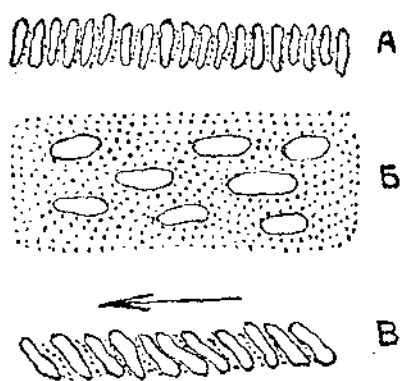
Трещиноватость в осадочных породах, развитая в виде хорошо выраженного кливажа, указывает нам направление горообразовательных сил, почему положение плоскостей должно быть определяемо горным компасом.

Отдельность в осадочных породах следует отмечать, если она выражена достаточно резко или обуславливает формы рельефа. Этим породам свойственна всего чаще отдельность плитообразная и плитковатая, разновидности параллелепipedальной (кубическая, ромбическая), реже шаровая (в некоторых песчаниках) и столбчатая.

Прожилки и жилы разного состава нередко встречаются в осадочных породах в том или другом количестве; о наблюдениях, касающихся жил изверженных пород, будет сказано в главе VI, здесь же отметим только то, что касается жил водного происхождения. Таковыми всего чаще являются жилы и прожилки кальцита и кварца, значительно реже — гипса, барита, арагонита, пирита и др. минералов. Наблюдать следует: состав жилы и прожилка, строение их, характер зальбандов, простирание и падение жилы или жил (если имеются две системы или более, пересекающие друг друга); при наличии свиты прожилков — выяснить, является ли эта свита одновременной или же состоит из элементов разного возраста и направления (свита прожилков может быть параллельной, лучистой, сетчатой и ячеистой), не совпадают ли жилы и прожилки с трещинами отдельности или кливажа; не являются ли они рудоносными.

Если обнажение состоит из рыхлых пород, напр., песков, илов, галечников, лесса, то все наблюдения относительно их строения должны быть произведены на месте, так как взятый образчик не сохранит это строение, а рассыплется или раздавится в мешочке. В случае необходимости сохранить строение чем-либо особенно замечательное, нужно вырезать соответствующее место рыхлой породы, вдавив в него жестяную коробку достаточной величины, затем удалить породу, оставшуюся вне коробки и подрезать ножом связь между породой, заключенной в коробку, и стенкой обнажения.

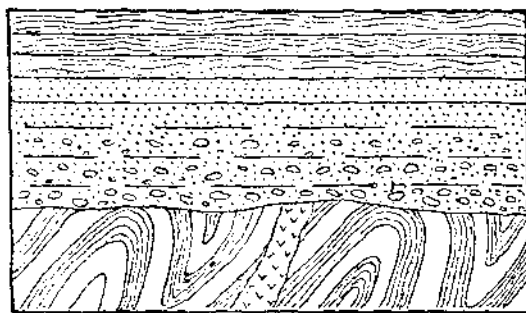
Расположение плоской гальки в галечниках и конгломератах нередко указывает на способ их образования; на берегах, подвергающихся сильному прибою, такая галька часто



Фиг. 43.

располагается отвесно друг возле друга, если она обильна (фиг. 43 А), в противном случае она ложится плашмя (фиг. 43 Б); плашмя ложится всегда и галька более толстая. В руслах рек, при изобилии плоской гальки, она ложится друг на друга с наклоном вниз по течению (фиг. 43 В); если ее немного—она лежит плашмя. В конусах выноса, флювиоглациальных и эоловых отложениях гальки обыкновенно не так много, и она лежит плашмя.

Цвет осадочных пород также нередко указывает на их генезис; упомянем характерный белый цвет отложений верхнего мела и грязно-зеленый нижнего, темные, даже черные цвета песчаников и глин в угленосных свитах; но особенное значение имеют яркие красные цвета разных оттенков; они обусловлены присутствием безводной окиси железа Fe_2O_3 или гидроокиси с наименьшим количеством воды $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (тургит), но вовсе не особенным обилием железа, как иногда полагают. Красные цвета осадочных пород особенно распространены в континентальных отложениях и свидетельствуют о жарком и доста-



Фиг. 44.

точно влажном климате, при котором из гидроокисей, более богатых водой, постепенно образуются в качестве продуктов выветривания эти соединения железа, отсутствующие в пустынях вопреки распространенному мнению. В морских образованиях красные цвета отсутствуют, за исключением абиссальной красной глины и прибрежных отложений, в случае обильного выноса красного материала с соседней суши. Только в древнем палеозое (кембрий-девон), когда наземная растительность отсутствовала или была еще очень скудна (в девоне), а суша представляла пустыни с жарким и влажным климатом, красные продукты выветри-

вания должны были образовываться повсюду и в огромном количестве сноситься в моря; поэтому, в древнем палеозое красноцветные породы часто встречаются и среди морских отложений, но почти исключительно мелководных. Начиная же с карбона, они характерны для континентальных образований.

Несогласное залегание каких либо двух свит осадочных пород друг на друге должно быть изучаемо особенно тщательно, так как имеет большое значение во многих отношениях. При этом соотношение обеих свит может быть различное:

1) Трансгрессия (фиг. 44). Нижний пласт верхней свиты срезает под углом головы пластов нижней свиты. Необходимо тщательно изучить линию соприкосновения обеих свит; она может быть ровной или волнистой; в последнем случае трансгрессирующий пласт отлагался на размытой неровно поверхности, заполняя в последней все впадины, рытвины и т. п. углубления. Нужно выяснить, представляла ли эта поверхность плоскость морской абразии или же плоскость, созданную денудацией, подвергавшуюся выветриванию и затем уже покрытую водами бассейна, в котором отложилась более юная свита. При морской абразии в состав трансгрессирующих пластов, в особенности нижнего из них, входит в значительном количестве материал более древней свиты, обработанный волнами, в виде валунов, гальки, гравия и песка, и эти пласты представляют базальный конгломерат или песчаник с прослоями гальки и гравия, или с отдельными валунами и галькой, иногда только с дресвой более древних пород. Пласты абразированной свиты могут представлять различные изменения, обусловленные покрытием их водой, напр., могут быть совершенно размягчены, разрушены в дресву, пропитаны гипсом и другими солями или, наоборот, подвергнуться окремнению; могут быть изъедены волнами, источены моллюсками и пр.

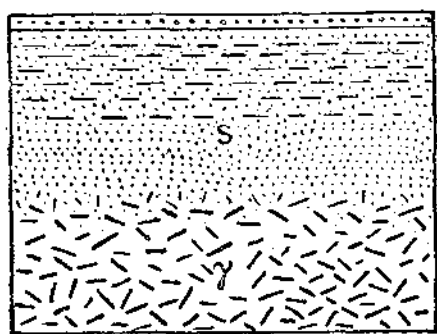
В случае наступления моря на поверхность денудации, на последней можно найти остатки элювиальных и делювиальных образований, перекрытые морскими отложениями, в состав которых также могут входить перемытые элювий и делювий; в этом случае, вместо валунов и гальки или рядом с таковыми, в нижних пластах верхней свиты мы увидим и угловатые обломки, щебень и хрящ пород нижней свиты, а головы пластов последней могут сохранить признаки атмосферного выветривания (описываемого ниже). Если угол падения пластов верхней свиты очень мало отличается от такового пластов нижней свиты, то это указывает на очень медленное колебание уровня моря, в котором отложились обе свиты и на слабую дислокацию, которой подверглась нижняя свита перед отложением верхней. В этом случае и признаки трансгрессии могут быть слабые, т. е. валуны и галька в нижних пластах верхней свиты могут отсутствовать.

Эти наиболее ясные случаи несогласного залегания называют угловым несогласием (*angular unconformity* или *nonconformity*).

2) Скрытое несогласие (фиг. 45). Более юная свита лежит на поверхности изверженной породы; последняя сильно изменена пребы-

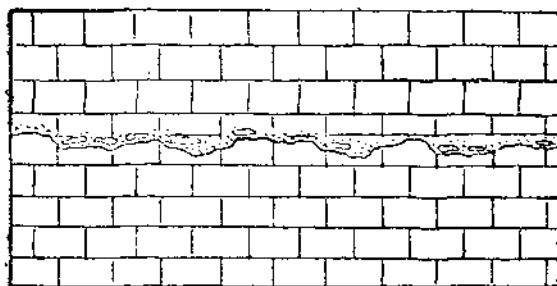
ванием под водой, превращена в дресву, приобрела другой цвет и незаметно переходит в осадочную породу—грубый песчаник, состоящий из ее же дресвы, не подвергшейся окатыванию, и внизу даже лишенный наслоения; только постепенно вверх по свите появляется наслоение и материал меняется.

3) Параллельное несогласное налегание (фиг. 46) (disconformity). Обе свиты на первый взгляд кажутся залегающими согласно, хотя обе разделены значительным промежутком времени (напр., в Сев. Китае карбон лежит согласно на силуре). Тщательное исследование граничной плоскости непременно обнаружит признаки перерыва в образовании осадков и размыва поверхности нижней свиты; впадины на этой поверхности, заполненные обломками уцелевшего частью пласта или



Фиг. 45.

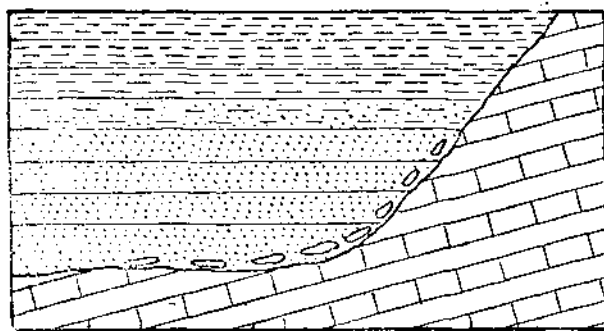
γ—гранит; S—песчаник.



Фиг. 46.

уничтоженных, дежавших выше пластов, сцементированные глинистым, известковым или песчаным материалом; хотя бы небольшие и слабо или совсем неокругленные обломки пластов нижней свиты, включенные в нижний слой верхней свиты; разницу в петрографическом составе соприкасающихся пластов обеих свит, указывающую на различные условия отложения. Разъяснение таких случаев особенно интересно и важно и заслуживает затраты времени.

4) Несогласное прилегание. Одна свита залегает несогласно рядом с другой (фиг. 47). В этом случае мы видим перед собой участок древнего берега бассейна, в котором отложилась более юная свита, и тщательное изучение линии соприкосновения обеих свит должно выяснить, был ли этот берег ниже уровня воды бассейна или вблизи этого уровня.



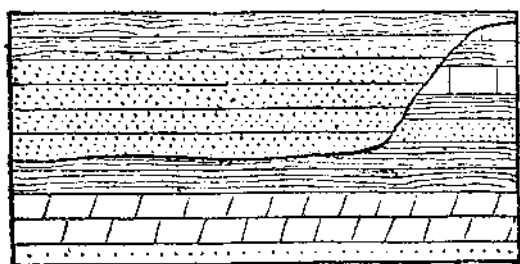
Фиг. 47.

В первом случае, в более юных пластах может совершенно отсутствовать материал более древних, во втором же—

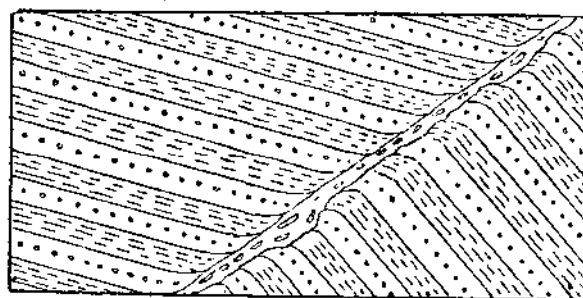
этот материал будет обилен, наслоение прилегающих пластов будет неправильное, а поверхность более древних пластов представит разно-

образные вымоины, кружевные скалы и выглаженные волнами прибойные террасы.

5) Параллельное прилегание отличается от предыдущего случая тем, что обе свиты залегают горизонтально (фиг. 48), так что на первый взгляд между ними нет несогласия. Но изучение линии соприкосновения обнаружит те же особенности, которые указаны выше. В обоих случаях 4) и 5) вода при наступлении моря могла заполнить какую либо долину, созданную эрозией, и более юные пласты будут ингрессирующими; откос более древних пород в этом случае обнаружит признаки деятельности не прибоя, а проточной воды или выветривания, как указано для случая 1). В ингрессирующих пластах вблизи линии соприкосновения может быть включен материал из древних пластов, совершенно



Фиг. 48.



Фиг. 49.

не обработанный водой—угловатые глыбы и щебень, а по линии соприкосновения могут сохраниться остатки делювия и элювия, в качестве континентальных отложений периода, промежуточного между обоими периодами водного покрытия.

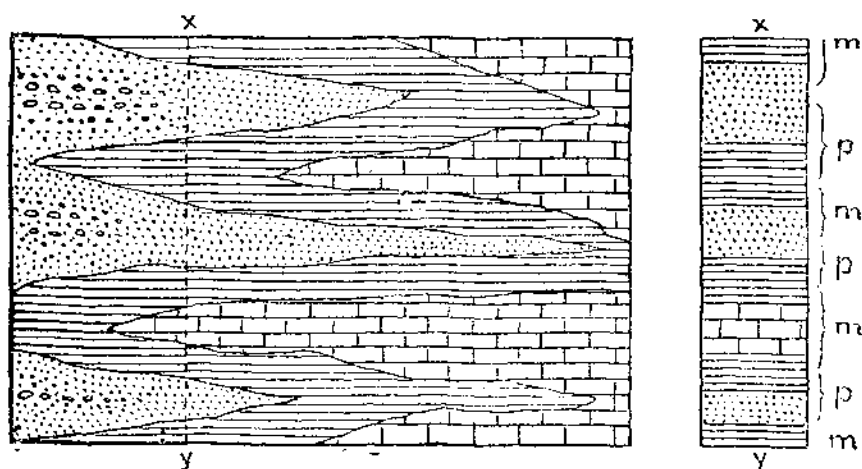
Во всех случаях несогласного залегания более юная свита также может быть уже дислоцирована более или менее сильно. Иногда встречаются случаи двойного несогласия, т. е. присутствие третьей, наиболее юной, свиты, срезающей наискось вторую или также первую. Несогласное залегание нередко бывает и в четвертичных отложениях, напр., основная морена на флювио-гляциальных осадках или на древнем аллювии, флювио-гляциальные осадки на морене и т. п.

Необходимо помнить, что несогласное залегание может быть обусловлено дислокацией, напр., сбросом, надвигом или шаррижем; при таком механическом или дислокационном несогласии (фиг. 49) залегание обоих соприкасающихся свит может быть очень различное; поверхность налегания представляет зеркала скольжения и шрамы; могут быть загибы голов, брекчии трения и другие признаки, описываемые в главе VIII, на которые и нужно обращать внимание, чтобы сделать правильное заключение.

Фации. При изучении осадочных пород нельзя забывать о возможности фациальных изменений в одной и той же свите пластов, обнажающейся в разных местах исследуемого района; игнорируя их, легко прийти к неправильным выводам, примеры которых особенно часто встречаются в старой литературе.

Грубый конгломерат, отлагавшийся вдоль какого либо берега, по простиранию и по падению может перейти в мелкий, последний в грубый песчаник, который, в свою очередь, сменяется мелко-зернистым песчаником, затем песчано-глинистым сланцем и т. п. Ракушечный известняк переходит в известковый песчаник или мергель и т. п. На более значительном протяжении толща глубоководного известняка может превратиться в толщу песчаников, сланцеватых глин и глинистых сланцев, отложившихся не так далеко от берега. Если недостаток обнажений не позволяет проследить шаг за шагом эту смену одних пород другими того же возраста, то только окаменелости могут обнаружить одновременно столь разнородных отложений (фиг. 50).

Конгломераты, грубые песчаники, пласты каменного или бурого



Фиг. 50. Схема транс- и регрессий моря; точки—песчаники, штрихи—сланцевые глины, кирпичики—известняки. В разрезе по $x-y$: t —трансгрессия, p —регрессия.

угля, гипса и соли указывают на близость берега того моря, в котором они отлагались. Изучение гальки конгломерата обнаруживает, из каких пород состоял этот берег. Толщи песчаника с перекрестно-параллельным наложением могут представлять эоловые образования, остатки дюн, покрывавших этот берег, или же отложение в дельте. Переменяемость пластов угля, песчаников и глин с растительными отпечатками и пластов известняка с морскими окаменелостями указывает на отложение в лагунах или прибрежных болотах, периодически затоплявшихся морем. На такие же условия указывают пласты торфа среди глин и песков, содержащих морские окаменелости, тогда как отсутствие последних в отложениях, вмещающих пласты угля или торфа, заставит думать о континентальном или пресноводном образовании толщи. Пласты гипса или соли говорят об отложениях в лагунах или мелких заливах моря, но в иных случаях могли образоваться в озерах среди материка, никогда не бывших в связи с морем и осолонившихся благодаря отсутствию стока, так что не являются непременно признаком морского происхождения изучаемой толщи. Еще меньше на подобную роль могут претендовать прожилки, конкреции или отдельные кристаллы гипса в песчаниках, мергелях, глинах

или гипсовый цемент песчаников. Они распространены, напр., в несомненно континентальных отложениях третичного и мелового возраста Центральной Азии.

Фации могут быть континентальные, неритовые, батимальные и абиссальные.

Континентальные фации могут иметь очень различную мощность, от самой ничтожной до нескольких тысяч метров (напр., сиваликская плиоценовая свита у южного подножия Гималаев достигает 4.800 м, юрская угленосная свита в Джунгарии—до 2.000 м, третичная в Калифорнии до 2.000 м). Преобладающими породами являются песчаники, конгломераты, мергели, глины; местами к ним присоединяются пресноводные известняки, известковые и кремневые туфы, вулканические туфы и лавы, эоловые пески, лесс, валунные глины, флювио-гляциальные образования, пласты угля и торфа. Характерны яркие, особенно красные цвета; слоистость часто неправильная, косая или отсутствует; смена одних пород другими нередко происходит быстро, равно как и изменение мощности. Органические остатки то редки, то обильны и представлены наземными и пресноводными растениями и животными.

В континентальной среде различают следующие 4 формации с соответствующими каждой из них фациями:

Фации	Субаэральная	Ледниковая	Аллювиальная	Озерная
	Вулканическая Эоловая Осыпей Элювиальная Делювиальная	Моренная Флювио-гляциальная Зандровая Озовая Фирновая	Пролувиальная Речная Источников Угольная	Торфяная Пресноводная Солоноводная Угольная

Переходной между средой континентальной и морскими является среда лагун и устьев, в которой также различают несколько формаций с соответствующими им фациями. Осадки, образующиеся в этой среде, отличаются большей мощностью, более правильным наслоением, а встречающиеся в них ограниченные остатки представляют смесь наземных, пресноводных, солоноватоводных и морских форм. Рябь, волноприбойные знаки, трещины усыхания, следы животных, псевдоморфозы, косое наслоение характерны как для этой среды, так и для континентальной.

Фации	Соляная	Лагунно-озерная	Эстуариев	Дельт
	Поваренной соли Гипса Калийных солей Горьких солей	Песчаная Глинистая Илистая Угольная	Песчаная Илистая Нефтяная	Галечная Песчаная Песчано-илистая Угольная

Морская среда представляет три области, отличающиеся друг от друга по условиям жизни организмов и образования осадков.

Неритовая область распространяется от берега моря до глубины 200 м. В этих пределах толща воды хорошо освещается солнечными лучами, подвергается колебаниям температуры и влиянию волнений.

и течений; поэтому в ней обитают животные и растения с яркой окраской, выносящие перемены температуры и защищенные от действия волн твердыми оболочками. Здесь царство различных водорослей, фораминифер, кораллов, мшанок, плеченогих, брюхоногих и пластинчатожаберных, не говоря о рыбах; животные являются травоядными или хищниками. Осадки этой области очень разнообразны, мощность их небольшая, в вертикальном направлении фации меняются часто и резко. Перерывы и перемежаемость с фациями среды лагун и устьев и континентальной передки. Наслоение то правильное, то неправильное или даже отсутствует. Среди органических остатков этой области попадаются и представители батинальной области, занесенные волнением и течениями (нектонные и планктонные организмы), а также наземные организмы. Формации и фации неритовой области следующие:

Фации	Прибрежная	Собств. неритовая	Органогенная	Напосная
	Песчаная	Конгломератовая	Рифовая	Коралловых брекчий
	Галечно-валунная	Песчаная	Банковая	Коралловых песков
	Береговых кос	Мергельная	Костяных брекчий	Раковинных известняков
	Скальная	Илистая	Белого мела	Известково-песчаная

Химическая (известковые и железные оолиты)

Рябь, волноприбойные знаки, трещины усыхания, следы животных встречаются довольно часто.

Батинальная область располагается между глубинами в 200 и 1.000 м. Спокойствие вод нарушается только при самых сильных бурях, но течения чувствуются до дна. Температура довольно постоянна. Свет проникает слабо в верхние слои и отсутствует в нижних. Обитатели окрашены менее ярко, оболочки их более тонкие и нежные. В фауне мало травоядных, преобладают илоядные и хищники, живущие на дне (бентонные), свободно плавающие (нектонные) и переносимые волнами и течениями (планктонные); тонкостворчатые, пластинчатожаберные и плеченогие головоногие, граптолиты и трилобиты характерны для этой области. Осадки представляют неорганические и органические ила, мелкие пески, глины, изредка с галькой или валунами, вынесенными в море на льдинах. Мощность их может быть очень большая, наслоение ясное и тонкое; перерывы и вклинивание континентальных и лагунно-устьевых фаций отсутствуют. Различают только две формации в виду однообразных условий.

Фации	Илистая	Известковая
	Песчаного ила Голубого ила Глинистого сланца Септариевой глины	Глинисто-известковая Известковая (кораллового ила) Губкового известняка

Абиссальная область обнимает все глубины моря более 1.000 м. Она характеризуется полным покоем воды, полным отсутствием света и постоянной, но очень низкой температурой. Растения отсутствуют, животные или слепые, или большеглазые со светящимися органами. Пищу им доставляют животные и растения планктона и нектона, падающие после смерти на дно моря. Фауна очень однообразна. Осадки представляют красную глину наибольших глубин с конкрециями железа и марганца и разные органические ила, образующиеся из известковых и кремневых скелетов организмов, живущих близ поверхности, и могущие достигать большой мощности при неясном наслоении или отсутствии такового. Различают формации красной глины и органогеновых илов с фациями глобигериновой, птероподовой, диатомеевой и радиоляриевой. Кроме скелетов этих организмов, в абиссальных осадках могут встретиться только зубы акул и кости крупных рыб и морских млекопитающих.

Штейнман делит ископаемые абиссальные отложения на 1) гемиабисситы (1.000—2.000 м), 2) гипабисситы (2.000—5.000 м) и 3) эйабисситы (глубже 5.000 м) и среди гипабисситов различает еще: а) абиссокониты (известняки чистые и мергельные, соответствующие известняковым илам); б) кониапелиты (глины, мергели с известковыми желваками и прослоями, соответствующие голубому илу); в) склеропелиты (кремнистые сланцы, соответствующие диатомеевому илу). Среди эйабисситов он различает: а) радиоляриты (соответствующие радиоляриевому илу) и б) абиссопелиты (соответствующие глубоководной красной глине). Он дает и характеристики этих глубоководных отношений прежних периодов, доказывая их существование в мезозойской свите Альп и Апеннин (см. список литературы, № 42).

Осадки одной и той же фации называют *изопичными*, а разных фаций—*гетеропичными*. Осадки, содержащие организмы одной и той же среды, называют *изомезичными*, хотя бы они имели разную древность; осадки с организмами различных сред будут *гетеромезичны*. Осадки, содержащие организмы одной и той же зоологической провинции, называют *изотопичными*, а разных провинций—*гетеротопичными*.

Тщательное изучение фациальных изменений в свитах, слагающих исследуемую местность, позволит выяснить целый ряд условий их образования, определить среду, в которой отлагалась каждая из них или отдельные части ее, и собрать материал для палеографической карты. Такие исследования наиболее плодотворны относительно свит, залегающих горизонтально или дислоцированных слабо.

Водоносность. Осадочные породы чаще, чем изверженные или метаморфические, являются водоносными благодаря водопроницаемости одних из них и непроницаемости других при перемежаемости обеих категорий. Поэтому в обнажениях осадочных пород мы нередко можем встретить или источники, вытекающие из какого либо слоя, или более

или менее значительное увлажнение отдельных слоев, недоходящее до вытекания свободной воды, но часто обуславливающее появление более пышной растительности. Водоносные слои того или другого рода необходимо отмечать, определяя при этом условия водоносности: какая порода является водонепроницаемой, какая порода водоносной, какова мощность водоносного слоя, вытекает ли из него вода и в каком количестве или же имеется только увлажнение породы.

Полезные ископаемые. При исследовании обнажения осадочных пород нельзя оставить без внимания и содержащиеся в них полезные ископаемые. В виде прослоек или даже пластов среди этих пород могут залегать различные сорта каменного или бурого угля, которые в выходах, благодаря выветриванию, обыкновенно представляют только угольную мелочь, марающую руки, называемую сажей. Чтобы убедиться, что это уголь—нужно раскопать слой по возможности глубже; тогда среди сажки начнут попадаться отдельные кусочки угля. Затем мы можем встретить желваки, чечевицы или пропластки железной руды—глинистого или бурого железняка—среди песков, песчаников, плотных и сланцеватых глин, мергелей, не слишком грубых конгломератов, глинистых сланцев и известняков; среди последних бурый железняк в глубину нередко переходит в шпатовый железняк, реже в красный или в железный блеск.

В виде отдельных вкраплений и примазок, отдельных гнезд и целых прожилков, в осадочных породах разного рода попадаются и сернистые руды—пирит, марказит, медный колчедан, медный блеск, пестрая и блеклая медная руда, свинцовый блеск, киноварь, серебряные и другие руды, а также продукты окисления этих сернистых соединений—желтая и красная железная охра, медная зелень и синь, желтая свинцовая охра и др. Те же руды встречаются и в прожилках и жилах кварца, кальцита, барита, пересекающих осадочные породы.

В древне-палеозойских известняках и сланцах иногда замечаются прожилки и вкрапления бирюзы; прослои и пласты графита; сланцы разного возраста иногда пропитаны квасцами, а песчаники—асфальтом, образующим также прожилки и целые жилы. Среди постплиоценовых наносов можно встретить прослои и пласты торфа.

Не мешает обращать внимание (при специальных или детальных исследованиях это обязательно)—не представляют ли породы данного обнажения тот или иной строительный материал, не ломаются ли глинистые сланцы тонкими, большими и ровными плитами, годными для кровель и полов (аспидные и кровельные сланцы); не годятся ли песчаники по своей прочности, ровному зерну и способности ломаться крупными плитами в качестве облицовочного, ступенного и троттуарного камня; не применимы ли они также для оселков и точильных камней, а более грубо-зернистые—в качестве жерновых камней: среди меловых отложений не редки пласты достаточно чистого мела, а также мергелей, годных для естественного (гидравлического) цемента. Третичные толщи, кроме таких же мергелей, иногда содержат залежи ценной инфузорной земли (трепела), пласты гипса, чистого кварцевого песка, огнеупорных

и гончарных глин; эти ископаемые попадают и среди других формаций — мезозойских и, реже, палеозойских.

Относительно замеченного полезного ископаемого нужно определить: форму его залегания (вкрапления, примазки, гнезда, прожилки, жилы, пропластки, пласты и пластовые залежи); обилие или редкость этих форм; мощность (для жило-и пластообразных масс) или величину (гнезд, вкраплений); является ли полезное ископаемое в чистом виде или же только пропитывает, пронизывает, вкраплено в другой породе и в каком примерно количестве (густо, редко). Для жило-и пластообразных масс должны быть также определены простирание и падение.

Явления выветривания. При изучении обнажения следует также обращать внимание на степень выветриваемости слагающих его горных пород и отсчитать до какой глубины порода изменена, каким образом происходит выветривание, какие минералы подверглись изменению, какие вещества удалены химическим путем, какие нерастворимые остатки постепенно накапливаются, какие окраски появляются при процессе выветривания. В местностях, бедных обнажениями, такое изучение явлений выветривания особенно необходимо, так как затем, на основании характера коры выветривания, исследователь может судить о горной породе, залегающей в глубине. Этот вопрос изложен подробнее в главе XIV, посвященной выветриванию.

Главная новейшая литература по осадочным породам (их генезису и методам изучения).

А. Кроме общих руководств по петрографии Левинсон-Лессинга, Лучицкого и иностранных Розенбуша, Циркеля, Вейншенка, Рейниша и др., в которых осадочным породам уделено известное место, необходимо указать следующие, специально посвященные им:

1) Заварицкий, А. Н. Описательная петрография. Ч. II. Осадочные породы. Изд. Горн. Инст., Ленинград, 1926.

2) Saueux, L. Introduction à l'étude petrographique des roches sedimentaires. Paris, 1916. Texte et atlas. (Очень важное сочинение, необходимое при обработке материала.)

3) Hatch, F. and Rastall, K. The petrology of the sedimentary rocks. London, 1913.

4) Milner, H. B. Sedimentary petrography. 2 ed. New York, 1929.

5) Diener, C. Grundzüge der Biostratigraphie, Leipzig und Wien, 1925. (Новейшая сводка данных по биостратиграфии, разъясняющая значение растительных и животных остатков для стратиграфических выводов, значение миграции фаун, принципы корреляции осадочных свит разных мест, учение о фациях, деление на зоны, основы палеогеографии и палеоклиматологии; большие списки новой литературы.)

6) Twenhofel, W. H. (and others). A treatise on sedimentation. W. 61 fig., 661 pp. Baltimore, 1926.

Б. Разные частные вопросы рассматривают:

1) Дубянский, В. Об овручских песчаниках. Зап. Киевского О-ва Ест., т. XX, стр. 95—148.

2) Жемчужников, Ю. Типы косої слоистости осадочных образований и инструкция для их изучения. Изв. Геогр. Инст., вып. 4, стр. 39—48. Петроград, 1923. Зап. Горн. Инст., VII, 35—69. Ленинград, 1926.

3) Мамуровский, А. и Самсонов, И. Новый способ приготовления шлифов из песка. Тр. Инст. Пр. Мин. и Мет., вып. 5. Москва, 1923.

- 4) Самойлов, Я. В. Очередные работы в области изучения осадочных пород. Там же, вып. 3. Москва, 1923.
- 5) Самойлов, Я. В. Изучение известняков с палеофизиологической точки зрения. Изв. Моск. Отд. Геол. Ком. I, 1919, стр. 287—299.
- 6) Самойлов, Я. В. и Зильберминц, В. О сероводороде в каменноугольных известняках Донецкого бассейна. Тр. Науч.-Иссл. Инст. Мин. и Петр. 1-го Моск. Гос. Ун., вып. 1, Москва, 1925.
- 7) Чирвинский, П. Н. Микроскопическое и химическое исследование меловых и третичных осадочных пород гор. Вольска, Саратовской губ., Новочеркасск, 1915.
- 8) Andrée, K. Geologie des Meeresbodens. 2 Bände. Berlin, 1923.
- 9) Andrée, K. Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie, Leipzig, 1911.
- 10) Barton, D. The geologic significance of arkose deposits. „Journ. of Geol.“, 24, № 5, p. 417—447, 1916.
- 11) Born, A. Allgemeine Geologie und Stratigraphie. Wiss. Forschungsberichte, Nat. Reihe, Bd. II, Dresden und Leipzig, 1921. (Содержит списки новой литературы за годы 1914—1918; осадочные породы на стр. 35—43, №№ 396—558, указанные в его списке здесь не повторены.)
- 12) Brown, T. C. Origin of oolites and the oolitic texture in rocks. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 25, p. 745—776, 1914.
- 13) Bucher, W. H. On ripples and related sedimentary surface forms and their paleogeographic interpretation. „Amer. Journ. of Sc.“, 47, p. 149—210 и 241—269, 1919.
- 14) Caspari, W. A. The composition and character of oceanic red clay. Proc. R. Soc. Edinb., 30, p. 183—201, 1910.
- 15) Correns, C. W. Beiträge zur Petrographie und Genesis der Lydite (Kiesel-schiefer). 20 стр. Berlin, 1924.
- 16) Folger, R. Neuere Arbeiten aus dem Gebiete der Sedimentbildungen und chemischen Geologie. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, III, S. 555—565, 1910. (Обзор работ по осадкам, оолитам, доломитам и пр.)
- 17) Hackmann, V. Über den Quarzit von Kallinkanges, seine Wellenfurchen und Trockenrisse. Bull. Comm. Geol. Finl. № 59, 1923.
- 18) Henning, K. Die Red Beds. Ein Beitrag zur Geschichte der bunten Sandsteine, „Geol. Rundsch.“, H. 4, S. 228—243, 1913.
- 19) Huene, F. Die südafrikanische Karroo-Formation. „Fortschr. d. Geol. u. Pal.“, H. 12. Berlin, 1925.
- 20) Hummel, K. Über die Anwendbarkeit des Erzmikroskops für sedimentpetrographische Untersuchungen. „Geol. Rundsch.“, H. 1, S. 76—30, 1925.
- 21) Kindle, E. Diagnostic characteristics of marine clastics. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 28, p. 905—916, 1917.
- 22) Linck, G. und Becker, W. Die weisse Schreibkeide und ihre Feuersteine. Chemie d. Erde, II, H. 1, S. 1—14. Jena, 1925.
- 23) Meigen, W. Neuere Arbeiten über die Entstehung des Dolomits. „Geol. Rundsch.“, I, H. 3, S. 122—125, 1910.
- 24) Salomon, W. Definition von Grauwacke, Arkose und Ton. „Geol. Rundsch.“, VI, S. 398—404, 1915.
- 25) Stockdale, P. Stylolites, their nature and origin. Indiana Univ. Stud., IX, 1922, Study № 55, 97 pp. (реф. „Geol. Zentr. bl.“, 29, № 515, 1923 и „N. J.“, II—2, S. 207, 1923.
- 26) Tarr, W. A. On the genesis of flint in the Burlington limestones. „Amer. Journ. of Sc.“, 44, p. 409—452, 1917.
- 27) Tarr, W. A. Cone in cone. „Amer. Journ. of Sc.“, 4, p. 199—212, 1922.
- 28) Tarr, W. A. Syngenetic origin of concretions in shales. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 32, p. 373—384, 1921.
- 29) Thoulet, J. Expériences sur la sédimentation. „Ann. d. mines“, Janv. Févr., 36 pp., 1891.

- 30) Twenhofel, W. H. Impressions made by bubbles, raindrops and other agencies. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 32, p. 359—371, 1921.
- 31) Udden, I. A. Mechanical composition of clastic sediments, „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 25, p. 655—744, 1914.
- 32) Van Tuil, F. M. New points on the origin of dolomite. „Amer. Journ. of Sc.“, 42, p. 249—260, 1916.
- 33) Walter, I. Über algonkische Sedimente. „Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.“, 61, H. 3, S. 283—305, 1901.
- 34) Weigelt, I. Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachseegesteine. „Fortschr. d. Geol. u. Pal.“, H. 4, Berlin, 1923.
- 35) Wetzell, W. Sediment-petrographische Studien, „N. J.“ Beil. Bd. 47, S. 39—92, 1922.
- 36) Winkler, A. Zum Schichtungsproblem. Ein Beitrag aus den Südalpen. Там же Beil. Bd. 53, H. 2, S. 271—314, 1926.
- 37) Zimmermann, E. Ueber Buntfärbung der Gesteine, besonders in Thüringen. „Zeit. d. deutsch. geol. Ges.“, 67, S. 161—173, 1915.
- 38) Anderson, G. E. Experiments on the rate of wear of sand grains. „Journ. of Geol.“, № 2, p. 144—158, 1926.
- 39) Dorsey, G. E. The origin of the color of red beds. Там же, p. 131—143.
- 40) Crosly, W. O. Dynamic relations and terminology on stratigraphic conformity and unconformity. „Journ. Geol.“, 20, p. 289—391, 1912.
- 41) Sederholm, J. Different types precambrian unconformities. Congr. int. geol. Canada, 1913. C. R., p. 313—318, 1914.
- 42) Steinmann, F. Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedeutung? „Geol. Rundsch.“, 16, H. 6, S. 435—458, 1925.
- 43) Nowak, E. Ueber Beeinflussung der Sedimentation durch Dislokation, Mitt. geol. Ges. Wien, 1920.
- 44) Raymond, P. Red color in sediments. „Amer. Journ. of Sc.“, XII, № 75, 234—251, 1927.
- 45) Ross, C. Preparation of sedimentary materials for study. „Econ. Geol.“, № 5, 454—468, 1926.
- 46) Архангельский, А. Д. Карта и разрезы осадков дна Черного моря. Бюлл. Моск. Общ. Исп. Прир., Геол. Отд., VI, в. 1, 77—108. М. 1928.
- 47) Жирмунский, А. М. О постановке дела изучения осадочных пород. „Геол. Вестн.“, VI, № 4—6, 1928 (новая литература по методам анализа).
- 48) Заварицкий, А. Н. Об оолитовой структуре. Тр. Минер. Муз. Ак. Наук, III, 25—35, 1929.
- 49) Зильберминц, В. и Маслов, В. К литологии каменноугольных известняков Донецкого бассейна. Тр. Инст. Прикл. Мин. и Мет., в. 35, М. 1928.
- 50) Кленова, М. В. 1) К методике механического анализа морских осадков. Тр. Научн. Иссл. Инст. Мин. Петр. 1 МГУ, в. 5, М. 1926. 2) О выветривании на дне моря. „Природа“, № 3, 1927.
- 51) Наливкин, Д. В. Пески и течения. „Вестн. Геол. Ком.“, № 7, 1927.
- 52) Самойлов, Я. и Пустовалов. К литологии карбонатных осадочных пород. Тр. Инст. Пр. Мин. и Мет., в. 26, М. 1926.
- 53) Самойлов, Я. и Рожкова, Е. Отложения кремнезема органогенного происхождения. Там же, в. 18, М. 1925.
- 54) Самойлов, Я. и Титов, А. Железо-марганцевые желваки со дна Черного, Балтийского и Баренцова морей. Тр. Геол. и Мин. Муз., III, в. 2, 1922.
- 55) Сермягин, В. Материалы к петрографии осадочных пород Сев. Кавказа. „Изв. Геол. Ком.“, № 10, 13—39, 1929.
- 56) Соловьев, М. М. Роль животных в илообразовании. „Природа“, № 12, 1928.
- 57) Darton, N. H. „Red beds“ and associated formations in New Mexico. U. S. Geol. Survey, Bull. 794, 1928.
- 58) Field, R. M. The great Bahama bank. Studies in marine carbonate sediments. „Amer. Journ. of Sc.“, XVI, 239—246, 1928.

- 59) Freyberg, B. Die Tertiärquarzite Mitteldeutschlands und ihre Bedeutung für die feuerfeste Industrie. Stuttgart, 212 стр., 1926.
- 60) Kindle, E. M. Marl formation in lakes. „Journ. Geol.“, 37, № 2, 1929.
- 61) Kumm, A. Über die Bildungsweise der Konglomerate des Buntsandsteins. „Ztschr. d. d. Geol. Ges.“, 80, M. 13, 46—63, 1928.
- 62) Marr, I. E. Deposition of the sedimentary rocks. Cambridge, 245 стр., 1929.
- 63) Reynolds, S. H. Breccias. „Geol. Mag.“, March, 1928.
- 64) Scupin, H. Die Entstehung des ostbaltischen Alttotsandsteins. Centrbl. Miner. 13, № 3, 1928.

ГЛАВА V.

СБОР ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

Значение и распространение окаменелостей. Каждому геологу известно, какое значение имеют так называемые окаменелости, или лучше ископаемые, т. е. остатки прежде существовавших животных и растений, для определения не только возраста той толщи горных пород, которая содержит их, но и условий, при которых она образовалась, т. е. определения формации и фации, и затем для стратиграфических и тектонических соображений и сопоставлений. Поэтому и на сбор ископаемых необходимо обращать особенное внимание. К сожалению, при маршрутных исследованиях нахождение органических остатков часто является счастливой случайностью; но при детальной работе, когда каждое обнажение изучается очень внимательно сверху до низу, прозевать ископаемые может только очень небрежный наблюдатель.

Органические остатки распределены в горных породах очень неравномерно; иногда отдельные пласты или даже целые свиты обилуют ими, местами сплошь состоят из ископаемых; в других случаях последние попадают спорадически, порознь или небольшими скоплениями; но встречаются целые толщи, совершенно лишенные признаков органической жизни, называемые „немymi“. Это далеко не всегда обусловлено отсутствием организмов в данной местности в эпоху отложения немой свиты, так как трудно представить себе абсолютную водную или наземную пустыню, за исключением первых периодов истории земли, когда жизни вообще еще не было и последующих, начала палеозоя, когда не было еще жизни наземной. За исключением этих древнейших архейских морских и континентальных, альгонкских и древне-палеозойских континентальных отложений, отсутствие ископаемых может быть обусловлено или тем, что они: 1) совершенно уничтожены при позднейшем преобразовании данной свиты горных пород—перекристаллизации их при метаморфизме того или другого рода; 2) растворены водами, просачивавшимися через эту свиту (полное растворение без сохранения каких либо следов трудно себе представить, но эти следы могут быть так слабы, что их легко не заметить); 3) были распределены в данной среде так скудно, подобно тому, как в современных

пустынях, что нахождение их даже при детальных исследованиях является делом счастливого случая или систематических специальных поисков опытными коллекторами и 4) представляли исключительно организмы мягкотелые, без внутреннего или внешнего скелета, так что могли сохраниться только слабые отпечатки формы их тела в особенно благоприятной для этого среде—тонком иле или пепле—легко ускользающие от наблюдения.

Как известно, в ископаемом состоянии хорошо сохраняются только твердые части организмов—кости, зубы, чешуи, панцири, раковины и т. п., состоящие из органической основы, пропитанной известковыми или, реже, кремнекислыми соединениями. Но и эти твердые части подвергаются с течением времени тем или другим изменениям, иногда способствующим их сохранению, как напр., замещение известковых частей кремнеземом или сульфидами, иногда же постепенно разрушающими их; разрушение идет особенно быстро, если труп животного долго остается на земной поверхности или на дне водного бассейна, подвергаясь воздействию воздуха и воды, колебаниям температуры, зубам и челюстям разных хищников или если он на суше погребается неглубоко, так что агенты выветривания имеют к нему доступ; при таких условиях, даже толстые кости истлевают со временем. Этим объясняется редкость нахождения остатков наземных позвоночных животных; для сохранения их необходимо, чтобы труп или отдельные кости были снесены в водный бассейн и быстро погребены в его осадках или чтобы животные увязли в болоте или были застигнуты и погребены при катастрофическом наводнении.

Хитиновые и роговые части животных, очень легко разрушающиеся, распадающиеся на мелкие кусочки в воздухе или воде сохраняются также только при особенно благоприятных условиях—если быстро погребаются в очень тонком материале, напр., вулканическом пепле или озерном и морском иле; в подобных образованиях попадают остатки даже насекомых. Мягкие части животного быстро сгнивают или поедаются хищниками и сохранение их, но только в виде более или менее отчетливых отпечатков, также обусловлено быстрым погребением в достаточно тонком материале; известны, напр., хорошие отпечатки медуз. Полностью мягкие части, т. е. целые трупы животных, сохраняются в особо благоприятных условиях, сразу предотвративших процесс разложения или поедения; так сохранились трупы крупных млекопитающих с кожей, шерстью, внутренностями и даже остатками пищи в желудке и зубах в вечно мерзлой почве севера Сибири и различные насекомые, захваченные смолой, стекавшей по стволу третичных деревьев и превратившейся в янтарь. Остатки растений также требуют благоприятных условий для своего сохранения в неповрежденном виде; на земной поверхности не только листья и стебли, но даже толстые стволы постепенно разрушаются, превращаясь в гумус, т. е. перегной, или же, в сухом климате, распадаясь на мелкие кусочки, развезаемые ветром. Сохраняются они в торфяных болотах или погребенные достаточно быстро

в отложениях рек, озер и морей; при этом более нежные части, как листья и вайи, сохраняются очень хорошо в более тонком материале—иле, глине, нежном вулканическом туфе или в отложениях источников—известковом или кремневом туфе, где и следует их искать. Стебли и стволы сохраняются и в более грубом материале, глинисто-песчаном или песчаном, даже в конгломератах, причем подвергаются процессу обугливания или замещения гидроокисями железа, реже сульфидами или кремнеземом; окремнению, способствующему сохранению полной структуры древесины, иногда подвергаются упавшие стволы или даже живые деревья по соседству с горячими источниками—гейзерами.

Органические остатки, главным образом, животных нередко являются причиной образования в осадочной горной породе конкреций, совершенно окутывающих окаменелость и скрывающих ее от наблюдателя. Так, в пермских песчаниках на р. Сев. Двине, в триасовых, юрских и меловых отложениях пустынь Невады, Аризоны, Уайоминга и других штатов Сев. Америки из конкреций, нередко огромной величины, добыты кости и целые скелеты динозавров и других амфибий и рептилий, украшающих музеи. В глинистых сланцах по р. Кендерлык в хр. Сауре конкреции содержат остатки целых рыб верхнего карбона, а на южном берегу Крыма—аммонитов и пластинчато-жаберных триаса и лейаса. Поэтому конкреции, особенно в бедных ископаемыми континентальных отложениях, заслуживают большого внимания исследователя.

В связи с указанными условиями сохранения органических остатков в ископаемом виде находится и обилие таковых в осадочных горных породах разного состава и генезиса. В кристаллических сланцах ископаемые отсутствуют в громадном большинстве случаев вследствие сильного преобразования осадочных горных пород, из которых эти сланцы произошли; и если в виде исключения в подобных сланцах более юного возраста попадаются ископаемые, они оказываются так плохо сохранившимися, что точное определение их невозможно. В метаморфических сланцах—породах, измененных менее сильно, надежда на нахождение органических остатков уже больше, и таковые уже найдены в достаточном количестве, напр. в альгонке Сев. Америки, а в последнее время и в Китае. Поэтому докембрийские сланцы, известняки, граувакки Сибири заслуживают более тщательных поисков, несмотря на то, что известняки уже более или менее перекристаллизованы, а глинистые сланцы переходят в филлиты, хлоритовые, серицитовые и т. п. сланцы. В более юных метаморфических породах шансы на нахождение ископаемых еще больше, и в последние годы в Сибири и в Туркестане уже найдена кембрийская фауна, главным образом, археоциат и трилобитов, в считавшихся немymi и причислявшихся к докембрию.

Из нормальных осадочных пород наиболее часто содержат органические остатки мергели, битуминозные и глинистые известняки, известковые и глауконитовые пески, но иногда также песчаники и глинистые сланцы. Кварциты и кварцевые песчаники, в особенности если они залегают сплошными мощными свитами, обыкновенно очень бедны ископа-

емыми. Содержание глины или извести в цементе песчаников, появление прослоев сланцеватых глин, мергелей, известняков увеличивает шансы на нахождение фауны или флоры; на вероятность нахождения последней указывают пропластки и чечевицы угля, хотя бы самые тонкие. Чистые известняки обыкновенно не богаты фауной, тогда как глинистые, битуминозные и доломитовые большею частью содержат ее, нередко в изобилии; известняки и доломиты, залегающие не правильными пластами, а целыми массами без ясной слоистости, представляют коралловые, шанковые, губковые рифы и всегда содержат остатки строителей таковых. Глинистые сланцы иногда, особенно в палеозое, лишены фауны, иногда же обилуют ею, напр., граптолитовые сланцы силура, тентакулитовые девона, пелециподовые триаса. Толщи глин обыкновенно не богаты ископаемыми, а иногда в них, как и в песчаниках достаточно обильную фауну можно найти исключительно в известковых или железистых конкрециях. Конгломераты, особенно грубые, могут содержать только крупные или твердые ископаемые, выдержавшие трение и удары гальки и валунов в полосе прибоя или в русле потока, напр., кости и зубы позвоночных, толстые створки плеченогих и некоторых пластинчатожабрных и брюхоногих, стволы растений. Часто в свите, содержащей вообще мало ископаемых, отдельные пласты, пропластки или чечевицы, даже отдельные гнезда, богаты ими, даже переполнены. Это объясняется тем, что многие животные и растения живут большими сообществами как в воде, так и на суше: вспомним коралловые и другие рифы, устричные банки, колонии губок, морских лилий, поля водорослей, стаи рыб и насекомых, стада копытных млекопитающих.

Морские отложения, особенно неритовые и батинальные, богаче органическими остатками, чем континентальные; но в абиссальных образованиях фауна, главным образом, микроскопическая. В континентальных осадках чаще можно встретить остатки растений, чем животных; но замечательные находки многочисленных и разнообразных остатков динозавров, даже целых скелетов и яиц, в меловых отложениях, и млекопитающих в третичных отложениях, слагающих так называемую гобийскую свиту Центральной Азии, считавшуюся почти немой, сделанные в последние годы экспедицией Американского Музея Естественной Истории, показали, что правильные поиски опытными силами почти всегда должны увенчаться успехом. Аналогичные находки раньше были сделаны в континентальных образованиях мезозоя в ряде штатов Сев. Америки, пермских в Южн. Африке и по Сев. Двине, третичных в Тургайской области и в Греции, послетретичных в Патагонии и т. д.; поэтому можно думать, что и континентальные образования не так бедны фауной, как полагали до сих пор; но только эта фауна распределена в них еще более неравномерно, чем в морских отложениях и, очевидно, скоплялась в определенных местах в связи с какими нибудь катастрофами, уничтожавшими целые сообщества животных и быстро погребавшими их трупы. В качестве таких катастроф можно представить себе разрушительные ливни и самумы внутри материков, навод-

нения в связи с землетрясениями или тайфунами на берегах морей. Вулканический пепел, отлагающийся большой толщей во время сильных извержений, также может схоронить более мелких животных и много растительных остатков. В очень тонком пепле, накапливающемся в водном бассейне, напр., в синеритах Озернии, сохраняются превосходно листья растений. В известковом и кремневом туфе погребаются листья, стебли иногда и стволы, а также наземные и пресноводные моллюски. Лучшие, по сохранности отпечатки растений, насекомых, мелких ракообразных и рыб встречаются в юрских пресноводных мергельных сланцах Забайкалья и в литографском сланце Золенгофена в Баварии (где найдены также остатки птиц, ихтиозавров, плезиозавров и др.), представляющих накопление очень тонкого и ровнослоистого известково-глинистого ила в спокойной воде. Потоки вулканической грязи во время извержения могут захватить и схоронить растения и животных. Млекопитающие нередко увязают в болотах, в плавучем песке на берегах водоемов и в кировых озерах, где находят их скелеты в большом количестве и в хорошей сохранности. Рыбы гибнут массами в соленых лагунах, куда их заносит течением, в осушившихся руслах и омутках рек во время засухи, выбрасываются сильным прибоем вместе с водорослями и ракушками на берега озер и морей.

Общие правила поисков и сбора ископаемых. Пользуясь вышеизложенными данными о распределении органических остатков, геолог должен искать их в тех или иных осадочных породах. Остатки фауны скорее всего обнаруживаются на выветрелой поверхности горных пород в обнажениях и в осыпях, у их подножия, благодаря тому, что они имеют иной состав, а нередко и большую твердость, чем вмещающая порода и поэтому несколько выдаются при ее выветривании и освобождаются при ее распадении. Поэтому следует прежде всего внимательно осмотреть скопление мелких продуктов выветривания в осыпях, поверхность глыб, лежащих у подножья, и поверхность самого обнажения. Если порода содержит фауну, последняя почти всегда будет обнаружена при таком осмотре. Большие осыпи следует осматривать систематически снизу вверх по параллельным линиям через 1—1,5 м друг от друга; такие поиски особенно успешны после сильного дождя, который смывает пыль и мелкие частицы с поверхности осыпи и обмывает утесы и глыбы. Но ископаемые, собранные в осыпях и в отдельных глыбах, не следует смешивать с выбитыми из самого обнажения, так как они могут представлять смесь фауны разных зон или даже горизонтов, если обнажение высокое; они должны получить этикетку с номером обнажения, но без букв, обозначающих отдельные слои, а в дневнике способ их сбора должен быть указан. У подножия обрывов на берегах рек отдельные ископаемые и даже целые глыбы породы могут даже происходить не из слоев, слагающих обрыв, а быть принесенными водою, чаще льдом, с выходов выше по течению, иногда издалека; такие сборы должны обязательно оговариваться в дневнике, во избежание неверных заключений.

Галька в русле ручьев и рек нередко также представляет более или менее окатанные ископаемые или округленный обломок горной породы с таковыми, обыкновенно, в разрезе. Находка такой гальки дает указание, куда направить поиски для обнаружения самого выхода. Ископаемые, собранные в виде гальки, также должны быть сохраняемы с соответствующей отметкой.

Обнаружив ископаемые в самом обнажении, приступают к их добыче посредством молотка и зубила; если можно отделить более или менее крупную глыбу, содержащую окаменелости, то вставляют в трещины, окружающие ее, конец зубила и, ударяя по нему молотком, стараются постепенно расширить трещины и выворотить глыбу, которую затем разбивают тяжелым молотком на крупные куски; последние кладут на другой большой камень, служащий наковальней, и бьют острым концом молотка по желаемому для раскола месту; так как связь породы с ископаемым обыкновенно слабее, чем в других частях, то расколы часто обнаруживают половину или часть их поверхности. Мелкие куски оббиваются уже в руке, осторожно острым концом небольшого молотка, от излишней породы, но полную препаровку не следует производить в поле; для этого будет время и лучшие инструменты при обработке коллекции. Сланцеватые породы легко раскалываются посредством зубила на плитки, которые можно осторожно обкалывать молотком. Плитки или куски, очень богатые ископаемыми, лучше не разбивать, а увозить целиком для препаровки дома. Само собой разумеется, что ни молотком, ни зубилом нельзя бить по самому ископаемому или вблизи него, а на достаточном расстоянии, чтобы не повредить его неверным ударом. Кусочки, отскочившие от ископаемого при расколе куска, нужно также собирать, отмечая химическим карандашом места излома для позднейшей склейки.

Если из обрыва нельзя отделить глыбу, то посредством зубила выбивают глубокий желобок вокруг ископаемого на некотором расстоянии от него и затем, поставив зубило сверху и наискось в желобок, резким ударом молотка отбивают кусочек породы с ископаемым. Так же поступают с ископаемыми на очень крупных глыбах, которые не удастся разбить. Конкреции, содержащие ископаемых, всего лучше положить в огонь небольшого костра, но не раскалять их, а только сильно нагреть и затем бросить в воду или сильно полить водой; они разваливаются на куски, растрескиваясь вдоль поверхности ископаемых и освобождая последние. Для очень крупных конкреций огонь должен быть, конечно, сильнее. В мягких породах—рыхлых песчаниках, глинах, суглинках, лёссе, слежавшемся песке—ископаемые осторожно вынимаются при помощи зубила вместе с окружающей породой.

При сборе органических остатков необходимо тщательно следить за тем, чтобы сборы из разных слоев того же обнажения не были перемешаны друг с другом, так как эти слои могут принадлежать разным зонам или горизонтам, а при наличии трансгрессии—даже разным системам. Весь сбор одного слоя обозначается одной и той же буквой

при общем номере обнажения, из другого слоя—другой буквой. Несоблюдение этого правила уже не раз обуславливало неправильные выводы при обработке материала. Органические остатки нельзя прямо складывать в номерованные мешечки; их нужно заворачивать в бумагу каждый кусок или кусочек отдельно и затем уже класть в мешечки, порознь или по несколько вместе; крупные куски приходится увозить в седельной сумке или на вьюке, завернув в бумагу и привязав к ним мешечек или написав на самом куске номер обнажения и букву слоя. Очень нежные отпечатки, напр., растений, следует покрыть еще слоем ваты, а потом завернуть. Вечером при составлении дневника весь сбор получит этикетки, причем для мелких кусочков или отдельных ископаемых можно ограничиться маленьким ярлычком с одним только номером и буквой; такую мелочь, завернув в бумагу, а если нужно и в вату, затем соединяют в пачки, получающие полную этикетку и обвязываемые бичевкой. Очень мелкие экземпляры проще укладывать в коробочки, перекладывая их слоями ваты. При отправке коллекций в ящиках лучше заполнять ископаемыми отдельный ящик или верхнюю часть ящика, если их мало, но не класть их в перемежку с другими образчиками. Если ископаемые находились в рыхлой породе и были добыты освобожденными от нее, то нужно взять и образчик самой породы, что нередко забывают сделать.

Если в данном обнажении ископаемых мало, то приходится брать и плохие, неполные экземпляры, и чем меньше органических остатков в исследуемой местности, тем каждый из них ценнее. Но если обнажение богато ископаемыми, то возникает вопрос, сколько следует брать и как делать выбор? На первый вопрос отвечают условия работы: при маршрутных исследованиях нельзя посвящать несколько дней сбору ископаемых из одного обнажения и увозить целые пуды их; при детальной работе то и другое возможно, а иногда и обязательно. Если при изобилии ископаемых приходится по условиям передвижения делать выбор, то нужно соблюдать следующее: брать экземпляры целые, не поврежденные; мелкие ископаемые—плеченогие, моллюски, кораллы, ежи, трилобиты и т. п.—в возможно большем количестве, но не сортировать по родам, тем более по видам, так как в поле легко ошибиться; более крупные, напр., устрицы и аммониты, иногда весящие по несколько фунтов каждый—по возможности, уже с выбором лучших и неодинаковых экземпляров; в рыбах наиболее ценна голова, если нельзя увезти всю плиту с крупной рыбой; птицы встречаются так редко, что нужно взять все; в остатках млекопитающих наибольшее значение имеют зубы, затем череп и кости конечностей, менее важны позвонки (важнее всего шейные), плечевые и тазовые кости, почти бесполезны ребра. Для растений отпечатки листьев важнее, чем стволы и стебли.

Местонахождение ископаемых должно быть точно обозначено на составляемой карте и описано в дневнике настолько подробно, чтобы его не трудно было отыскать и другому лицу, т. е. с указанием расстояний от заметных пунктов и азимутов от них, высоты над дорогой

или берегом реки, озера, моря и особых внешних примет, облегчающих поиски.

Сбор беспозвоночных. Для этой цели в снаряжении полезно иметь 2—3 сита в 10—30 см диаметром и с величиной отверстий в 0,5—1,5 мм, жесткую щеточку и запас гумми-арабика. Сита и щеточка нужны для просеивания в воздухе или под водой мелкого материала из осыпей, в котором часто находятся мелкие органические остатки. Поиски беспозвоночных ведутся, как указано выше, в осыпях у подножия обнажений и на выветрелой поверхности последнего и упавших с него глыб; в каменоломнях щебень и мелочь, остающиеся при обтеске камня, часто очень богаты ископаемыми и в них всего легче найти таковые; поэтому отвалы каменоломен следует внимательно осмотреть и для мелочи применить сито. Последнее очень полезно при поисках в очень рыхлых породах, так как можно быстро просеять большие количества и отсортировать ископаемые. Из твердых пород ископаемые добываются так, как указано выше; очень крупные раковины нередко так крепко спаяны с окружающим известняком, что добыть цельные экземпляры почти невозможно; в этом случае помогает средство, указанное для конкреций, т. е. разведение хорошего огня вокруг глыбы и затем поливание водой или разбивание молотом. В известняках иногда встречаются окремнелые ископаемые, которые лучше брать с окружающей породой, так как последнюю при обработке коллекции можно будет удалить растворением в соляной кислоте и получить совершенно целые экземпляры; только таким способом препарируют мшанок, структурные и юношеские формы граптолитов, лингуль, гониатитов; его применяют также к ископаемым, замещенным серным колчеданом или фосфоритом.

В сланцах ископаемые, замещенные кальцитом, нередко трудно отделяются от породы; их также лучше освобождать дома посредством едкой щелочи; кораллы и внутренности плеченогих всего чаще получают таким образом. Мергели, особенно третичные, иногда содержат много мелких ископаемых; сбор лучше всего производить целыми кусками для обработки в лаборатории. Если у обнажения глины или сланца встречается много ископаемых, освобожденных при выветривании, то полезно промывать небольшое количество породы до тех пор, пока вода не перестанет окрашиваться или мутнеть; если в остатке много ископаемых, то нужно взять породу кусками с собой. Окремнелые ископаемые скопляются всегда в красной или желтой глине, представляющей продукт выветривания известняков, залегающих под ней или рядом; из нее можно добыть фауну промывкой на сите. При чередовании песчаников, граувакк или известняков с глинами или сланцами, ископаемые часто сидят на граничных плоскостях.

Нередко от ископаемого осталось только ядро, сидящее в пустоте, стенки которой представляют оттиск наружной формы животного; если эти стенки не покрыты мелкой щеткой кристаллов, то необходимо добыть, кроме ядра, также и всю окружающую породу, так как стенки пустоты дадут прекрасные слепки. При этом порода всегда будет до-

быта в виде двух или более отдельных кусков, которые в поле не зачем склеивать, но надо завернуть в одну пачку. Ядра без гнезда обыкновенно мало поучительны. Иногда порода, содержащая хорошие ископаемые, так рыхла, а ископаемые так хрупки, что приходится прибегать к пропитыванию породы очень жидким раствором гумми-арабика или жидким раствором копалового лака в эфире, которое повторяют несколько дней, чтобы затем вырезать кусок породы, выдерживающий перевозку.

Если нельзя добыть целые экземпляры и приходится брать обломки, то нужно помнить, что для определения у двусторчатых всего важнее замочная часть, у брюхоногих—отверстие, у головоногих—жилая камера и лопастные линии, у ежей—верхушечные щитки. Если обломки обнаруживают внутреннее строение, их нужно брать на ряду с целыми экземплярами. Если ископаемые изуродованы давлением—их нужно брать больше для выяснения степени деформации и более точного определения.

Необходимо отмечать на месте богатство пласта или слоя ископаемыми разного рода, так как одни из них добываются легче и потому будут представлены в коллекции большим числом экземпляров, а добываемые трудно могут попасть в сбор в виде редких обломков, так что коллекция не даст правильного представления о характере фауны. Если добыты одни ископаемые—необходимо взять и кусок самой породы, а на месте записывать ее мощность, характер наложения и все особенности, как указано выше.

Сбор микрофауны и микрофлоры. Довольно часто ископаемые представлены только очень маленькими организмами, напр., фораминиферами, радиоляриями, диатомеями, которые невозможно или трудно заметить невооруженным глазом; бросаются в глаза только более крупные фораминиферы, как нуммулиты, швагерины и некоторые фузулины, обыкновенно переполняющие горную породу. Но и некоторые высшие животные, как остракоды, маленькие брюхоногие, юношеские формы разных моллюсков и плеченогих, а также части более крупных организмов, как спикулы губок, иглы морских ежей, моллюсков, чешуи и зубы рыб по своим небольшим размерам ускользают от наблюдателя в обнажении. Между тем сбор их необходим в особенности при отсутствии или бедности макрофауны. Эти маленькие организмы особенно часто встречаются в третичных отложениях, но не отсутствуют и в более древних, даже палеозойских; в известняках и мергелях всегда могут быть включены фораминиферы и другие животные с известковым скелетом или оболочкой, но встречаются и кремневые организмы или их части (спикулы губок, радиолярии), остракоды с роговой раковиней, зубы и чешуи; в кремнистых сланцах почти всегда есть радиолярии, в трепелах, инфузорной земле, диатомеевом пелите—диатомеи. Все эти организмы будут обнаружены при изучении горных пород под микроскопом; поэтому необходимо брать лишние кусочки известняков, мергелей, кремнистых сланцев для изготовления шлифов и более значительное количество мела, меловых и третичных мергелей, мезозойских и третичных глин, трепелов и четвертичных рыхлых образований для обработки

их механическими и химическими способами в лаборатории с целью извлечения из них микрофауны и микрофлоры; эти способы указаны в соответствующей литературе (приведенной в конце главы). Для испытания рыхлых пород и элювия более твердых на содержание микрофауны в снаряжении геолога должно быть несколько маленьких сит и жесткая щеточка.

В последнее время выяснилось крупное значение микрофауны для корреляции отдельных пластов в разрезах, получаемых при бурении, в особенности в меловых и третичных отложениях, что имеет наибольшее значение при разведках на нефть. Подробности см. в статье П. Гудкова „Стратиграфическая корреляция нефтеносных отложений, основанная на изучении фораминифер“, „Азерб. Нефт. Хоз.“, № 11 (59), 1926, в которой указана и новая иностранная литература по этому вопросу.

Сбор позвоночных животных. Из позвоночных ископаемых сбор остатков рыб обыкновенно не представляет затруднений; рыбы встречаются в горных породах или целиком в виде полных скелетов или панцирей (газоиды)—в тонкослоистых мергелях и в сланцеватых глинах, в некоторых песчаниках и глинистых сланцах и в конкрециях, или же в виде разрозненных частей—зубов, костей головы и позвоночника, чешуй, щитков панцыря, игл в разных горных породах; целые рыбы известны, главным образом, в континентальных отложениях и в образованиях лагун и устьев; отдельные части рыб, особенно зубы акул, попадают в морских осадках. Всякие остатки и отпечатки должны быть сохранены от порчи при перевозке мягкой упаковкой.

Гораздо больше затруднений представляет добыча и перевозка остатков амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих, встречающихся как в виде отдельных частей скелета, так и целых скелетов и даже трупов. Эти остатки нередко заключены в очень твердых конкрециях, освобождение из которых требует специальных приемов и опытности; в этом случае полевому геологу лучше не заниматься извлечением, так как он может испортить ценный материал; убедившись, что в конкрециях есть кости, необходимо увезти первые целиком, а если их много или они очень велики (в последнем случае они представляют сложные формы)—тщательно записать место и условия залегания для того, чтобы специальная экспедиция могла легко найти местонахождение. В других случаях остатки заключены непосредственно в самих горных породах, всего чаще в песчаниках, глинах, илах, торфе; если они тверже окружающей породы, то добыча их не затруднительна и производится раскопками (если это не изолированная кость) по слоям с тщательной зарисовкой залегания остатков по отношению друг к другу, в особенности если это полные скелеты или крупные части их, с соблюдением масштаба. Но нужно иметь в виду, что и твердые кости, добытые из горных пород и попадающие в новые условия температуры и влажности часто имеют склонность растрескиваться и расслаиваться; поэтому их не следует держать до упаковки на солнце или под дождем, а склады-

вать в тени и под покрывкой. Укладывать их нужно, смотря по величине и прочности, в мох, тонкие стружки, вату или бумагу; мелкие части необходимо класть в отдельные коробки, переслаивая ватой или завернув в вату и бумагу, связывать в пачки, чтобы они не затерялись среди упаковки крупных костей; при упаковке в ящики укладывать нужно плотно, чтобы отдельные кости или пачки не болтались при тряске и не потеряли друг друга. Номерация костей цифрами или буквами на этикетках должна соответствовать знакам, поставленным на рисунках, составляемых послойно во время раскопки. В четвертичных отложениях кости животных нередко лежат вместе с остатками посуды, изделий и орудий ископаемого человека, иногда и костями его, а также кусочками угля и сами часто являются обгорелыми, расколотыми; все это должно быть отмечено, а остатки человека собраны столь же тщательно. Если же остатки животных мягче окружающей породы или вообще так истлели и непрочны, что не могут быть добыты без повреждения, то применяют особые методы их предварительного закрепления посредством столярного клея, гумми-арабика, жидкого стекла, столярной политуры, спермацета, мастики, гипса, эфирных лаков и фиксативов. Обнажив кость сверху, ее густо смазывают очень жидким столярным клеем, жидким гумми-арабиком, жидким стеклом (разведенным отварной водой в равном количестве), политурой, лаком, расплавленным спермацетом, повторяя смазывание несколько раз с промежутками, чтобы состав успел проникнуть вглубь кости и затвердеть. Крупные кости, обнажив сверху, можно покрывать длинными полосами коленкора, холста или марлевого бинта, обмакнутыми в густой столярный клей (избыток которого нужно устранить) или смазанными мастикой; когда эта оболочка затвердеет, можно обнажить кость с боков, повторив ту же операцию и, наконец, подняв и перевернув кость, закрепить ее с нижней стороны; так же поступают и при смазывании указанными составами. Из них наиболее дешевыми являются столярный клей и мастика (500 г белого воска, 300 г канифоли или смолы дамары и гипс); она употребляется и для заделки выбоин и трещин в костях; воск и канифоль расплавляют в котелке и прибавляют понемногу и постоянно помешивая порошок гипса, пока не получится довольно густая масса; ее можно иметь с собой в виде куска или в котелке и разогревать почти до кипения перед употреблением. Хрупкие кости можно заключить на месте залегания также в гипсовые оболочки; для этого обнажают кость от породы сверху и с боков и обкладывают довольно густой свежее приготовленной массой гипса; когда этот футляр затвердеет, его осторожно переворачивают вместе с костью и покрывают гипсом нижнюю сторону. Иногда приходится делать гипсовый футляр более толстым (но и тяжелым) из-за непрочности кости, которую может повредить гипсовая масса, стекая по крутым бокам и выступам; в этом случае, обнажив кость сверху и с боков ее окружают листом железа, жести или ящиком без дна, плотно вдавленным в почву, и в промежуток между костью и этими стенками льют гипс, пока он не покроет весь предмет и сверху; когда масса затвер-

деет, стенки можно удалить, перевернуть получившуюся форму и залить гипсом нижнюю часть кости, которая в таком виде выдержит перевозку. Чтобы гипс не пристал к кости и его потом легче было снять, поверхность ее смазывается предварительно маслом или эмульсией из мыла, воды и масла или стеарином, растворенным в горячем керосине.

Для всех работ по добыче позвоночных снаряжение геолога должно быть пополнено кайлой, лопатой, большими зубилами, запасом холста, коленкора или марли, муки для клейстера (которым можно заменить клей для смазывания полос), гипсом, одним из вышеуказанных закрепляющих средств и кистью. При маршрутных исследованиях обыкновенно нет времени для этих продолжительных манипуляций, а при выючном передвижении нет возможности увозить крупные кости или целые скелеты, так что придется ограничиться записью места нахождения ископаемых, добыв и увезя то, что возможно. Но при детальной работе есть время и средства передвижения, так что геолог, направляясь в местность, где уже известно или вероятно присутствие остатков крупных позвоночных, может снарядиться соответствующим образом и познакомиться по литературе с методами добычи. Для извлечения же крупных трупов в вечно мерзлой почве севера Сибири снаряжаются отдельные экспедиции, а геолог, ведущий маршрутную работу, обнаружив подобный труп, должен озаботиться скорейшим сообщением о нем в Академию Наук и засыпкой обнажившегося трупа толстым слоем земли, чтобы охранить его от гниения и поедания хищниками, с установкой на месте, тщательно описанном в дневнике, хорошо заметных знаков, напр., пирамиды из жердей с флажком на вершине.

Укажем еще в каких отложениях чаще всего встречаются остатки позвоночных и какого рода.

В морских осадках можно встретить почти исключительно остатки рыб и морских млекопитающих и даже в прибрежных образованиях, содержащих наземную флору, остатки наземной фауны редки. Глинистые и известковые морские осадки богаче остатками позвоночных, чем песчаные и галечные; в глубоководных отложениях попадают чаще всего зубы акул и лабиринты китовых.

Из континентальных отложений наиболее богаты позвоночными озерные, в которых можно найти остатки животных, обитавших в озере, как рыбы, черепахи, выдры, бобры, так и погибших в нем (всего чаще из семейства оленей); в речных образованиях крупные отдельные кости чаще всего попадают в галечниках и конгломератах, так как они выдерживают перекачивание среди грубого материала, тогда как мелкие кости уничтожаются или истираются до неузнаваемости. В более древних песчаных, галечных и илистых отложениях рек, озер, дельт, эстуарий и лагун можно встретить, кроме рыб, также богатую фауну амфибий, рептилий и млекопитающих. В известковых туфах рыбы отсутствуют, но зато попадают перья и яйца птиц и кости других позвоночных. Из эоловых отложений лесс дает сборы, главным образом, степных грызунов и травоядных, яиц страусов, менее хищников. Богатые сборы позво-

ночных Американской экспедиции из Центральной Азии происходят частью из озерных образований, частью из эоловых песков (яйца и скелеты динозавров). В торфяных болотах встречаются остатки четвертичных позвоночных. Наибольшее количество костей на небольшой площади и наибольшее разнообразие видов позвоночных дают отложения в пещерах и трещинах в известняках и гипсах; здесь можно набрать богатые коллекции остатков птиц, летучих мышей, разных хищных млекопитающих и обглоданные кости животных, служивших им пищей, а также кости и изделия человека. Раскопки пещерных почв должны вестись осторожно, тонкими слоями по всей площади, с записью залегания всех предметов каждого слоя и нумерацией их послойно.

Необходимо отмечать, найдены ли остатки позвоночных в первичном или во вторичном залегании; отдельные кости обыкновенно принесены с другого места, большей частью силой воды; целые скелеты или группа костей того же индивида указывают в большинстве случаев на первичное залегание; отдельные кости могут быть даже вымыты из более древних отложений и отложены на новом месте, т. е. дадут ошибочное заключение о возрасте включающей их породы; часто по характеру окаменения или по приставшим частицам более древней породы можно определить вторичное залегание; окатанность углов и острых ребер кости указывает на ее дальний перенос или обработку прибоем.

Сохранность костей очень различна и зависит от состава вмещающей породы; в осадках, бедных известью или лишенных ее, часть извести удаляется из кости, она становится дряблой и при высыхании трескается и крошится. В известковых породах кости, наоборот, твердеют, пропитываясь известью, заполняющей поры; поэтому по весу кости можно узнать, в какой породе она лежала, что также позволяет отличать кости во вторичном залегании. В торфе кости, рога, зубы становятся бурыми, в песках, илах, известняке они светлее, желтоватые. Остатки четвертичных позвоночных обыкновенно залегают на небольшой глубине; поэтому в слой почвы, содержащий их, легко могут попасть кости современных животных, обитающих в норах, как барсуки, лисицы и разные грызуны. Но современные кости по цвету и сохранности обыкновенно легко отличимы от древних, так что при внимании наблюдателя ошибка невозможна ¹⁾.

Сбор ископаемой флоры. Растительные остатки встречаются как в связи с месторождениями ископаемого угля, так и независимо от последних, в выше или ниже лежащих пластах свиты, а также в свитах горных пород, вовсе не содержащих угля. В случае связи с последними, они залегают всего чаще в кровле угольного пласта, так как большинство месторождений угля является аутохтонным, т. е. образовавшимся на месте произрастания растений, подобно современным торфяникам; поэтому в почве угольного пласта чаще можно встретить подземные

¹⁾ Геологическим музеем Академии Наук издана в 1929 г. „Инструкция для раскопок, препарировки и монтировки ископаемых позвоночных“ М. Г. Прохорова.

части растений—корни и ризомы, а в кровле—листья, стебли и стволы. Независимо от пластов угля, растительные остатки встречаются в глинистых сланцах, сланцеватых глинах, мергелях, тонкослоистых глинистых песчаниках, даже в кварцитах и более грубых песчаниках, затем в вулканических, известковых и кремневых туфах. Лучшие отпечатки в виде листьев, вай, соцветий, тонких стеблей находятся в более тонкозернистых породах и в туфах; в грубых породах нежные отпечатки неясны и чаще попадаются стебли, стволы. Материалом, заместившим растительную ткань, часто с сохранением полностью ее структуры, обыкновенно является уголь, редко гидроокись железа, грубые же остатки часто замещены глинистым железняком, известью или кремнеземом; в водных туфах и кварцитах обыкновенно сохраняется только отпечаток листа, а вещество его уничтожено.

Растительные остатки более тонкие (листья, вайи, стебли, соцветия) распределены обыкновенно на плоскостях напластования породы; поэтому нужно добывать их, осторожно раскалывая тонкослоистые породы по этим плоскостям; если таких плоскостей много на небольшом расстоянии друг от друга и все они содержат растения, то лучше брать большие и толстые плитки породы с собой для более осторожной препаровки дома. В грубых породах листья, стволы и стебли могут быть рассеяны во всей массе и иногда (железистые, окремнелые, известковые) отделяются от породы легко, а иногда (обугленные) с трудом без повреждения. Плоскости напластования с растениями часто обнаруживаются в обнажении в виде тонкой черной полоски угля. Если порода выдерживает лежание в воде, не размягчаясь или распадаясь, то положив плиты в воду, а затем подвергнув их действию мороза, напр., ночью, можно получить очень хорошие отпечатки, так как замерзающая вода раскалывает плиты по плоскостям с растениями.

Иногда глины, содержащие хорошие отпечатки, в обнажении являются связными благодаря своей влажности, но, пожевав на воздухе и высохнув, распадаются на кусочки; последние нужно сейчас же склеить друг с другом (синдетиконом, к которому подмешаны свинцовые белила, или жидким клеем из равных частей азотнокислого висмута, крахмала и сахара, разведенных в воде) и покрыть отпечаток лаком (густой раствор шеллака или копала в спирте). Рыхлые, крошащиеся породы с отпечатками нужно пропитывать жидким клеем, жидким стеклом или раствором шеллака. Шишки хвойных, плоды, древесина, добытые в буроугольном руднике, легко разрушаются при быстром высыхании на воздухе; их нужно медленно сушить в подвале или сохранять в воде с прибавкой формалина.

С отпечатков листьев и вай в известковом или кремневом туфе в лаборатории можно получить хорошие слепки, так что ими не следует пренебрегать. При каменноугольных пожарах породы, содержащие растения, обжигаются и твердеют, уголь отпечатков выгорает, но самые отпечатки сохраняются полностью и благодаря твердости породы очень удобны для перевозки. Большое значение имеют нередко содер-

жающиеся в пластах угля известковые, доломитовые, сидеритовые и кремнистые конкреции (coal-balls, почки), так как в них хорошо сохранилась структура растительной ткани.

При добыче растительных остатков нужно брать не только нижний, но и верхний отпечаток, часто дополняющие друг друга; тем лучше, если удастся добыть целые листья и вайи, хотя бы разломанные на куски; но и неполные имеют значение, как черешок с основанием листа, край листа. У папоротников особенное значение имеют вайи с плодоношением, так что их нужно собирать хотя бы в обломках. Обломки стеблей и веточек, отдельные иглы хвойных имеют значение только для палеозойской флоры, особенно девонской, известной еще мало. Стволы интересны, если в них сохранилась структура древесины, что чаще всего бывает при ее окремнении; у обугленных стволов наиболее интересна кора. Гепперт давно уже обращал внимание геологов на то, что при сборе остатков растений следует более бережно обращаться со стволами и стеблями и стараться сохранить нередко имеющуюся на них кору, на которой часто есть еще ветви, листья, лишай и различные мхи. Эта кора при высыхании образчика большей частью распадается на мелкие кусочки и отваливается. Толстые стволы не следует разбивать кое-как на куски, а если нельзя увезти весь ствол, то осторожно отделить кусок с полным поперечным сечением ствола и корой, так как для определения важно знать это сечение, его форму и диаметр. Оттиски коры на окружающей породе часто передают ее строение лучше и более удобны для хранения и перевозки.

Не следует пренебрегать отпечатками водорослей, нередко встречающимися в морских отложениях, главным образом, неритовых. Из некоторых видов водорослей могут состоять целые пласты известняка, напр., литотамниевые, в меловых и третичных отложениях (правда, с участием фораминифер и других животных), соленопоровые в силуре (совместно с кораллами); известны также зеленые водоросли в качестве созидателей слоев известняка.

При сборе ископаемой флоры нужно соблюдать общие правила относительно точного указания местонахождения на карте и в дневнике, несмешиванья добычи из разных слоев того же обнажения и тщательной упаковки (нежные отпечатки нужно покрывать слоем ваты и заворачивать в бумагу у самого обнажения, а вечером проверить и дополнить упаковку).

Изложенное в настоящей главе является достаточным руководством для геолога, собирающего ископаемых попутно при полевой работе. Лицам же, производящим специальные сборы фауны и флоры для музеев и для палеонтологических монографий, следует ознакомиться с новейшими руководствами, дающими более подробные указания способов сбора, упаковки и препаровки (№№ 16, 17, 18).

Литература. 1) Баярунас, М. В. Экскурсия для раскопок остатков млекопитающих в Тургайской области. „Природа“, стр. 463—480 с рисунками, апрель 1917 (описаны способы добычи и упаковки).

- 2) Васильевский, М. М. О некоторых способах добывания из пород микрофауны. С 2 табл. „Зап. Геолог. Отд. О-ва Люб. Ест. Антр. и Этн.“, т. III, стр. 37—42, Москва, 1915.
- 3) Воллосович, К. Раскопки мамонта в Сангаюрахе. Изв. Ак. Наук, № 5, 1909.
- 4) Воллосович, К. Мамонт острова Большого Ляховского. С 5 табл. и 2 рис. Зап. Мин. О-ва, ч. 50, стр. 305—399, 1915.
- 5) Едемский, М. Б. Северо-Двинская экспедиция Росс. Акад. Наук в 1923 г. С рис. „Природа“, № 7—12, стр. 38—55, 1923 (описание раскопок пермских ящеров).
- 6) Павлов, А. П. О способах укрепления и предохранения от окончательного разрушения полуразрушившихся предметов, находимых при раскопках. „Тр. О-ва Исслед. Волини“, т. VII, стр. 79—87. Житомир.
- 7) Толь, Э. Ископаемые ледники Ново-Сибирских островов, их отношение к трупам мамонтов и к ледниковому периоду. Зап. Русск. Геогр. О-ва по общ. геогр., XXXII, № 1, 1897.
- 8) Шестаков, А. С. О фотографировании палеонтологических объектов. „Изв. Геол. Ком.“, № 2, стр. 401—403 с 2 табл., 1916.
- 9) Залесский, М. Д. Очерк по вопросу образования угля. Изд. Геол. Ком. Петроград, 1914. (Между прочим, дает указания как изучать почву и кровлю угольного пласта и самый пласт, какими растительными остатками они характеризуются, как делать и изучать препараты из угля; приводится много литературы по этому вопросу.)
- 10) Andrée, K. Geologische Tätigkeit der Organismen. (Глава в книге W. Salomon „Grundzüge der Geologie“. Bd. I. Allgemeine Geologie. Teil II. Aeussere Dynamik, s. 715—790). Приведен большой список литературы.
- 11) Göppert, H. Ueber die Sammlungsweise fossiler Pflanzen. „N. J.“, II, s. 104—106, 1881.
- 12) Keilhack, K. Lehrbuch der practischen Geologie. Bd. II, Abschnitte 104—112, Paläontologische Methoden, s. 452—571 (о сборах и препаровке ископаемых растений, диатомей, мелких организмов из четвертичных отложений, фораминифер, беспозвоночных и позвоночных).
- 13) Stromer, E. Paläozoologisches Praktikum. Berlin, 1920.
- 14) Stach, E. Kohlenpetrographisches Praktikum. Berlin, 1928.
- 15) Andrews, R. C. Auf der Fährte des Urmenschen. Leipzig, 1927. (Популярное описание работ американской экспедиции в Монголию для добычи костей позвоночных; хорошие снимки обнажений с костеносными слоями).
- 16) Kräusel, K. Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. Jena, 1929.
- 17) Seitz, O. и Gothan, W. Paläontologisches Praktikum. Berlin, 1928 (касается как животных так и растений, их сбора и препаровки).
- 18) Ehrenberg, K. Erhaltungszustand und Vorkommen der Fossilreste und die Methoden ihrer Erforschung. Handbuch d. biol. Arbeitsmeth. von Abderhalden, Abt. X, H. 7. Berlin-Wien, 1929.

ГЛАВА VI

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ИЗВЕРЖЕННЫМИ ПОРОДАМИ

Если первый беглый осмотр покажет нам, что данное обнажение состоит целиком из изверженной породы (или пород) или что среди осадочных пород залегает и изверженная, мы приступаем к более или менее подробному изучению ее.

Условия и формы залегания. Так как изверженные породы часто образуют массы весьма значительных размеров, то отдельное обнажение нередко не может дать нам ответ на вопрос о форме залегания; этот

ответ получится только после исследования нескольких соседних или даже многих десятков обнажений данной местности.

В виду того, что формы залегания изверженных пород в современных русских руководствах по геологии и петрографии описываются недостаточно полно, нам приходится дать краткую характеристику их, руководствуясь, главным образом, книгой Вольфа „Der Vulkanismus“ (т. I, стр. 185—229) и дополняя его данные указаниями, необходимыми для полевой работы.

Вольф делит формы залегания изверженных пород на абиссальные, гипоабиссальные и поверхностные.

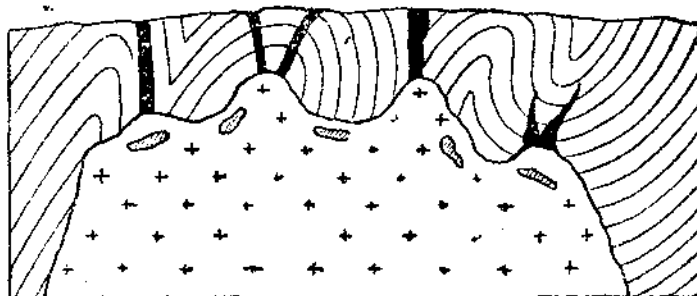
К абиссальным образованиям, т. е. возникшим на большой глубине, он относит батолиты и штоки, отличающиеся друг от друга только размерами, причем пределом штоков предлагается площадь в 200 кв. км. Батолит и шток не имеют почвы из боковых пород, т. е. уходят на неизвестную глубину. В плане они имеют неправильно-округленную, овальную или совершенно неправильную форму. Их бока, большею частью крутые, пересекают плоскости напластования окружающих пород под любыми углами. Кровля плоская, часто с куполами—горбообразными вздутиями. Поверхность кровли нередко параллельна плоскостям напластования окружающих пород, т. е. последние как будто налегают на нее согласно¹⁾. Более или менее многочисленные жилы и апофизы отделяются от батолита и штока, внедряясь в окружающие породы (фиг. 51А).

В виде батолитов и штоков залегают чаще различные граниты; но известны также батолиты и штоки средних и основных пород (напр., гранодиориты Аляски и Сибири, шарнокиты Индии, габбро-анортозиты Канады и Соед. Штатов). Если батолит состоит только из одной породы, он называется простым, если из нескольких—сложным (фиг. 51Б); в последнем случае он образовался в несколько приемов, но из того же магматического бассейна. В массу породы батолита и штока нередко захвачены более или менее крупные включения окружающих пород в виде глыб из кровли и боков, подвергшихся в той или другой степени метаморфизму. Структура—яснозернистая глубинной породы.

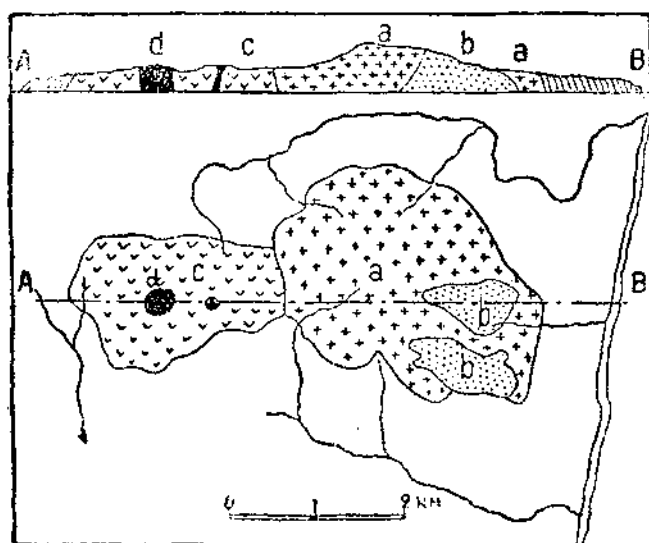
Гипоабиссальные образования, т. е. менее глубокие интрузивные массы, Вольф делит на залегающие согласно и несогласно с окружающими породами. К первым относятся лакколиты, бисмалиты, хонолиты, факолиты, этмолиты и пластовые жилы (силли). Лакколит представляет интрузивное тело, лежащее на других породах, преимущественно осадочных; пласты боковых пород над кровлей лакколита подняты сводом; иногда нарушено залегание пород и под подошвой лакколита. У правильных лакколитов форма массы караваеобразна (фиг. 52,а), но весьма нередки лакколиты асимметричные (фиг. 52,б); в кровле залегают пластовые жилы (фиг. 52,с), или же кровля сильно разрушена,

¹⁾ По Вольфу, последнее всегда имеет место; он полагает также, что шток сверху скорее всего переходит в бисмалит.

разорвана и обилует внедрениями интрузивной породы (фиг. 52, d). В массе последней вблизи кровли встречаются включения боковых пород, как и в батолите. В подошве должен быть канал, по которому вверх интрузивная порода. Структура последней или зернистая, как в батолитах, или порфировая, что зависит не только от глубины, на которой образовался лакколит, но и от его состава, так как кислые магмы остаются еще плотными или фельзитовыми при тех же условиях, при которых основные застывают в грубо-зернистую породу. Глубина образования лакколита, по Вольфу, от 0,5 до 3 км. В плане его форма круглая, овальная или неправильная. Разнообразные переходы связывают его с пластовыми жилами, появляющимися как над кровлей лакколита, так и в виде продолжения его боков. По составу он также может



Фиг. 51 А.



Фиг. 51 Б. План и разрез сложного глубоко размытого батолита и штока (по Дэли); а—сие-нит; b—гранит; c—диорит; d—габбродиорит штока.

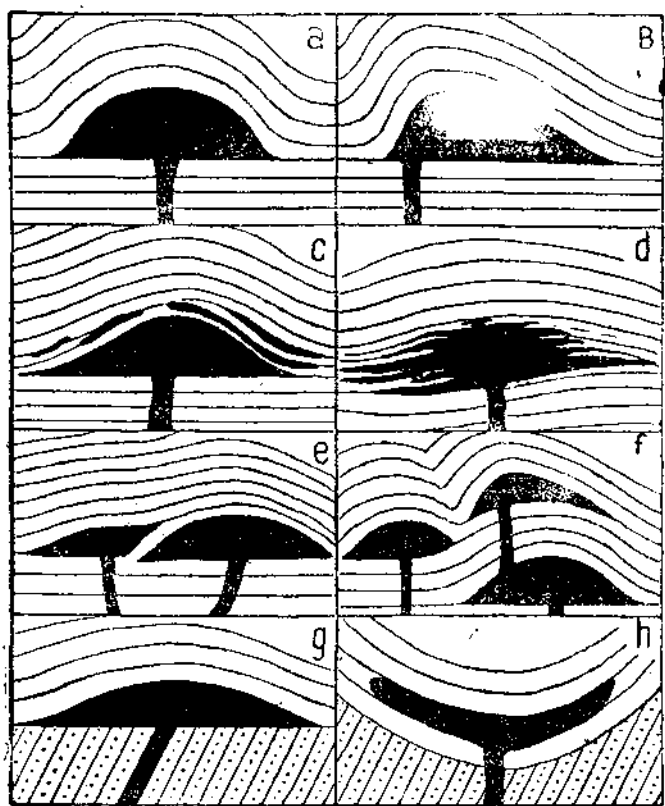
быть простым и сложным. Иногда лакколиты встречаются группами по соседству (фиг. 52, e) или друг над другом (фиг. 52, f). Если лакколит залегает на границе между двумя формациями разного возраста, он называется интраформационным, и в этом случае его подошва может залегать несогласно на подстилающих породах (фиг. 52, g). Недавно установлена еще одна своеобразная форма лакколита, именно в виде плоской чаши (фиг. 52, h), названная ло-

политом; примером последнего является интрузия месторождения Седбери в Канаде.

Бисмалит представляет тело цилиндрической или крутоконической формы, бока которого пересекают пласты окружающих пород, тогда как над кровлей пласты подняты куполом и в ближайшей к телу части пересечены периферическими, затухающими вверх сбросами (фиг. 53). Поэтому бисмалит представляет как бы переходную форму между лакколитом и штоком и возможно, что каждый шток сверху кончался бисмалитом.

Этмолит имеет в общем форму конуса, обращенного вершиной

вниз (фиг. 54); у его боков пласты окружающих пород загибаются вглубь воронкообразно; кровля тела пересекает пласты под разными углами (по этим признакам этмолит следовало бы отнести ко второй категории гипоабиссальных тел).



Фиг. 52.

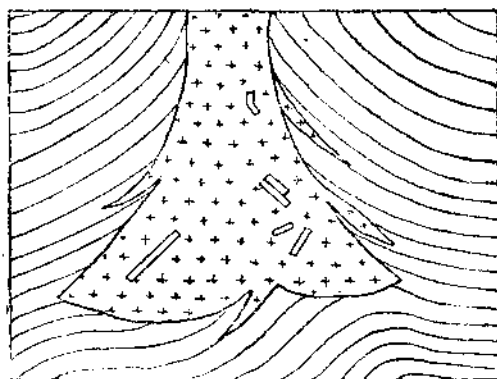
Хонолит определяется менее точно; это—тело, интродуцировавшее в нарушенные породы всякого рода и имеющее неправильную форму, так что его нельзя считать ни жилой секущей или пластовой, ни лакколитом, бисмалитом или наком. Он связан разнообразными переходами с асимметричными лакколитами и обыкновенно описывается, как неправильный лакколит. В качестве примеров хонолита Вольф приводит в числе других кварцево-порфировую массу пика Юдифь (фиг. 55, а) и гору Кинжал Кавказских минеральных вод (фиг. 55, б).

Факолит представляет интрузивную массу, вторгшуюся между складчатыми пластами, причем в седла и мульдах она утолщается (фиг. 56). Таким образом, он представляет переход к пластовым жилам.

Наконец, гребнями (Rücken) называют вытянутые в длину,



Фиг. 53.



Фиг. 54.

сравнительно узкие эруптивные тела, подвергшиеся влиянию складчатости. Первоначально это были лакколиты в ненарушенных осадочных толщах, которые затем испытали сильную складчатость, причем лакколиты были сильно деформированы и приобрели гнейсовую структуру.

Пластовая жила (по английски sill) залегает в общем согласно напластованию вмещающих пород; изверженная порода интродуцировала

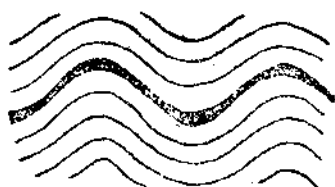
по плоскости наименьшего сопротивления в осадочную свиту и застыла в ней, образуя более или менее правильное внедрение между пластами. Так как поверхностями наименьшего сопротивления могут быть не только плоскости напластования осадочных пород, но и другие, то пластовые жилы могут внедряться и между эруптивными покровами, между таковыми и их кровлей или почвой и, наконец, по плоскостям несогласного налегания одной свиты на другую. В последнем случае пластовую жилу можно назвать интраформационной, и она будет залегать согласно только с пластами своего висячего бока (фиг. 57, А). Мощность пластовой жилы невелика сравнительно с ее горизонтальным протяжением (напр., Whin sill в Англии имеет от 6 до 45 м мощ-

ности, 128,7 км длины и занимает площадь в 1.600 кв. км; пластовая жила Палисад Гудзона имеет около 30 м мощности при длине в 160 км). Пластовые жилы не всегда остаются на том же уровне, а переходят выше или ниже в соседние плоскости напластования, пе-

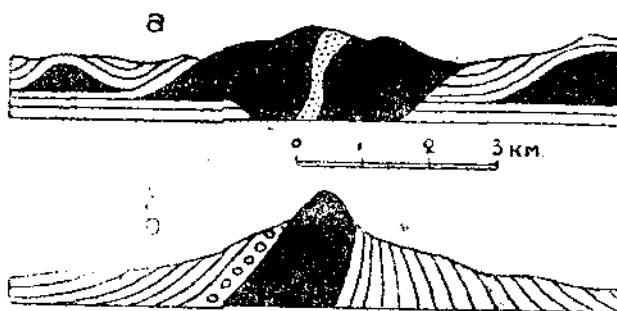
ресекая пласты полого или круто, т. е. превращаясь на некотором протяжении в секущую жилу (фиг. 57, В); но в целом она согласуется с напластованием и участвует в на-

клонах и складчатости вмещающих пород. Условиями, необходимыми для образования пластовых жил, являются: 1) ясная слоистость пород, т. е. обилие структурных плоскостей;

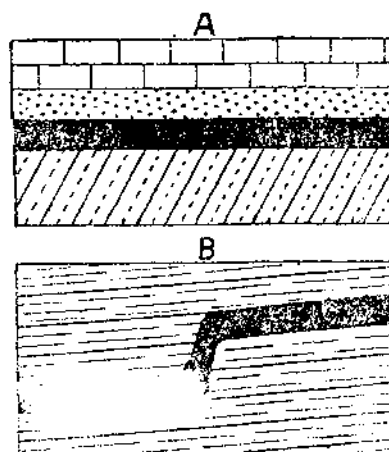
поэтому в сланцах, мергелях, слоистых туфах или тонкослоистых песчаниках пластовых жил может быть много, а в массивных, более однородных известняках или толстослоистых песчаниках той же местности они могут отсутствовать; 2) известная подвижность интродуцирующей магмы; почти все пластовые жилы состоят из основных пород, особенно диабаз и полевошпатового базальта. Все эти формы по составу также могут быть простые, многократные и сложные. Tyrrell описал sill, состоящий из тешенита, лугарита, тералита, пикрита, перидотита и тешенита (от висячего бока к лежащему) ¹⁾.



Фиг. 56.



Фиг. 55.

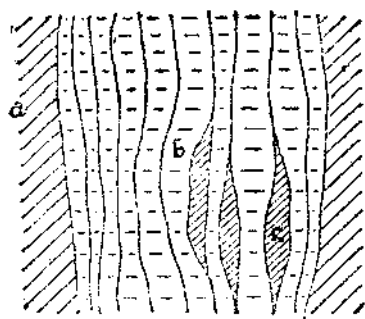


Фиг. 57.

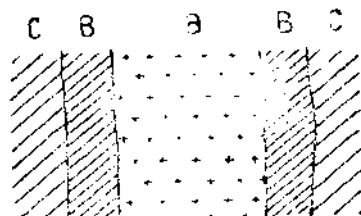
¹⁾ The picrite-teshenite sill of Lugar (Ayrshire). „Quart. Journ. G. S.“, т. 72, стр. 84—91, 1916.

К гипобиссальным интрузивным массам, залегающим несогласно с вмещающими породами, Вольф относит жилы, прожилки, апофизы и нэки¹⁾.

Жилы (по-английски дейки), пересекающие вмещающие породы под самыми разнообразными углами, могут иметь очень различную мощность (от сантиметров до сотен метров), хотя вообще преобладают не толстые, до 1—3 м. Бока жил часто очень неправильны, криволинейны, с ответвлениями, выступами и впадинами. Жилы нередко изгибаются, ветвятся, расщепляются, выклиниваются по восстанию или по простиранию. Длина их может достигать десятков и даже сотни—другой километров. Жилы часто образуют целые свиты с параллельным, лучистым или сетчатым расположением отдельных жил. Отдельная жила может разрываться неоднократно и давать доступ новой порции магмы:



Фиг. 58. а — боковая порода; б — долерит; с — включения боковой породы.



Фиг. 59. а — гранофир; б — базальт; с — песчаник.

такие жилы называются при однородном составе многократными (multiple) (фиг. 58), а при перемене состава магмы—сложными (compound или composite) (фиг. 59). Но разница в составе может получиться и в жиле однократного заполнения вследствие дифференциации магмы.

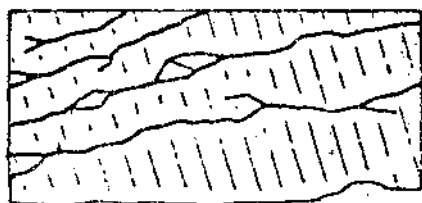
Эруптивный прожилок (intrusive vein) отличается от жилы отсутствием параллельных боков и неправильным ходом; это нитеобразная интрузия обычно меньших размеров, чем жила, с частыми раздвоениями и разветвлениями. Особый род их—прожилкообразные интрузии в изверженных породах, генетически связанные с последними; они ограничиваются самым телом изверженной массы или ее ближайшим соседством и представляют необильные позднейшие интрузии (Nachschübe) из жидких еще глубин в пластические или уже затвердевшие, но еще охлаждающиеся части (фиг. 60).

Апофизы представляют жилы или прожилки, которые можно проследить до более крупного интрузивного тела, дающего им начало.

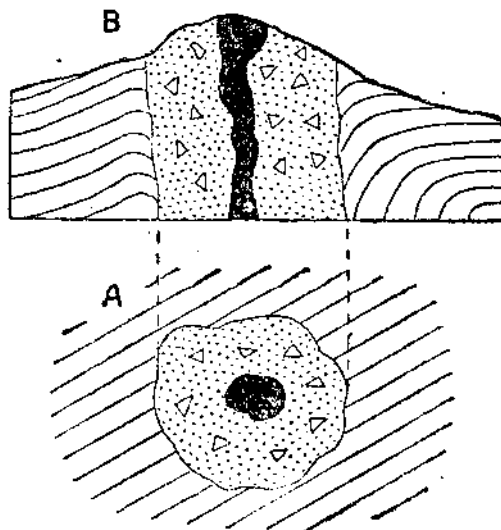
Нэки (вулканические горловины, жерла, диатремы, столбчатые жилы, эруптивные каналы) представляют трубообразные вулканические жерла, заполненные эруптивным материалом различного рода. Повереч-

¹⁾ К несогласно залегающим в сущности относятся также бисмалиты, отмолиты и хонолиты; таковыми считает их Дзалин.

ное сечение их круглое, овальное или эллиптическое, иногда неправильное или чечевицеобразное (фиг. 61, А); нэки проходят отвесно через осадочные толщи и имеют вид цилиндрического или конического тела. Они совершенно не зависят от трещин или сбросов и прорывают осадочные пласты без всякого порядка. Заполнение их представляет или вулканический туф, совершенно неслоистый и содержащий остроугольные или округленные обломки боковой породы, отчасти ясно обожженные, а также бомбы эруптивной породы, или же плотную лаву, чаще всего основную, или же и туф и лаву (фиг. 61, В). По отношению к боковым породам различаются 4 типа: альбский (фиг. 62, а),



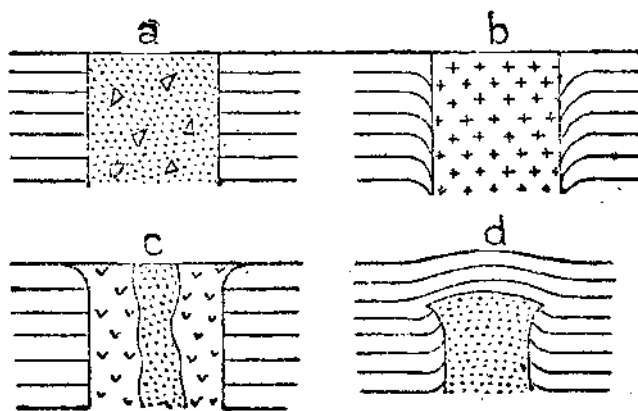
Фиг. 60.



Фиг. 61.

файфский (b), капский (c) и резский (d), особенности которых ясны из фигур; последний из них остался на некоторой глубине, приподняв куполообразно вышележащие пласты.

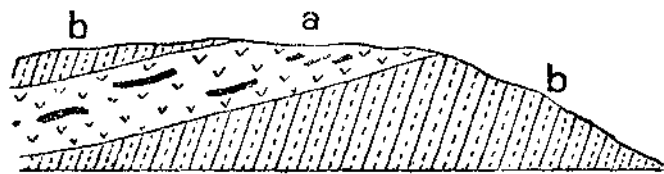
В последнее время вопрос о форме батолитов и способе их прорыва через другие породы подвергся пересмотру. На ряде примеров из Германии и Южн. Африки Клоос доказывает, что у батолитов есть подошва и что они представляют тела неправильной формы, которые поднимаются из глубины в виде более или менее мощных крутопадающих секущих жил, а ближе к поверхности пользуются очень пологопадающими



Фиг. 62.

трещинами, внедряясь несогласно и приподнимая вышележащие породы, благодаря чему они могут утолщаться значительно и залегать даже горизонтально (фиг. 63 и 64). Благодаря этому, породы батолита, главным образом разные граниты, занимают большие площади, сравнительно не толстая кровля их из других пород легко сносится эрозией полностью или значительными частями и при изучении батолита он производит впечатление огромной массы, уходящей круто на неизвестную глубину.

Со стороны висячего и лежащего боков главную толщу такого батолита могут сопровождать многочисленные жилы (фиг. 64). Подобные формы батолита следует отнести уже к хонолитам. В других случаях интрузия, прорываясь через гнейсы, поднимает куполом трансгрессирующие на них более юные породы (фиг. 65) и в этом случае можно



Фиг. 63. а—гранит с глыбами диорита, б—гнейсы (Баварский лес).

говорить об интраформационном лакколите. Весьма желательно, чтобы эти новые взгляды были приложены к батолитам СССР и проверены на них; исследователю необходимо познать комитесь подробнее с рабо-

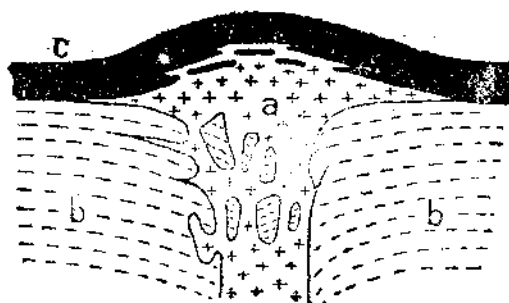
тами Клооса и его школы (см. литературу в конце главы).

Поверхностные формы залегания изверженных пород представляют потоки, покровы, конусы, купола, иглы, щиты и маары ¹⁾.

Потоки, образующиеся при наличии уклона местности, имеют очень разнообразные размеры; вязкие (кислые) лавы образуют только короткие потоки и застывают обыкновенно в плоскокуполовидных формах. Потоки имеют крутые бока и обрывистый фронт. Внутренняя связь так велика, что она не утрачивает на уклонах в 20—30°, даже 40°. Мощность потоков довольно постоянна и мало за-



Фиг. 64. Схема ложного батолита; черное—гранит и диорит.



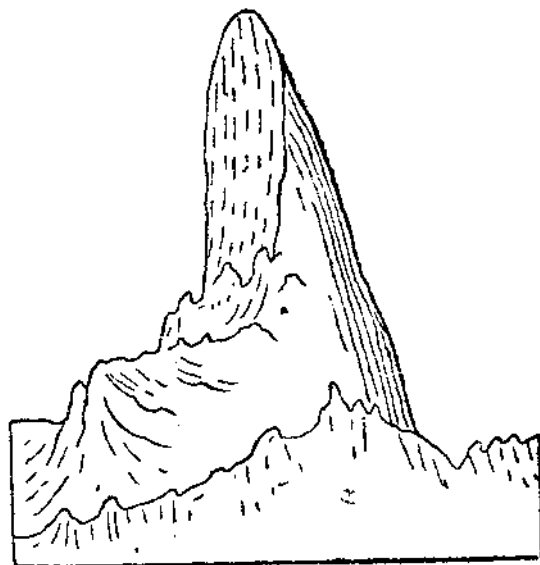
Фиг. 65. а—гранит с глыбами гнейса, б—гнейс, с—осадочные породы.

висит от уклона. Наклонность к разветвлению и раздвоению очень слаба. Поверхностные формы спокойны, подобны таковым застывшего воска с концентрическими складками, если излияние происходило медленно; только у обсидианов появляются сильно рассеченные, брекчиевидные поверхности. Нижняя сторона потока часто захватывает обломки ложа и втягивает их внутрь. Основные лавы обладают большой подвижностью и образуют длинные потоки — тем длиннее и уже, чем уклон круче; уменьшение мощности в местах более крутого уклона очень значительно, и здесь позднейшая эрозия нередко уничтожает связь между началом и концом потока. Размеры колеблются в широких пределах—длина от немногих метров до десятков километров, ширина—до 1 км и более, мощность в долинах и логах может достигать 20—50 м. Поверхность потоков представляет два типа—

¹⁾ Многочисленные изображения их можно найти в „Физической геологии“ И. В. Мушкетова, изд. 3-е, т. I, стр. 369—463, 1924.

глыбовую лаву (при низкой температуре потока и большом количестве газов) и волнистую лаву (при более высокой температуре и малом количестве газов).

Покровы могут представлять оконечности потоков, достигших горизонтальной местности и разлившихся по ней, что замечается только у подвижных основных лав. Но гораздо чаще они являются результатами излияния расплавленных масс из трещин (Linear- или Spalteneruption) или целыми площадями (Arealeruption) и в этом случае могут достигать мощности в целые тысячи метров (как базальтовые покровы Исландии, Фарерских островов, Колумбии, Декана или траппы Сибири) и занимать площади в десятки и сотни тысяч квадратных километров. В состав таких покровов всегда входят, кроме лав различного рода (преимущественно основных), также туфы и брекчии, а нередко и отложения осадочного происхождения с органическими остатками, определяющими возраст излияний. Последние при значительной мощности могут относиться также не к одному геологическому периоду, а к нескольким. Органические остатки укажут также, были ли излияния подводными или наземными.



Фиг. 66.

Купола, форма которых определяется их названием, являются результатом выхода очень вязкой магмы на земную поверхность; вязкость так велика, что лава не может разлиться в стороны от места выхода (жерла, трещины) и нагромождается куполообразно под напором новых порций, поднимающихся снизу; кора застывания из крупных глыб совершенно препятствует распространению лавы в виде потока. Внутри купола порода или плотная, как будто сразу застывшая, с плитообразной или столбчатой отдельностью (у андезитов) или представляет брекчию глыб и обломков различной величины, цементированных друг с другом в полужидком, вязком состоянии (у липаритов). Высота доходит до 100—200, редко 400 м.

Иглы представляют результат выдавливания уже затвердевшей лавовой массы из жерла вулканов, подобно пробке, выпираемой при замерзании воды из горлышка бутылки. Лучшим примером является игла вулкана Пелэ на о-ве Мартинике, появившаяся при извержении 1902 г. и состоявшая из андезита; она достигала 850 м высоты (фиг. 66). Подобные иглы известны на целом ряде других действующих и потухших вулканов.

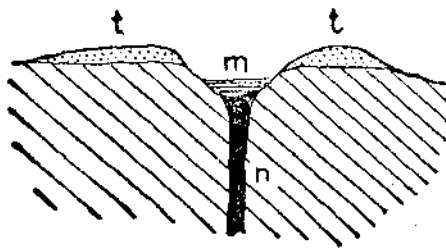
Конусы являются типичной формой накопления твердых и жидких продуктов извержения вокруг жерла действующего вулкана. В зави-

симости от продолжительности деятельности, силы извержения и качества продуктов, горизонтальные и вертикальные размеры конусов колеблются в очень широких пределах, а в связи с появлением паразитических кратеров и прорыва лавы по трещинам на склонах правильная форма конуса подвергается существенным изменениям. Конусы состоят из толщ и пластов различных лав, туфов, вулканических брекчий, в об-



Фиг. 67.

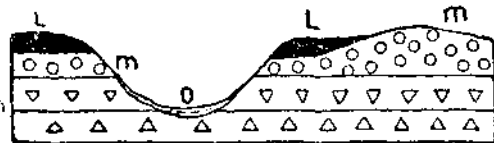
щем расположенных периклинально, но перемежающихся друг с другом самым различным образом и обнаруживающим всевозможные направления: жилы разного состава и нэки паразитических кратеров пересекают слоистые толщи и вносят еще больше разнообразия в общую сложную картину.



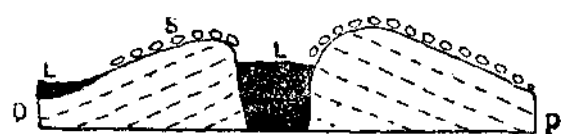
Фиг. 68. п—нэк; м—маар; т—туфовый вал.

Шиты представляют частный случай куполов, обусловленный сравнительной подвижностью лавы; но наличие центрального кратера на вершине сближает их с конусами, от которых они отличаются не только плоско-куполообразной формой, но и отсутствием туфов и брекчий, т. е. рыхлых продуктов извержений. При их образовании лава вы-

текала спокойно из центрального канала, растекаясь во все стороны и слагая плотные пласты (толщи), расположенные периклинально. Кратер—круглый или эллиптический, стенки его падают крутыми уступами



Фиг. 69. А. L—лава; т—морена на вулканической брекчии; о—осыпь.



Фиг. 69 Б. L—лава; s—шлаки; р—палагонит.

ко дну. Этот тип представлен в Исландии, на Гавайских и некоторых других островах Тихого океана (фиг. 67).

Маары считаются эмбрионами вулканов, т. е. результатом однократного сильного извержения, во время которого напором газов было продуту жерло, затем опять заполненное рыхлыми продуктами взрыва или лавой, или теми и другими. Маар является формой отрицательной, представляя воронкообразную впадину; последняя нередко окружена еще кольцевым валом из туфа (фиг. 68).

К отрицательным формам относятся также зияющие трещины (фиг. 69А) и каналы взрывов (фиг. 69, Б); из первых жидкая лава спо-

койно вытекала в обе стороны покровообразными потоками; вторые создаются напором газов и окаймлены валами шлаков, иногда с приподнятием пластов вдоль трещин.

Цвет, структура и текстура. Выяснив себе по возможности общие условия залегания изверженной горной породы в данном обнажении, мы приступаем к более подробному изучению ее: отмечаем цвет этой породы, как в свежем изломе, так и в выветрелом состоянии, затем ее структуру и текстуру.

Текстура (или сложение) породы может быть явнокристаллическая (с подразделением на крупно- и мелкокристаллическую) и плотная или афанитовая.

Среди явно кристаллических текстур можно различать равномерно-зернистые и порфировидные, в зависимости от соотношения величины отдельных зерен, далее массивнокристаллическую, слоистую, полосатую, ленточную, шаровую, сферолитовую, оолитовую и пегматитовую—в зависимости от ориентировки зерен или без особого порядка, или слоями, или вокруг известных центров, или с закономерным прорастанием, наконец, сплошную и пористую текстуры, причем последняя, в зависимости от формы и величины пустот, может быть миаролитовой, ячеистой, губчатой, ноздреватой, пузыристой; при шлаковатой текстуре сочетаются участки сплошные и пористые различной величины.

Структура (микроструктура) во всех ее деталях распознается уже при изучении горных пород под микроскопом; в поле можно различать только крупные разновидности ее, именно кристаллически-зернистую, порфировидную (с подразделением на гранито-порфировую, порфировую и витрофировую) и стекловатую. Среди пород с порфировидной структурой можно различать еще таковые с крупными и с мелкими фенокристаллами, а также с теми и другими. Порфировая структура сочетается с миндалекаменной (в этом случае нужно отмечать величину и форму миндалин) или с флюктуидальной (флюидальной)—когда вся основная масса породы или отдельные участки ее обнаруживают более или менее ясную и тонкую слоистость, причем слои обыкновенно волнисты, даже причудливо извилисты, обтекают более крупные фенокристаллы и вмещают в себе более мелкие. На границе между зернистыми и порфировыми структурами находится структура гранито-порфировая; породы, обладающие ею, являются вполне зернистыми, но вместе с тем отдельные минералы по своей величине значительно преобладают над остальными, соответствуя фенокристаллам порфировых пород; но в противоположность последним, их основная масса является не плотной, а только более или менее мелко-зернистой.

Шлиры, включения и вкрапления. Цвет и текстура некоторых горных пород местами нарушаются наличием отдельных участков иного вида и состава, то связанных генетически с окружающей массой и представляющих концентрацию более основных (чаще) или более кислых составных частей породы в виде шлира, то являющихся посто-

ронным для окружающей массы телом, обломком боковой породы, попавшим в расплавленную массу во время самого процесса извержения (интрузии или эффузии) и более или менее измененным ею—включением¹⁾.

Шлиры имеют самую разнообразную форму и величину и присутствуют в породах в очень различных количествах. Основные шлиры, в которых сосредоточились темные составные части (руды, амфиболы, пироксены, черные слюды), обыкновенно являются более мелко-зернистыми, чем окружающая порода, тогда как кислые шлиры, собравшие в себе светлые составные части (кварц, полевые шпаты), бывают то более мелко-зернистыми (шлиры аплитового *habitus'a*), то более крупно-зернистыми (шлиры пегматитового *habitus'a*). Те и другие то отграничены от окружающей породы очень резко, то переходят в нее постепенно. Шлиры вообще более свойственны глубинным породам—гранитам, сиенитам, диоритам, габбро и норитам.

Включения (ксенолиты) также могут иметь самую разнообразную форму, величину и цвет и представлять различные породы, как осадочные, так и изверженные, более древние сравнительно с включающей их, попавшие в последнюю или на ее пути (из стенок жерла, трещины из боков жилы), или из кровли батолита или лакколита, или из почвы покрова или потока. В зависимости от своего состава и величины, с одной стороны, характера включающей породы, с другой (т. е. будет ли включающая порода глубинной, жильной или эффузивной, кислой, средней или основной), включения обнаруживают ту или другую степень контактового метаморфизма, почему изучение их весьма интересно (о метаморфизме говорится подробнее в следующей главе). В иных случаях включения, так сказать, переварены включающей породой, растворились в ней и обусловили изменение ее состава, цвета и даже зерна на известном протяжении; такие измененные участки включающей породы называются также шлирами, но шлирами растворения и обыкновенно отграничены от нормальной породы не резко, тогда как включения, только метаморфизованные, в большинстве случаев отграничены достаточно резко.

Вкрапления встречаются в изверженных породах еще чаще, чем в осадочных, представляя обыкновенно отдельные кристаллы и кристаллические зерна или сочетания таковых в шнурочки, гнезда, чечевицы и т. п. Всего чаще эти вкрапления состоят из различных сернистых

¹⁾ Термины „включение, вкрапление и выделение“ часто употребляют неправильно, хотя они должны обозначать различные по генезису явления. Включение древнее окружающей породы, выделение одновременно с ней, а вкрапление моложе. Шлиры, фено-кристаллы изверженных пород представляют выделения, они генетически связаны, с вмещающей породой. Галька конгломератов, органические остатки в осадочных породах, кристаллы минералов и обломки разных пород в вулканических туфах и брекчиях суть включения—они существовали раньше вмещающей породы. Кристаллы пирита и других сульфидов, магнетита, граната, ставролита и т. п. в кристаллических сланцах можно называть вкраплениями, они по существу моложе вмещающей породы (см. „Геол. Вестн.“, V, № 1—3, 1926).

руд, особенно пирита, арсенопирита, магнитного и медного колчеданов, свинцового блеска, цинковой обманки и т. д.; реже встречаются окисленные соединения, особенно магнетит, ильменит, железный блеск (которые часто являются также первичными составными частями изверженных пород, почему относить их к вкраплениям можно только после микроскопического исследования, разве что они и микроскопически бросаются в глаза по величине или по обилию кристаллов), а также самородные металлы—золото, платина и ее спутники, серебро, медь. Обилие таких вкраплений тяжелых металлов или их руд в изверженной горной породе должно побудить исследователя поставить вопрос о практическом значении их, т. е. не является ли сама порода выгодной для эксплуатации рудой или не содержит ли она в отдельных пунктах рудные жилы, прожилки, гнезда или даже штоки и, в связи с этим, осмотреть данное обнажение более тщательно и взять специальные образчики для анализов.

Секреции также гораздо более распространены в изверженных горных породах, чем в осадочных и вместе с тем более разнообразны. Обилием секретий отличаются, главным образом, эффузивные породы, в которых пустоты, оставленные выделявшимися при затвердевании газами, дают готовые пространства для позднейших новообразований. Заполнение таких пустот обуславливает миндалевидную структуру породы. Кварц, горный хрусталь, празем, аметист, агат, опал и полуопал, сердолик, халцедон, кальцит, различные цеолиты и многие другие минералы являются обычными заполнителями мелких и крупных миндалей в эффузивных породах, особенно в мелафирах и авгитовых порфиритах, разных базальтах, трахитах, липаритах, фолсантах, менее в порфирах и кератофирах. Но и в жильных и интрузивных породах секретии не являются редкостью и иногда достигают даже более значительных размеров, представляя заполнения трещин и более крупных пустот, напр., в пегматитовых жилах в некоторых гранитах. Здесь и в качестве заполнителей на первом месте стоят кристаллические разновидности кремнезема (горный хрусталь, кварц, аметист), различные слюды, затем топаз, берилл, аквамарин, гранаты, плавиновый шпат, турмалины и др., тогда как кальцит, барит, гипс, цеолиты более свойственны основным жильным и интрузивным породам. При детальных или специальных (напр., петрографических) исследованиях обнажение, богатое секретиями, должно быть изучено особенно тщательно и должны быть взяты образчики всех разновидностей заполнения. При маршрутной работе особенного внимания удостоится обнажение с выдающимися по величине или по ценности минералов секретиями.

Граничные поверхности, т. е. места контакта (соприкосновения) изверженных пород друг с другом или с осадочными породами, заслуживают тщательного изучения, так как они всегда освещают вопрос о взаимоотношении соприкасающихся пород и их относительном возрасте. Нужно выяснить: является ли контакт резким или расплывчатым; которая из соприкасающихся пород содержит включения другой, высы-

лает в нее прожилки и апофизы; не изменяется ли порода у контакта по величине зерна или по текстуре, напр., не приобретает ли порфировую или стекловатую текстуру; не содержит ли вкрапления и секрции; которая порода изменена у контакта под влиянием другой, в какой степени и на какое расстояние.

Эндоконтактовые явления. Изменения, произведенные изверженной породой в осадочной или другой изверженной породе, соприкасающейся с первой, т. е. явления контактового метаморфизма, рассматриваются в следующей главе. Здесь же следует указать те изменения, которые происходят в самой изверженной породе вблизи контакта и обусловлены соприкосновением расплавленной или вообще еще горячей массы с холодной. Наиболее бросающееся в глаза изменение состоит в уменьшении величины зерна в интрузивных и жильных породах вследствие их более быстрого охлаждения и кристаллизации; из крупно-зернистой порода переходит в средне-или мелко-зернистую, иногда даже равномерно-зернистая становится порфиро-видной; эффузивные породы у контакта иногда становятся стекловатыми; габбродиабазы, более или менее крупно-зернистые офитовые по мере приближения к контакту становятся более мелко-зернистыми, переходят в порфирит, а у самого контакта— в афанит и, отчасти, в стекловатую породу. Второго рода изменения обусловлены расплавлением ближайшей к контакту зоны более древней породы и ассимиляцией ее более юной породой; в результате получают своеобразные, так называемые, гибридные (ублюдковые) породы, напр., марскоит в контакте габбро и гранита; гранит под влиянием ассимилированных масс в наружной фации часто становится более основным, переходя в гранодиорит, адамеллит, даже диорит или габбро. Все эндоконтактовые явления должны быть прослежены и изучены.

Аутометаморфизм. Кроме изменений, обусловленных контактом с более древними породами, изверженные породы подвергаются другим изменениям, происходящим при самых магматических процессах в течение всех трех фаз—расплавленной (огненно-жидкой), пнеуматолитовой и гидротермальной; эти изменения называются аутометаморфизмом и должны быть наблюдаемы при изучении изверженных пород.

В расплавленной фазе происходит частичное превращение оливина перидотитов и габбро в ортоавгиты, зеленую роговую обманку, тремолит; гиперстена и диаллага габбро, норита, диабазы—в биотит; образование каемок вокруг более ранних выделений, напр., роговой обманки вокруг авгита, биотита вокруг роговой обманки. Этот процесс особенно ясен в эффузивных породах на их выделениях; резорбция зерен кварца, опацитовая кайма биотита, амфиболов, образование пертита и антипертита в полевых шпатах, выделение окиси титана в виде рутила из ильменита, титано-магнетита, биотита и т. п.

В пнеуматолитовой фазе происходят или новообразования минералов за счет материала, приносимого парами и газами из более глубоких частей массива, или преобразование ранее созданных, представляющее или простое молекулярное преобразование, как соссюритизация, или

удаление некоторых составных частей, как каолинизация, серицитизация или процессы замещения, как грейзенизация. Новообразованиями обусловлены топазизация, турмалинизация, флуоритизация гранитов и других кислых пород. Каолинизации подвержены, главным образом, граниты и кварц-порфиры, соссюритизации—основные породы, причем их пироксены обыкновенно испытывают уралитизацию; серицитизация особенно свойственна кварц-порфирам и их туфам, скаполитизация—основным породам.

В гидротермальной фазе на первый план выступают явления гидролиза; агентами являются воды с углекислотой и сероводородом, породы теряют кальций, магний, калий и натрий и получают воду, серу, SO_2 . Полевые шпаты замещаются серицитом и мусковитом; они же и лейцит каолинизируются; оливин, актинолит, диопсид переходят в змеевик и тальк; плагиоклаз, скаполит, гранат превращаются в цоизит, эпидот; в миндалинах и трещинах отлагаются циолиты. Процессы пнеуматолитовой гидротермальной фаз называют послевулканическими; они частью тождественны, как каолинизация и серицитизация; характерными для гидротермальной фазы являются: серпентинизация перидотитов и пироксенитов, часто с талькообразованием, пропилитизация андезитов и дацитов в связи с пиритизацией их, зеленокаменное преобразование основных пород вообще, цеолитизация фельдшпатовых пород, алуинитизация (оквасцевание) липаритов и их туфов, онкозинизация (онкозин—калиевая слюда) кварц-порфиров. Послевулканические процессы естественно распространяются и на оболочку интрузивных тел, висячий и лежащий бок жил, на осадочные породы, перемежающиеся с эффузивными в конусах слоистых вулканов (подводных); от процессов выветривания они отличаются тем, что не ограничиваются поверхностью земли, а уходят вглубь, охватывая или всю массу изверженной породы или части ее вдоль трещин, различных жил и позднейших внедрений. Характер и распространение тех или иных изменений при детальном исследовании должны быть прослежены и подтверждены собранными образчиками; при маршрутной работе в большинстве случаев можно будет выяснить только характер изменения.

Фашии и фазы интрузивных и эффузивных горных пород. В последнее время обращено внимание на то, что изверженные породы за долгое время, протекающее после их затвердевания, подвергаются, помимо послевулканических процессов, разным преобразованиям, особенно заметным в эффузивных породах и обуславливающим давно уже подмеченную существенную разницу в облике древних и юных продуктов вулканизма, отразившуюся и на их номенклатуре. В зависимости от этих изменений, в изверженных породах можно различать те и другие фазы, а в интрузивных породах также фашии, обусловленные глубиной, на которой затвердевало данное тело. Желательно, чтобы эти новые взгляды, с которыми следует познакомиться по литературе, были использованы и проверены при будущих исследованиях, в особенности при детальном, а по возможности и при маршрутных. В интрузивных породах, по Усову, можно различать две основные фашии: а б и с-

сальную, т. е. больших глубин, и гипоабиссальную—средних и малых глубин. Породы первой кристаллизуются при условиях высокой температуры и большого давления, поэтому их минеральный состав должен быть представлен вполне стабильными формами минералов; породы плотные и имеют массивную текстуру, нарушаемую при ориентированном давлении параллельным расположением элементов, т. е. развитием гнейсовых текстур, а при ассимиляции боковых пород—появлением центрической текстуры в отдельных местах; структура—большею частью равномерно-зернистая, редко порфировидная; к абиссальным породам относят граниты, снениты, диориты и переходные между ними, залегающие в виде батолитов.

Гипоабиссальная фация может быть разделена на несколько субфаций, связывающих почти эффузивные породы с абиссальными. Минеральный состав отличается большим разнообразием в виду различной глубины и ограниченности дифференциации магмы; в связи с более быстрым охлаждением магмы, минералы могут быть в неустойчивых фазах (санидин, фельдшпатида, щелочные амфиболы и пироксены). Структура полнокристаллическая, но очень часто порфировидная и порфировая, в более основных породах—офитовая, монцонитовая и т. п.; текстура нередко миаролитовая, вообще пористая, иногда ленточная. Форма залегания—лакколиты, пластовые жилы, иногда штоки. Породы очень разнообразны, от самых кислых до самых основных, в том числе щелочные и фельдшпатидовые.

Фазы интрузивных пород различимы труднее, чем таковые эффузивных; последние по самому способу своего образования—быстрому затвердеванию на земной поверхности при атмосферном давлении, резко отличающемся от глубинных условий физико-химического равновесия, в которых находилась магма, давшая эффузию—являются породами неустойчивыми и поэтому должны со временем изменяться. Это изменение выражается в постепенном переходе составных частей породы из неустойчивых в устойчивые (стабильные) формы, а иногда и в химическом преобразовании их циркулирующими растворами. У эффузивов различимы три фазы—первичная, сохраняющаяся более или менее долго только в том случае, когда порода остается в спокойном состоянии и не подвергается значительному статическому давлению, эта фаза характеризуется светло-серой до черной или светло-зеленоватой окраской и, при отсутствии стекла, шероховатым изломом и пористостью. При преобразовании эффузивов в эпиконтинентальных формациях, характеризующихся слабой дислокацией, породы подвергаются диагенезису; эта диагенетизированная фаза характеризуется красно-буро-лиловой окраской благодаря окисям тяжелых металлов, тонко пропитавшим породы. В составе же геосинклинальных толщ, подвергавшихся интенсивной дислокации, эффузивные породы, параллельно с переходом составных частей в устойчивые формы, получают зеленую окраску вследствие обильного образования хлорита и серицита, характеризующую зеленокаменную фазу.

У интрузивных пород абиссальной фации первичная и диагенетизированная фазы совпадают, а зеленокаменная, повидимому, отсутствует; у пород гипоабиссальной фации малой глубины закаленная первичная фаза неустойчива, быстро подвергается диагенезису и может встречаться только у молодых тел; если последние не велики и подвергаются давлению, то может получиться и зеленокаменная фаза. При диагенезисе основные породы устойчивее кислых, которые легко получают красную окраску; в первых скорее развивается темно-зеленая окраска от разложения темноцветных элементов. В породах средних и больших глубин, благодаря более медленному охлаждению магмы, составные элементы первичной фазы успевают несколько отпуститься, и в полевых шпатах примеси темноцветных компонентов выпадают в виде тонких пластинчатых или игольчатых включений, придающих им темный или даже черный цвет, затем образуются пертит или антипертит, авгит (в габбро и норитах) сростается или прорастает ромбическим пироксеном и содержит темные включения; поэтому породы имеют серо-черный цвет разных оттенков и, как более или менее отпущенные, оказываются достаточно стойкими, появляясь иногда и на земной поверхности; но чаще они все-таки подвергаются диагенезису, полевые шпаты становятся красноватыми, плагиоклазы мутно-белыми, причем участками сохраняется и первичная фаза.

Полезные ископаемые в изверженных породах, если не считать рудоносные жилы, имеют в большинстве случаев другой состав и другие формы залегания, чем в осадочных породах.

Вкрапления магнетита, ильменита, пирита очень распространены, так как эти минералы, в особенности первый, являются нормальными составными частями большинства изверженных пород и в некоторых из них, особенно основных, количество магнетита достигает даже 5—8%. Но практического значения подобные вкрапления магнитного и титанистого железняка не имеют, а пирит в количестве 5—8% может представлять интерес только в том случае, если является золотосодержащим. В иных случаях вкрапления этих минералов особенно обильны, и кристаллы их сочетаются в целые гнезда, сети неправильных прожилков, буцены и даже штоки, представляя уже месторождения, заслуживающие внимания. Такой характер имеют залежи магнитного и титанистого железняка в гранитах, габбро, норитах некоторых местностей Скандинавии и Финляндии; пирротита с Cu, Ni, Pt, Au в габбро и норитах; хромистого железняка в перидотитах и происшедших из них змеевиках Урала и Малой Азии, представляя магматические месторождения типа шпир в интрузивной породе.

В эффузивных породах также встречаются более или менее крупные скопления железных руд в виде гнезд, обильных вкраплений (напр., в пластах туфов и брекчий) правильных и неправильных жил. Таковы, напр., месторождения магнитного железняка в траппах на рудниках Николаевского завода на р. Ангаре в Восточной Сибири; красного железняка в порфире гор Озарк в Сев. Америке, магнетита Кирунавара

и Люоссавара в Швеции в кератофире и ортофире. Таким образом, при осмотре обнажения изверженной породы нужно обращать внимание на металлические вкрапления, и в случае их обилия, проследить, не достигают ли они размеров, позволяющих подумать об их эксплуатации. При обилии пирита нужно взять лишний образчик для анализа на золото, а при обилии хромита—на платину. Эти скопления руды располагаются или в центре интрузивного массива или, чаще, по его окраинам, а иногда даже по контакту с окружающими породами или распространяясь в последние и представляя уже тип контактовых месторождений. Более часты скопления полезных ископаемых в жилах изверженных пород, пересекающих или изверженные, или осадочные, или метаморфические породы. Хотя в таких жилах скопления руды редко достигают значительной величины, но зато количество вкраплений, небольших гнезд и неправильных прожилков бывает очень велико. Особенного внимания заслуживают жилы пегматитов, в которых часто встречаются различные драгоценные камни (топаз, берилл, аквамарин, аметист и др.) и радиоактивные минералы (ортит, урановая смоляная руда, монацит и др.). Ни одну жилу пегматита не следует оставить без внимательного осмотра. Еще чаще полезные ископаемые в изверженных породах сосредоточены в кварцевых и кальцитовых жилах и прожилках различной мощности и залегания; в таких условиях можно встретить самые разнообразные руды (золота, серебра, меди, олова, свинца, вольфрама, железа, никкеля, кобальта и т. д.) и разнообразные драгоценные камни. Всякие темные или цветные вкрапления и гнезда в таких жилах и прожилках должны привлечь на себя внимание исследователя. В кварцевой жиле пятна или гнезда охры заставят подозревать наличие пирита, синие или зеленые палеты и примазки—присутствие медных руд, обилие белой слюды—возможность нахождения оловянного камня и вольфрамит. Не окисленные металлические частицы обращают на себя внимание своим блеском (колчеданы, обманки, блески, самородное золото). В иных случаях драгоценные металлы—золото, платина—также являются в виде вкраплений в изверженной породе, иногда самостоятельно, иногда в сопровождении пирита (золото) и хромистого железняка (платина). Таковы, напр., месторождения самородной платины в перидотитах Урала, золота в разных местах.

Оловянный камень также встречается в виде вкраплений в изверженных породах, именно в гранитах, подвергшихся грейзенизации. Обилие серебристо-белой слюды (литинистой), гнезд и прожилков кварца, кристаллов турмалина, топаза, иногда и вольфрамит заставит обратить особенное внимание на такой гранит. Кальцитовые жилы обыкновенно более интересны в темных основных породах, где чаще можно встретить медные, свинцовые, цинковые руды, а в миндалинах—некоторые ценные камни (аметист, опал, красивые агаты, халцедоны, сердолики).

Относительно замеченного полезного ископаемого нужно определить: форму его залегания (вкрапления, примазки, гнезда, прожилки, жилы,

штоки, пластовые залежи—напр., в туфах); обилие или редкость скоплений; мощность (для жил, пластов) или диаметр (для гнезд, штоков); простираание и падение (для жил и пластов).

Водоносность изверженных пород обыкновенно невелика, вследствие слабой водопроницаемости и влагоемкости большинства из них. Только в мощных свитах вулканических туфов, перемежающихся с нормальными осадочными породами, мы можем встретить условия водоносности, аналогичные таковым в последних. В массивах же интрузивных пород условия для водоносности большей частью неблагоприятны, и из трещин отдельности в этих породах чаще вытекают минеральные источники того или иного состава, чем пресная вода. Впрочем, в некоторых местностях очень трещиноватые граниты, потоки и покровы ноздреватых лав дают обильную пресную воду. Поэтому всякий источник, выходящий из изверженной породы, должен быть отмечен и вода его испробована хотя бы самыми простыми методами (вкус, запах, температура, выделения газа или характер осадка, если таковые есть), чтобы не пропустить выход минерального типа, могущий иметь большой практический интерес. Кроме качества, обратить внимание и на количество воды и условия ее выхода на поверхность (из отверстия, трещины, слоя туфа и лавы; в случае трещины—простираание и падение таковой; не является ли она трещиной сброса или сдвига, нет ли брекчии трения, катакластической структуры, каких-либо налетов, корок по стенкам и т. п.).

Явления выветривания в изверженных породах несколько отличаются от таковых в осадочных и существенно зависят не только от состава породы, но и от расположения плоскостей отдельности, по которым разрушительные агенты прежде всего проявляют свою деятельность. По трещинам отдельности породы распадаются на более или менее крупные глыбы, столбы, шары, плиты; острые углы и ребра у угловатых форм быстро сглаживаются, округляются; с поверхности порода изменяет свой нормальный цвет—желтеет или буреет в виду присутствия магнетита или ильменита, а также наличия железа в составе черной слюды, амфиболов и пироксенов, которые и разрушаются раньше других составных частей. В результате, многие породы, особенно граниты, сиениты, диориты, распадаются в грубую или мелкую дресву; иногда порода, сохраняя еще массивный вид и только немного изменив свою первоначальную окраску, уже настолько утратила связь между своими зернами, что распадается в дресву при легком ударе молотка. Среди дресвы местами сидят остатки прежних глыб, плит или шаров. Другие граниты, сиениты, диориты, многие порфиры, трахиты, риолиты распадаются на грубый или мелкий щебень. Основные породы, богатые темными бисиликатами, при выветривании получают черно-бурый цвет и часто распадаются на неправильные шары, хотя в свежем состоянии шаровой отдельностью не обладают. В конечном итоге кислые и средние породы дают супесчанную, а в основные породы—суглинистую почву, причем красные и бурые оттенки у последней темнее чем у первой. Некоторые граниты и порфиры, повидимому подвергшиеся процессу

каолинизации еще *in situ* в послевулканический период, при выветривании дают залежи более или менее железистой каолиновой глины.

В местностях, бедных обнажениями, изучение выветривания коренных изверженных пород позволяет судить о вероятной породе, давшей те или иные продукты своего распада, скрывающие ее выходы.

Трещиноватость и отдельность. В противоположность породам осадочным, в которых трещины чаще всего являются экзокинетическими, т. е. обусловленными внешними силами (дислокациями разного рода) изверженным породам более свойственны трещины эндокинетические, образовавшиеся при их охлаждении и обуславливающие характерную отдельность.

Параллелепipedная отдельность (с ее разновидностями кубической и ромбоэдрической) особенно распространена в глубинных породах (гранитах, диоритах, габбро, сиенитах и т. п.), но встречается и у эффузивных (разных порфирах, порфиритах, липаритах, трахитах, андезитах, базальтах).

Плитообразная (пластовая) отдельность также характерна для многих глубинных пород, особенно гранитовых, у которых она, благодаря выветриванию углов и ребер плит переходит в матрасовую, тогда как параллелепipedная в тех же случаях переходит в бочкообразную. Но и у эффузивных пород плитообразная отдельность не составляет редкости, причем плиты часто настолько тонки, что ее лучше называть плитковатой; последнюю можно наблюдать у многих порфиров и фонолитов.

Шаровая отдельность встречается не часто, изредка у гранитов, чаще у габбро, а из эффузивных пород она особенно свойственна диабазам и базальтам.

Столбчатая отдельность очень характерна для эффузивных пород, особенно порфиров, кератофиров, андезитов и базальтов. Иногда она сочетается с шаровой отдельностью.

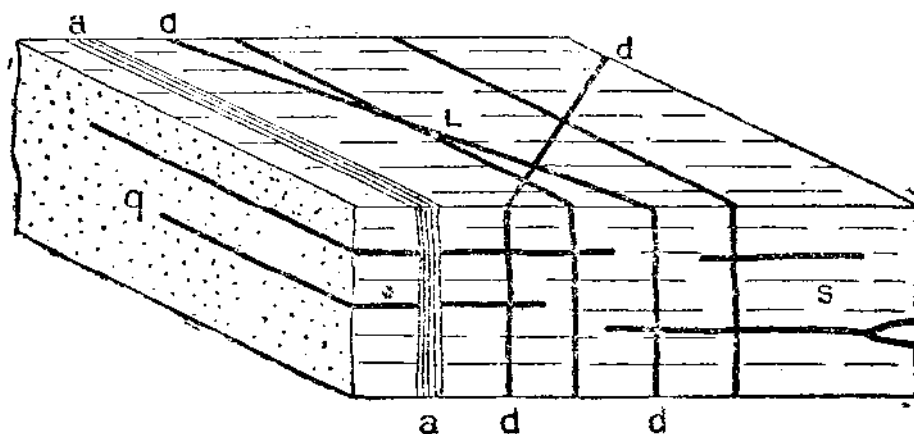
Плоскости плитообразной отдельности расположены параллельно поверхности изверженного тела, т. е. поверхности охлаждения, тогда как столбы столбчатой отдельности всегда перпендикулярны к ней. Поэтому в жилах столбы идут от одного зальбанда к другому и при вертикальной жиле напоминают правильную поленницу дров, а при наклонной — косую. В потоках столбы наклонены, обыкновенно очень круто, а в покровах — вертикальны; в куполах и конусах они располагаются веерообразно.

Пластовая отдельность является признаком быстрого охлаждения, и чем пласты тоньше, тем быстрее происходило оно; параллелепipedная и столбчатая отдельности указывают на более медленное охлаждение, т. е. на более глубокие части покрова эффузивной породы. То же касается и интрузивных пород, поверхность охлаждения которых часто неправильна; столбы будут искривлены, согласно положению этой поверхности, а в центральных частях появляется шаровая отдельность. Таким образом, положение плоскостей отдельности до известной степени

позволяет восстановить первоначальную форму изверженного массива, вскрытого и расщепленного процессами денудации. Поэтому, особенно при детальном исследовании, необходимо замечать не только тип отдельности, но и расположение трещин, измеряя компасом простирание и падение плоскостей отдельности параллелепипедной и пластообразной и замечая положение призм столбчатой отдельности. Но и экзокинетические трещины могут встретиться в изверженных породах, в особенности трещины сбросов и сдвигов, вблизи которых эти породы нередко обнаруживают более или менее резко выраженную катакластическую структуру, т. е. в большей или меньшей степени раздавлены или раздроблены. Особенно важно не упускать этого из вида при изучении контакта двух изверженных пород или изверженной и осадочной, так как в иных случаях такой контакт является механическим, обусловленным сбросом и, конечно, признаки контактового метаморфизма, будут отсутствовать, и вместо них мы найдем явления катаклаза: раздробление той или другой породы или обеих, иногда даже с образованием брекчии трения, обильные прожилки кальцита, реже кварца, сильное развитие эпидотизации или хлоритизации, особенно в изверженной породе, зеркала и шрамы.

Гранитовая тектоника. В последние годы, в связи с сомнением в правильности прежних представлений о форме батолитов, производились наблюдения относительно закономерного расположения разных плоскостей трещиноватости и отдельности в массивах гранита и их зависимости от тектоники данной местности. По наблюдениям Клооса, в граните замечаются следующие типичные плоскости, используемые каменотесами при добыче и обработке глыб в качестве строительного материала (фиг. 70): 1) плоскость раскалывания или сланцеватости (s), согласно которой даже в самом, казалось бы, массивном граните при внимательном наблюдении (а в гранито-гнейсе и гнейсограните более или менее резко) обнаруживается параллельное расположение минералов, главным образом, пластинчатых и чешуйчатых, обусловленное боковым давлением, направленным перпендикулярно к этой плоскости; оно придает граниту некоторую волокнистость, весьма облегчающую раскалывание глыб и дающую ровные поверхности; 2) плоскость продольная или пластовая (L), согласно которой гранит распадается на более или менее толстые пласты или плиты и которая расположена перпендикулярно к силе, выражающей вес нагрузки, т. е. тех толщ горных пород, которые когда-то лежали над массивом; эта плоскость пролегает приблизительно горизонтально, параллельна волокнистости и также помогает раскалыванию гранитных глыб; 3) плоскость поперечная (q), расположенная по направлению бокового давления, которому данный массив подвергался, т. е. поперек волокнистости; она падает круто до отвесного, но в разных массивах и даже в разных местах того же массива угол падения может быть различным; по этой плоскости особенно охотно располагаются жилы аплита, гранитпорфира (a) и пр., но гранит колетя по ней неровно с шероховатой,

бугристой поверхностью, требующей выравнивания; по этой же плоскости замечаются сдвиги и сбросы, и в этом случае она даст при расколе ровные поверхности, нередко с зеркалами, шрамами, налетами хлорита, эпидота; 4) значительно реже наблюдается диагональная плоскость (*d*), следующая по двум направлениям, приблизительно симметрично по обе стороны направления давления, причем одно направление обыкновенно господствует; по этой плоскости также располагаются жилы, но реже, чем по поперечной. Отметим еще, что жилы



Фиг. 70.

пролегают иногда также параллельно пластовой плоскости, но обыкновенно тоньше и короче таковых по поперечной и диагональной плоскостям (на фиг. 70 — толстые черные линии).

В массивах гранита, вскрытых денудацией и расчлененных эрозией, замечаются еще плоскости отдельности, параллельные современной поверхности выходов и могущие поэтому пересекать пластовые плоскости под разными углами; последние также не всегда горизонтальны, так как величина нагрузки могла быть различная, в зависимости от неровностей (гор) земной поверхности и уклона поверхности батолита в ту или другую сторону.

Желательно, чтобы при новых исследованиях в областях распространения массивов интрузивных пород геологи обращали внимание на изучение указанных плоскостей, которые обнаруживают связь тектоники этих массивов с тектоникой окружающей местности и помогают выяснить как время интрузии, так и форму интрузивного тела. При таких исследованиях необходимо предварительно ознакомиться с работами Клооса и его школы (см. список литературы).

Изомарты. Китайские геологи предложили другой метод детального изучения интрузивных тел, требующий взятия очень большого числа образчиков для химического анализа; тело должно быть точно нанесено на карту крупного масштаба с обозначением всех точек взятия образчиков. По выполнении анализов, на карте наносят изомарты — линии, соединяющие точки, которые дали одно и то же содержание какого-либо окисла; одна карта изобразит, напр., изомарты для кремнезема с содержанием в 50, 51, 52 и т. д. процентов, другая — изомарты окиси железа,

третья—окиси кальция и т. д. По расположению изомарт относительно контуров самого тела и тех или иных боковых пород можно судить о том, является ли тело самостоятельным (в этом случае изомарты в общем согласуются с его контурами), или же только частью более крупного, эрозией не вскрытого, затем о процессах дифференциации и ассимиляции боковых пород. Подобными же изолиниями можно изобразить количество того или другого минерала в породе, величину (среднюю) зерен того или другого минерала (по измерениям в шлифах), соотношения между химическим составом породы и присутствием какого-либо минерала. Кроме того, на карте (по полевым наблюдениям) можно нанести распространение тех или иных структур и текстур, направление вытянутости миндалин и т. д. Ряд подобных карт очень поможет выяснить историю генезиса данного тела. Подобная работа, проделанная над небольшим массивом диорита горы Хонгшань, содержащим шток железной руды, показала, что это тело самостоятельное, что оно ассимилировало местами известняк боковых пород, что железная руда не магматическая, а образовавшаяся метасматически за счет известняка и не должна простираться вглубь тела, т. е. не имеет промышленного значения. Желательно было бы применить этот метод и при детальном изучении изверженных пород СССР (см. статьи Ли и Шу в списке литературы).

Сбор образчиков. Так как многие изверженные породы, в особенности мелко- и скрыто-зернистые, в поле не могут быть определены точно, то при сборе их образчиков не следует скупиться; лучше уменьшать их величину, если средства передвижения заставляют быть экономным, но собирать большее число. В одном и том же массиве нужно брать образчики при каждом замеченном изменении породы, чтобы проследить дифференциацию, появление шпир разного рода, признаки ассимиляции. Но даже если порода массива на первый взгляд кажется однообразной, нужно брать время от времени и в разных частях его, центральных и периферических, образчики для сравнения, так как изменения могут быть настолько постепенны, что в поле пройдут незамеченными и обнаружатся только при обработке материала. Периферические части массива вообще требуют больше образчиков, чтобы можно было проследить эндоконтактовые изменения. В жилах, даже кажущихся однородными (простыми), нужно брать образчики из средней части и близ зальбанда; многократные и сложные жилы требуют еще большего числа образчиков. Эффузивные породы часто меняют свой *habitus*, в особенности если связаны с туфами и брекчиями, т. е. нуждаются в иллюстрации образчиками. Включения (ксенолиты), вкрапления, шпир, секции—все должно быть представлено в собираемой коллекции и только тогда последняя будет достаточна для правильного представления о данной изверженной породе. Свежесть образчиков здесь еще более нужна, чем при исследовании осадочных пород, так как многие изверженные породы при выветривании изменяются так сильно, что их первичный характер распознается в деталях уже с трудом; кроме того, придется делать химические анализы, для которых также необходим свежий мате-

риал. При взятии образчиков изверженных пород нужно помнить, что для многих, если не для всех, понадобятся шлифы; при отбивании таковых от образчика, последний часто портится; лучше всего на месте, у самого обнажения, взять соответствующий плоский осколок, полученный при оббивании самого образчика, положить его в номерованный мешочек, вместе с последним, а вечером снабдить маленьким ярлычком, на котором будет только номер (текущий, с буквой, если в обнажении взято несколько разных) и фамилия или буквы исследователя. Такие осколки для шлифов заворачиваются и накапливаются отдельно; их можно при случае отсылать в город шлифовальщику, чтобы ко времени возвращения с работ все шлифы или хотя бы половина их были готовы.

Определение времени, характера и последовательности извержений представляет нередко трудную, но очень важную задачу при изучении изверженных пород. Изверженная порода, пересекающая какую-нибудь другую породу, всегда моложе последней; следовательно, выяснение, какая из двух соприкасающихся пород прорывает и изменяет другую, безусловно необходимо и должно быть произведено на месте. Изучение граничной поверхности, т. е. контакта, указанное выше, дает ответ на этот вопрос. В случае батолита, лакколита, штока или секущей жилы признаки обыкновенно достаточно ясны. Но если мы видим небольшую толщу изверженной породы среди осадочных, то не всегда легко решить, имеем ли мы дело с пластовой жилой, покровом или потоком.

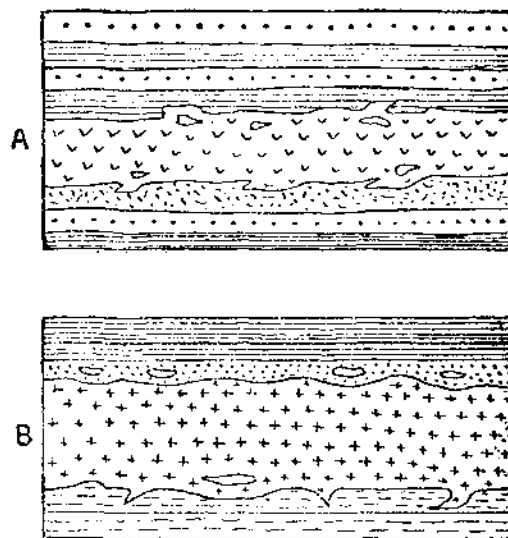
У пластовой жилы порода и лежащего и висячего боков древнее изверженной; в обоих боках должны быть явления контактового метаморфизма, хотя бы в слабой степени; должны быть включения боковой породы в изверженной и апофизы последней в первой. Пластовая жила иногда вдруг становится секущей, пересекает пласт или ряд пластов под тем или иным углом и затем снова следует по плоскости напластования (фиг. 71, А). У покрова или потока, позднее покрытого какими-либо осадками, в массе изверженной породы могут быть только обломки пород лежащего бока, тогда как обломки изверженной породы нередко включены в породу висячего бока; последняя не обнаруживает никаких признаков контактового метаморфизма, обыкновенно замечаемого в породе лежащего бока. В последнюю иногда внедряются тонкие апофизы изверженной породы, что никогда не имеет места в породе висячего бока (фиг. 71, В). Если мы имеем целую толщу с перемежаемостью изверженных и осадочных пород, то внимательное изучение ее должно показать, является ли она осадочной свитой с целым рядом пластовых жил или же последовательным отложением эруптивного и осадочного материала на дне какого-либо бассейна. В последнем случае важно установить, как изменялись продукты извержения по мере его хода; имеются ли те или другие вулканогеновые осадки—вулканические туфы, брекчии и аггломераты, и какой материал входит в их состав, или же толща представляет продукт ряда спокойных излияний лавы, чередовавшихся с отложением нормальных осадков.

Секущие жилы, нередко неправильные, ветвящиеся, и позднейшие

дислокации крайне усложняют первоначальную картину, при восстановлении которой не следует забывать, что на склонах слоистого вулкана отдельные пласты (туфов, брекчий) и потоки образуются в более или менее сильно наклонном положении (а на склонах подводного вулкана такое же положение получают и нормальные осадки), которое необходимо отличать от обусловленного позднейшими поднятиями.

Подводные извержения создают отложения, отличающиеся некоторыми особенностями от продуктов наземных вулканов. По Вольфу эти особенности таковы: 1) Подводные вулканические образования вклиниваются согласно в морские осадки, тогда как продукты наземных вулканов лежат несогласно на более древних породах. 2) Подводные лавы почти всегда сопровождаются туфами, брекчиями и другими пирокластическими образованиями. 3) Туфы, отлагавшиеся в воде, часто содержат примесь нормальных водных осадков или даже водной (морской или пресноводной) фауны и флоры. В туфах пелагической области моря часты фораминиферы, радиолярии, диатомеи, а в туфах более мелкого моря попадаются другие животные, особенно с толстыми известковыми створками. В более теплых морях замечается тесная связь между подводными долами вулканов и коралловыми сооружениями. В туфах, отложившихся на суше, мы встречаем остатки наземных животных и растений. 4) Подводный вулкан растет больше в ширину, чем в высоту; поэтому в общем наклон пластов на его склонах положе такового у наземных вулканов, а основание имеет более значительные размеры. 5) В характере массивных подводных и наземных лав нет значительной разницы. Считают, что первые нередко более шлакозаты и имеют также особенную склонность к миндалекаменной структуре благодаря соприкосновению с массаами воды, способствующей образованию водных минералов (цеолитов, опала, халцедона и т. п.). 6) Подводные туфы обыкновенно плотнее и однороднее наземных; в них не замечается такого резкого уменьшения величины зерна с удалением от центра извержения, как у наземных; они занимают также более значительные площади, так как распыленный вулканический материал в воде гораздо дольше удерживается во взвешенном состоянии, чем в воздухе, и может быть унесен течениями очень далеко. 7) Вулканические бомбы, выброшенные под водой, никогда не имеют эллиптических, скрученных форм, обусловленных их вращением в пластическом состоянии в атмосфере.

Подводные извержения создают отложения, отличающиеся некоторыми особенностями от продуктов наземных вулканов. По Вольфу эти особенности таковы: 1) Подводные вулканические образования вклиниваются согласно в морские осадки, тогда как продукты наземных вулканов лежат несогласно на более древних породах. 2) Подводные лавы почти всегда сопровождаются туфами, брекчиями и другими пирокластическими образованиями. 3) Туфы, отлагавшиеся в воде, часто содержат примесь нормальных водных осадков или даже водной (морской или пресноводной) фауны и флоры. В туфах пелагической области моря часты фораминиферы, радиолярии, диатомеи, а в туфах более мелкого моря попадаются другие животные, особенно с толстыми известковыми створками. В более теплых морях замечается тесная связь между подводными долами вулканов и коралловыми сооружениями. В туфах, отложившихся на суше, мы встречаем остатки наземных животных и растений. 4) Подводный вулкан растет больше в ширину, чем в высоту; поэтому в общем наклон пластов на его склонах положе такового у наземных вулканов, а основание имеет более значительные размеры. 5) В характере массивных подводных и наземных лав нет значительной разницы. Считают, что первые нередко более шлакозаты и имеют также особенную склонность к миндалекаменной структуре благодаря соприкосновению с массаами воды, способствующей образованию водных минералов (цеолитов, опала, халцедона и т. п.). 6) Подводные туфы обыкновенно плотнее и однороднее наземных; в них не замечается такого резкого уменьшения величины зерна с удалением от центра извержения, как у наземных; они занимают также более значительные площади, так как распыленный вулканический материал в воде гораздо дольше удерживается во взвешенном состоянии, чем в воздухе, и может быть унесен течениями очень далеко. 7) Вулканические бомбы, выброшенные под водой, никогда не имеют эллиптических, скрученных форм, обусловленных их вращением в пластическом состоянии в атмосфере.



Фиг. 71.

Органические остатки, найденные в вулканическом туфе, точно определяют время данного извержения. При отсутствии таковых мы

можем определить время только в известных пределах: изверженная порода моложе той, которую она прорывает или перекрывает, и древнее той, которую она не прорывает. Но в случае интраформационных эруптивных тел необходимо особенно тщательное изучение породы их висячего бока, так как такие тела прорвавшись через одну формацию, распространяются по граничной плоскости между нею и вышележащей, не внедряясь в последнюю, и на первый взгляд кажется, что извержение древнее образования пластов висячего бока. Тут нужно руководствоваться сказанным выше о контактовом изменении, апофизах и включениях в висячем боку пластовых жил. Галька данной или данных изверженных пород в составе конгломерата, залегающего в исследуемой местности, укажет, что последний моложе их, а если это породы интрузивные, то он должен быть значительно моложе, так как нужно отвести время на длительную эрозию, вскрывшую интрузивное тело. Таким образом устанавливается верхний предел времени извержения.

Характер извержения определяется всей совокупностью наблюдений относительно условий залегания изверженной массы, ее состава и структуры, присутствия или отсутствия дифференциации, пирокластических пород, их состава и залегания. Последовательность извержения при наличии нескольких изверженных пород определяется данными их взаимных отношений, которые и следует изучать особенно тщательно. В интрузивном массиве сложного состава можно встретить или дифференциацию одновременно вторгшейся магмы или же последовательное вторжение различных магм; в первом случае переходы одной породы в другую нормально будут постепенные, во втором — границы между разными породами могут быть резкие, с апофизами более юной в более древней, включениями более древней в юной, явлениями ассимиляции. В сложных жилах более древняя порода в одних случаях залегает вдоль зальбандов, а более юная заполняет середину жилы, в других случаях замечается обратное; но и в жилах бывают дифференциация и эндоконтактовые изменения, которые не следует смешивать с явлениями последовательного вторжения пород разного состава. В эффузивных формах мы встретимся в большинстве случаев с последовательностью различных пород, пересекающих или перекрывающих друг друга, и с связанными с ними пирокластическими образованиями; изучение условий залегания последних и эффузивов (при детальной работе) позволит определить не только последовательность извержения, но и первоначальные формы, главные и побочные эруптивные центры. В качестве хороших примеров детального изучения изверженных пород можно рекомендовать труды, перечисленные в конце списка литературы.

Связь изверженных пород с тектоникой исследуемой местности выражается: для эффузивных пород распределением их по определенным линиям сбросов, трещины которых служили путями вывода магмы из глубин, или вокруг известных центров, иногда независимых от подобных разломов; для интрузивных пород наблюдается распределение их по осям складок с согласованностью простирания и падения пластов оса-

дочных пород с очертаниями массивов или без таковой: в первом случае можно говорить о лакколитах, во втором—о батолитах и штоках. В глубоко денудированных областях кристаллических и метаморфических сланцев докембрия, где мы часто видим только корни древних складок, изверженные породы нередко занимают очень большие площади, и связь их с складчатостью обыкновенно неясна.

Необходимо также отмечать зависимость современных форм рельефа от выходов изверженных пород, обусловленную большим или меньшим сопротивлением последних выветриванию и размыву сравнительно с окружающими.

Литература. 1) Герасимов, А. П. Кавказская складчатость и вулканизм. „Природа“, № 3—5, 1922.

2) Заварицкий, А. Н. Главные черты в развитии вулканического цикла на Урале. „Изв. Геол. Ком.“, № 3, 1924.

3) Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. Успехи петрографии в России. Изд. Геол. Ком., СПб., 1923 (кроме литературы по петрографии вообще, содержит на стр. 349—360 и в примечаниях к другим главам списки литературы по петрографии России по 1916 г.).

4) Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. Петрография, ч. I. Ленинград, 1925.

5) Лучицкий, В. И. Курс петрографии. Москва, 1922. (Эти два новых руководства по петрографии содержат характеристики изверженных пород СССР и анализы их).

6) Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. О химическом составе петрографических провинций России. „Изв. Геол. Ком.“, № 2, стр. 87—107, 1923.

7) Обручев, В. А. Металлогенетические эпохи и области Сибири. Тр. Инст. Пр. Мин. и Мет., вып. 21, Москва, 1926.

8) Усов, М. А. Фазы эффузивов. Изв. Томск. Техн. Инст., т. 46. Томск, 1924. 2-е изд. студ. кооп. Томск, 1929.

9) Усов, М. А. Фации и фазы интрузивов. Изв. Сиб. Отд. Геол. Ком., т. IV, в. 3. Томск, 1925.

10) Cloos, H. Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Sammlung Vieweg, H. 57. Braunschweig, 1921.

11) Cloos, H. Das Batholithenproblem. Fortschr. d. Geol. und. Pal., H. 1, Berlin, 1923.

12) Cloos, H. Einführung in die tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen (Granittektonik). I. Spezieller Teil. Das Riesengebirge in Schlesien. Berlin, 1925.

13) Tektonik und Magma. Untersuchungen zur Geologie der Tiefen, herausgegeben von H. Cloos. Bd. I und II. Abh. der Preuss. Geol. Landesanstalt. N. F. Heft 89 und 96, Berlin, 1922—1924 (в книгах Клооса списки литературы по этому вопросу).

14) Daly, R. A. Igneous rocks and their origin. New York, 1914 (по-русски издачасть II „Глубинные интрузии и вулканические извержения центрального типа“, Госуд. Техн. Изд., Москва, 1920).

15) Harker. Natural history of igneous rocks. New York, 1909.

16) Iddings, I. P. The problems of volcanism. New Haven, 1915.

17) Iddings, I. P. Igneous rocks. Vol. I and II. New York, 1909 и 1913.

18) Niggli, P. Gesteins-und Mineralprovinzen. Bd. I. Berlin, 1923.

19) Sandberg, C. G. Geodynamische Probleme. I. Isostasie und die ursächliche Einheit von Gebirgsbildung und Vulkanismus. Berlin, 1924.

20) Wolff, F. Der Vulkanismus. Bd. I. Stuttgart, 1916. Bd. II, Teil I, Stuttgart, 1923. Teil II, 1929.

21) Zeitschrift für Vulkanologie, herausgeg. v. I. Friedländer. Bd. I—XI, Berlin, 1914—1928 (содержит много новых исследований относительно вулканов и вулканизма).

22) Balk, R. Primary structure of granite massives. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 36, № 4, стр. 679—696, 1925.

- 23) Barrell, J. Geology of the Marysville Mining district, Montana. Prof. Pap. № 57; U. S. Geol. Surv. Washington, 1907.
- 24) Cloos, H. Der Erongo. Ein vulkanisches Massiv im Tafelgebirge des Hererolandes etc. Beitr. z. geol. Erf. d. deutsch. Schutzgebiete. H. 17, Berlin, 1919.
- 25) Salomon, W. Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv etc. Abh. d. K. K. Geol. Reichsanst. Bd. XXI. Wien, 1908.
- 26) Левинсон-Лессинг, Ф. Вулканы и лавы Центрального Кавказа. Изв. СПб. Полит. Инст., т. XX, вып. 1 и 2, 1913.
- 27) Lee, I. S. A suggestion of a new method for geological survey of igneous intrusions. Bull. Geol. Soc. China, III, № 2, стр. 109—115, Peking, 1924.
- 28) Shu, W. P. The result of a geological survey of the Hongshan intrusion, North Honan. Там же, стр. 117—126.
- 29) Cloos, H., Balk, R., Cloos, E. и Schlotz, H. Die Plutone des Passauer Waldes, ihr Bau und Werdegang und ihre innere Tektonik („Tektonik und Magma“, № 13, Bd. III). Berlin, 1927.
- 30) Bowen, N. L. 1) The origin of ultra-basic and related rocks. „Am. Journ. of Sc.“, XIV, April, 1927. 2) The evolution of the igneous rocks. Princeton University Press, 331 стр., 1928.
- 31) Bubnoff, S. Der Werdegang einer Eruptivmasse. „Fortschr. d. Geol. und Pal.“, VII, H. 20. Berlin, 1928.
- 32) Klüpfel, W. Die Bedeutung der Reliefgenerationen für die Vulkangebiete. „Geol. Rundschau“, XXI, H. 3, 1930.
- 33) Salomon, W. Magmatische Hebungen. SB Heidelberg. Ak. d. Wiss., math. nat. Kl., Abh. 11, 1925.
- 34) Suess, F. E. Intrusionstektonik und Wandertektonik im variszischen Grundgebirge. Berlin, 1926.

ГЛАВА VII

НАБЛЮДЕНИЯ НАД МЕТАМОРФИЧЕСКИМИ ПОРОДАМИ

Изучение метаморфических пород представляет наибольшие трудности для геолога потому, что это породы измененные, и далеко не всегда легко ответить на основные вопросы, встающие перед исследователем:

- 1) что представляли эти породы до своего изменения?
- 2) какими агентами обусловлено это изменение? и
- 3) когда оно произошло?

Чем сильнее изменена порода, тем труднее ответить на эти вопросы, так как метаморфические породы первоначально представляли или изверженные, или осадочные образования, а при сильных изменениях первоначальный характер в иных случаях определить невозможно или очень трудно; кроме того, известны породы, представляющие смесь изверженного и осадочного материала, как, напр., метагнейсы и метасланцы так что даже химический анализ, вообще очень полезный при определении главной категории, к которой следует отнести данную породу, в иных случаях недостаточен для этого.

Вообще при работе в области развития метаморфических пород необходимы очень тщательные полевые наблюдения и затем детальная петрографическая обработка коллекции, чтобы возможно ближе подойти

к решению основных вопросов. Отдельное описание в редких случаях может дать достаточный материал для этого; в большинстве случаев необходимы данные о более или менее крупной площади для правильного решения задачи. Так как в современных русских руководствах по петрографии метаморфическим породам уделено слишком мало места, а лучшее иностранное сочинение Грубенманна и Ниггли еще не переведено на русский язык, т. е. многим недоступно, то нам приходится предпослать наблюдениям над метаморфическими породами краткую характеристику процессов и продуктов метаморфизма, составленную по этому сочинению.

Метаморфизм вообще—это сумма процессов, благодаря которым минеральный состав, структура и текстура горной породы, в общем сохраняющейся как геологическое тело, испытывают более или менее существенные изменения. Исключаются из этого понятия такие процессы как диагенезис, цементация, выветривание, которые происходят на границе лито-и атмосферы или лито-и гидросферы земли, а также превращение скоплений растительных или животных остатков в ископаемый уголь, торф, нефть и пр.

Основной принцип метаморфизма состоит в том, что если горная порода, образовавшаяся при известных условиях давления и температуры, попадает в другие условия, она должна претерпеть известное изменение так как ее частицы должны приспособиться к новым химическим и физическим условиям и придти в новое состояние равновесия; чем больше новые условия отличаются от прежних, тем сильнее будет изменение породы; чем сложнее состав породы и чем теснее перемешаны друг с другом частицы разного состава, т. е. чем мельче зерно, тем сильнее будет изменение при прочих равных условиях.

Агентами метаморфизма являются: высокая температура, высокое давление и какие-либо вещества, приносимые в данную породу и могущие действовать так или иначе на ее составные части. Эти агенты могут действовать порознь или в том или ином сочетании друг с другом. Давление может быть или всестороннее (гидростатическое), обусловленное тяжестью вышележащих толщ земной коры, или одностороннее (сдавливание, стресс), обусловленное горообразовательными процессами; при первом новообразования минералов, на основании закона объемов, должны давать зерна или кристаллы, приблизительно одинаково развитые во всех направлениях, но таких минералов, которые обладают наибольшим уд. весом, т. е. малым молекулярным объемом; при втором должны получаться формы листоватые, пластинчатые, табличатые, вообще развитые в плоскости, перпендикулярной к направлению сдавливания. Высокая температура может быть обусловлена соприкосновением данной горной породы с какой-либо другой, интрузивной или эффузивной, находящейся в расплавленном состоянии и отдающей свое тепло, или же погружением данной горной породы на значительную глубину вследствие дислокации или перекрытия новой мощной толщей образующихся осадков, напр., в геосинклинали. Привнос новых веществ

происходит в паро-и газообразном или в жидком состоянии со стороны или из глубины в связи с соприкосновением с изверженной породой или в связи с погружением или дислокацией. Давление может быть сильнее или слабее, в зависимости от силы горообразования или от глубины погружения. Температура может быть выше или ниже в зависимости, опять таки, от глубины погружения или от величины изверженной массы и места внедрения последней—на большей или меньшей глубине или на поверхности земли. Привнос новых веществ может быть обильный или скудный и состав их может быть различный, в зависимости, опять таки, от глубины погружения, от состава изверженной породы, от условий залегания. Поэтому естественно, что комбинации этих агентов, могущих проявляться в различной степени и силе, должны создавать очень разнообразные результаты, тем более, что изменяемые породы далеко неодинаково реагируют на воздействие этих агентов, что находится в зависимости от состава и структуры этих пород и большей или меньшей разницы между прежними и новыми условиями их равновесия. Этим объясняется огромное разнообразие метаморфических пород и этим обусловлена трудность их изучения.

В общем все-таки всю совокупность метаморфических пород Левинсон-Лессинг сводит к четырем основным типам: 1) породы фанероконтактные, т. е. явно контактные; 2) породы телеконтактные или скрыто контактные; 3) тектониты, т. е. созданные при дислокационном метаморфизме, и 4) мигматиты—породы, частично переплавленные и инъецированные изверженным материалом. В первых двух типах метаморфизм выражается исключительно, или по преимуществу, в термальной перекристаллизации и изменении минерального состава под непосредственным действием изверженной породы (в первом типе) или под влиянием отдаленных магматических масс или общей внутренней теплоты (во втором типе); химический состав остается неизменным или же изменяется. В тектонитах преобладают катакластические явления, вторичная сланцеватость и другие проявления дислокационного дифференциального давления. На мигматиты налагает свой отпечаток частичное переплавление или инъекция; в последнем случае они представляют смесь изверженного и осадочного материала.

Грубенманн-Ниггли различают метаморфизм, имевший место в поверхностных толщах земной коры, от такового более значительных глубин; в известном смысле, тот и другой сходны, но не тождественны.

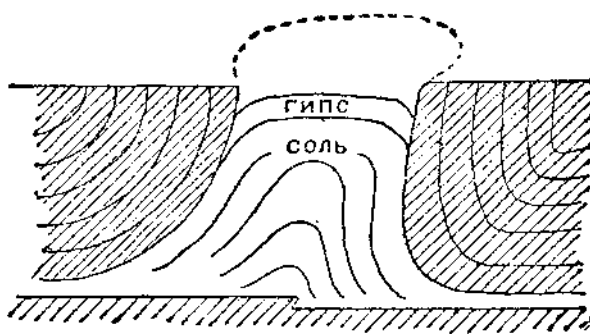
Метаморфизм в поверхностных толщах может быть обусловлен агентами, действовавшими внутри самой измененной породы, т. е. представлять ауто- или эндометаморфизм, или же агентами, действовавшими на породу извне—аллометаморфизм.

Аутометаморфизм развивается в изверженных горных породах при самых магматических процессах в течение всех трех фаз: огненно-жидкой, пневматолитовой и гидротермальной; он рассмотрен нами уже в главе VI.

Аллометаморфизм в зависимости от агентов, его создающих, пред-

ставляет следующие три типа: 1) геотермический; 2) дислокационный и 3) контактовый.

Геотермический метаморфизм. Его причиной может быть погружение горных пород на значительную глубину при дислокациях или при накоплении осадков в геосинклинали или же, наоборот, поднятие их к земной поверхности в связи с дислокациями и эрозией. При этом, в большей или меньшей степени, изменяются давление и температура, т. е. условия, определяющие химическое и физическое равновесие составных частей породы. Наблюдения показывают, что в силикатовых породах влияние этого изменения очень слабо; мы видим у поверхности глубинные породы в том же состоянии, как и на глубине и наоборот, напр., под Ленинградом кембрийская глина сохранила свое мягкое пластическое состояние под нагрузкой в несколько сот метров силурийских отложений. Но такие процессы, как серицитизация, боскюритизация, хлоритизация, серпентинизация, оталькование, цеолитизация—несомненно имеют место



Фиг. 72.

при геотермическом метаморфизме как в осадочных, так и в изверженных породах и в последних ничем не отличаются от явлений аутометаморфизма. Развиваются и метасоматические процессы, к которым наиболее чувствительны карбонатные породы; в них происходит перекристаллизация с увеличением размеров зерна, исчезновение окаменелостей вследствие перехода арагонита в кальцит, доломитизация. Главные же изменения происходят в химических осадках благодаря метасоматическим процессам под действием растворов и изменению формы под действием нагрузки. Соляные залежи, образовавшиеся на дне лагуны или обмелевшей геосинклинали, первоначально представляют плоские чечевицы; уд. вес соли меньше такового вмещающих пород, и соль способна к перекристаллизации под давлением. В результате геотермического метаморфизма чечевица сокращается в горизонтальных направлениях и увеличивается в вертикальном, превращаясь в шток, иногда в 1.000 м высоты (Шперенберг), причем происходит растяжение и смятие слоев соли и боковых пород. Так образуются мощные штоки солей, причем в их седлах мало ангидрита, который реагирует на давление иначе, чем легко растворимые соли и представляет остаток от механической дифференциации, накапливаясь в крыльях штока (фиг. 72).

Дислокационный (динамический) метаморфизм в чистом виде, без участия каких-либо интрузий, представляет изменение текстуры структуры и минерального состава (или только одного из них) вследствие дислокационных процессов. Агентами являются: температура, гидростатическое (всестороннее) и орогенетическое (одностороннее) давление. На процесс оказывают влияние: состояние породы до метаморфизма, условия

ее залегания и состав соседних пород. Изменение бывает или чисто механическое или в связи с пластической деформацией и перекристаллизацией.

Температура по наблюдениям над минералами, заполняющими трещины разрыва в дислоцированных породах Альп, большею частью до 200° , иногда до 300° (погружение на 10 км) и в редких случаях $500-600^{\circ}$ (при влиянии недалеких интрузий и происходящих из них растворов). Эти трещины заполнены минералами в известном порядке от залбандов к середине, в зависимости от состава боковых пород. В кислых породах большая часть трещин заполнены кварцем (выделение ниже 575°), за ним следуют (при $450-350^{\circ}$) адуляр или альбит с гематитом, или же апатит, мусковит, титанит, также турмалин, рутил; еще позже ($350-250^{\circ}$) флюорит, кальцит, хлорит, наконец (ниже 200°), отдельные цеолиты. В основных породах первым выделением является эпидот, заменяемый иногда роговой обманкой, тремолитом, амiantoи; за ним следуют адуляр и альбит, позже кварц и апатит, также титанит, магнетит, ильменит, наконец, кальцит, хлорит и цеолиты. В карбонатных породах трещины заполняются почти только кальцитом и доломитом, в некоторых имеется и флюорит. Боковые породы вдоль трещин почти всегда обнаруживают ясные признаки разложения. Давление должно присоединиться к влиянию температуры, так как последняя сама по себе недостаточна для изменений пород, как показало изучение геотермического метаморфизма. Опыты в геофизической лаборатории Вашингтона обнаружили, что из породообразующих минералов наиболее реагируют на давление кварц, полевые шпаты, слюды и каменная соль; но их способность к сжатию уменьшается с увеличением давления и поэтому наиболее полное прижатие зерен горной породы друг к другу достигается при средней величине давления. Гейм давно уже установил понятие скрытой пластичности горных пород, благодаря которой они могут изменять свою форму без разрыва; это зависит от гидростатического давления, тогда как орогенетическое (стресс) только пользуется этим свойством для деформации пород.

Кристаллы при давлении, не превышающем известной величины, подвергаются анизотропной деформации, исчезающей при прекращении давления. При более сильном давлении получают деформации не исчезающие, именно: 1) скольжение отдельных слоев кристалла друг по другу с изгибами и смятием их и 2) образование двойников давления с простым смещением. При этом нарушается пространственная решетка, которая позже восстанавливается перекристаллизацией. Это возможно только при гидростатическом давлении; без последнего кристалл остается раздробленным. При перекристаллизации играют роль растворители—вода и углекислота, всегда присутствующие.

Типы динамометаморфических горных пород (тектонитов) распадается на две главные категории, в зависимости от того, происходит ли деформация существенно с разрывом (деструктивная деформация) или без разрыва (конструктивная деформация). Первая имеет место:

а) под влиянием стресса на небольшой глубине, т. е. без гидростатического давления и без высокой температуры; б) при взбросах и разломах на не слишком большой глубине при сильном стрессе и в) при разнородном, особенно грубом, материале; в контакте между разными породами; при этом более хрупкие минералы обнаруживают разрывы, а другие, напр., кальцит, деформируются пластично.

Породы, созданные деструктивной деформацией, разделяются на тектонокластиты, образовавшиеся без одностороннего частичного перемещения, и тектонопластиты, образовавшиеся с таковым перемещением.

Среди тектонокластитов различают еще:

1) Какириты; это сильно раздробленные породы, пересеченные столькими трещинами и поверхностями скольжения, что под ударом молотка они рассыпаются на осколки. Трещины часто покрыты пылью породы; на зеркалах иногда видны новообразования кварца, эпидота, серицита, хлорита, волокнистых эмсевика и роговой обманки. Внутри осколков порода мало пострадала; иногда заметно облачное погасание и начавшееся раздробление зерен. Брекчии разломов и сбросов бывают как рыхлые, так и цементированные. Угли, особенно антрацит, часто превращены в какириты. Из других пород особенно типичны мраморы руинные, брекчиевые, жилковатые в качестве какиритов.

2) Катаклазиты; макроскопически в них часто незаметно разрушение, но микроскоп обнаруживает его в более хрупких минералах: в кварце (волнистое погасание, ненормальная двуосность), полевых шпатах (расколы, сдвиги); в промежутках между зернами видны более мелкозернистые агрегаты, образующие венчики, пояски, цемент. При более сильном давлении разрушение обнаруживается уже макроскопически на кварце (так называемый песочный кварц), превращенном в мелкозернистую массу или пересеченном полосками таковой. Серитизация щелочных полевых шпатов, альбитизация плагиоклазов с выделением эпидота, амфиболизация авгита, хлоритизация биотита—характерные признаки катаклазитов. Замечаются изгибы листочков слюды, иголок роговой обманки. В конгломератах галька кварца превращена в мелкозернистые шпирь; окаменелости раздроблены. Новообразования кварца, кальцита, эпидота, альбита, серицита. В порфировых породах больше всего страдают выделения (фенокристаллы). Можно наблюдать различные стадии процесса катаклазизации.

Тектонопластиты также представляют два типа.

1) Месиво (тектонически-смешанные породы). Они появляются при шаррижах в покровах осадочных пород целыми поясами, напр., филлит, перемешанный с доломитом; сланец с доломитом, разные осадки от триаса до мела в смеси друг с другом (в Альпах), главным образом в развальцованном среднем крыле лежащей складки, перешедшей в шарриаж. При этом глины, мергели, отчасти даже известняки и доломиты играют роль теста или смазки для обломков более грубозернистых пород. Пример: на NO склоне хребта Салаира в Сибири кембрий на-

двинут на нижний девон; первый представляет известняки, второй — грубые конгломераты с галькой известняков кембрия, часто с туфовым цементом, и покровы порфирита и кератофира. В месте надвига известняк на расстояние до 500 м от контакта содержит зеленые пленки девонского материала — зелено-буро-лилового цемента конгломерата и эффузивов — сообщающие ему habitus гнейса. В девонской свите эффузивы рассланцованы, конгломерат стал массивным с расплюсченной и развальцованной галькой аплита, гранита, сланца и известняка. Ясно, что надвиг произошел на довольно значительной глубине и известняк представлял пластичную тестообразную массу, захватывавшую и перерабатывавшую девонские породы из контакта; последние также проявили известную, но меньшую пластичность, так как сохранили индивидуальность отдельных слоев. Известняк представляет месиво, девонская свита — милониты.

2) Милониты представляют катаклазиты, подвергшиеся рассланцеванию; в зависимости от степени последнего различают:

а) Грубомилониты: очки из грубозернистых составных частей перемежаются с длинными линзами мелкозернистых и серицитизированных более мягких; в очках видны и более крупные зерна и начинающаяся серицитизация.

б) Мелкомилониты: в очках уже не различимы зерна кварца и полевых шпатов (под микроскопом они еще видны, но не крупнее 0,7 мм) — все превращено в кашу из мелкозернистого материала. Макроскопически порода представляет языки кварца и полевых шпатов, тонкие и длинные извивающиеся между серицитизированными поясами; первичный биотит превращен в мусковит, роговая обманка — в актинолит, вытянутый поясами; в присутствии кальцита появляется эпидот.

в) Ультрамилониты: при сильнейшей степени давления порода состоит из более тонких слоев, макроскопически едва различимых; кварцево-полевошпатовые слои чередуются с серицитовыми, актинолитовыми; кристаллы эпидота разорваны и снова сцементированы кварцем, серицитом, эпидотом. При дальнейшем давлении получается мелкая складчатость — ультрамилонитовая структура и пloidчатая текстура.

Конструктивная деформация происходит при сильном гидростатическом давлении, более высокой температуре и в присутствии растворов, т. е. требует условий, имеющих на более значительной глубине. Уже в катаклазитах замечается перекристаллизация, а в более глубоких горизонтах тех же альпийских покровов шаррижа она развивается все сильнее, тогда как катакластическая структура исчезает; породы переходят в тектонобластиты, причем процессы могут быть одно—и одновременны, т. е. разрывы раньше, перекристаллизация позже, или одновременно частью или полностью; бывают и позднейшие вторичные разрывы.

К этой категории динамометаморфизма относятся: 1) Пизокристаллизация Вейншенка, т. е. кристаллизация в изверженных (интрузивных) телах, происходящая в складчатых горных хребтах одно-

временно с орогенезисом при одностороннем давлении. В пластичной еще интрузивной массе стресс переходит в гидростатическое давление, а по ее периферии действует одностороннее; здесь магма уже более охлажденная, т. е. густая, вязкая; листочки слюды ложатся перпендикулярно давлению, так же реагируют таблицы полевых шпатов; слюды охватывают кварцево-полевошпатовые очки, кварц раздробляется (песочный кварц альпийских гранитов); вступает в силу закон объемов и образуются минералы с наименьшим молекулярным объемом. Но для Альп эта гипотеза оказалась неверной, как и в них граниты подверглись позднейшей деформации. 2) Кристаллизационная сланцеватость по принципу Рике, дополненному, согласно Гиббсу, законом равновесия фаз. Ей в большинстве случаев предшествует процесс раздробления, создающий более благоприятные условия в виде тонкой каши с тесной смесью минеральных частиц разного состава, что облегчает перекристаллизацию. Направление нарастания зерен зависит также от поверхностей скольжения, по которым движутся растворы. Но если после эрозии или дислокации породы очутятся ближе к поверхности земли, где давление и температура малы, то образовавшиеся на глубине кристаллы могут быть снова более или менее раздроблены и смещены. Интрузии тут же или вблизи вносят в картину еще больше разнообразия непосредственным влиянием или своими растворами.

Контактовый метаморфизм. Его агентами являются: тепло, отдаваемое интрузивной или эффузивной породой, газы и пары, выделяемые ими же; вторжение расплавленной массы в боковые породы. В зависимости от того или иного сочетания этих агентов, необходимо различать следующие категории контактового метаморфизма: 1) нормальный или, лучше, термический; 2) пнеуматолитовый с переходом в гидротермальный и 3) инъекционный, переходящий в переплавление.

Термический метаморфизм, происходящий без существенного привноса новых минеральных веществ в изменяемую породу, в свою очередь должен быть подразделен на метаморфизм, обусловленный влиянием эффузивных, и таковой, обусловленный влиянием интрузивных пород, значительно отличающихся друг от друга по своим результатам.

Каустический метаморфизм. В контакте эффузивных пород действует только отдаваемое ими тепло, и сравнительно кратковременно вследствие быстрого остывания лавы; газы и пары из нее быстро удаляются в атмосферу, давление близко к нормальному. Поэтому воздействие этих пород энергичное, но кратковременное, похожее на обжиг в печах. При более слабом действии горные породы обжигаются, краснеют, некоторые глины и глинистые песчаники превращаются в кирпич спекаются, угли переходят в кокс. При более сильном действии происходит ошлакованье, остеклованье — частичное или полное, появляется тридимит, некоторые чистые глины превращаются в так называемую фарфоровую яшму, уголь переходит в графит. Наиболее чувствительны карбонатные породы — мергели, известняки, доломиты — переходящие в грубозернистый мрамор. Но все эти изменения распространяются на

небольшое расстояние от контакта — несколько метров или даже только дециметров.

Нормальный метафорфизм, обусловленный интрузивными породами, отличается от каустического и характером изменений и областью распространения. Благодаря более или менее мощной оболочке, более или менее сильному давлению ее и плохой теплопроводности горных пород, распространение тепла, отдаваемого интрузией, идет медленно, остывание ее затягивается надолго, но пары и газы способствуют распространению тепла. Боковые породы подогреваются до температуры, способствующей их пластичности и развитию реакций между породообразующими минералами. Степень изменения зависит от величины интрузии, ее температуры и состава, начальной температуры оболочки, ее теплопроводности, состава и крупности зерна, конвекционных течений в магме, движения легких составных частей (так называемых минерализаторов) из магмы в оболочку. Остывание идет медленно и затягивается на целые тысячелетия, как показали вычисления. Температура в оболочке, даже у самого контакта, большею частью не достигает точки плавления минералов; это доказывается резкостью границы между интрузией и оболочкой; ее принимают не выше 800° , скорее даже ниже. С удалением от контакта ясно видно ослабление изменений и возможно деление контактового пояса на зоны внутреннюю, среднюю и внешнюю, причем различие их скорее количественное, чем качественное. Внешняя зона, благодаря меньшей продолжительности воздействия и более низкой температуре, обнаруживает неполную перекристаллизацию. Эти зоны, впрочем, не везде ясны; иногда внешняя или средняя отсутствуют. Ширина зон зависит от величины интрузии и ее состава; в иных случаях она доходит до 2 км, в других ограничивается десятками или сотнями метров. Характерно уменьшение количества воды, изгоняемой теплом, что доказывается образованием силикатов, более бедных гидроксидом.

Различные породы оболочки интрузии реагируют на контактовое влияние последней очень неодинаково.

Глинистые сланцы обнаруживают наиболее типичные изменения и превращаются в породы, характеризующие все три зоны контакта; во внутренней зоне мы находим роговики, роговиковые сланцы, андалузитовые, гранатовые, полевошпатовые, слюдяные сланцы; для средней зоны характерны узловые слюдяные сланцы с андалузитом, кордиеритом, ставролитом, гранатом, шпинелью, рутилом. Внешнюю зону составляют узловые и пятнистые глинистые сланцы, мало или почти неизменные, с темными пятнами или узелками, в которых скопилось углеродное вещество, переходящее в графит, или же магнетит, или это начальная стадия образования ставролита и хиастолита или чешуйки хлорита с зернами кварца.

В мергелистых сланцах эти зоны менее ясны; в них появляются известково-силикатовые роговики, минералы, содержащие Са (кальцит, эпидот, воластонит,grossуляр), и обособляется кварц.

Окаменелости постепенно исчезают, сначала замещаясь кальцитом потом, становятся неясными.

Известняки реагируют очень различно: чистые превращаются в более или менее крупнозернистый мрамор; органический пигмент исчезает или переходит в графит; содержание железа выражается в легкой красноватой или зеленоватой окраске мрамора. Нечистые, содержащие глину и кремнезем, каковых большинство, дают начало разным контактовым минералам, так называемым скарнагранатам, везувиану, волластониту, диопсиду, тремолиту, актинолиту, эпидоту, цоизиту, также плагиоклазу. Если Al_2O_3 и SiO_2 много — получаются известково-силикатовые роговики, диопсидовые и гранатовые породы. При этом углекислота изгоняется, замещаясь кремнеземом, что указывает температуру в 500° .

В доломитовых известняках и доломитах прежде всего освобождается окись магния, вступающая в реакции; образуются силикаты железа и магния — форстерит, хондродит, гумит, антофиллит, флогопит, оливин, змеевик, рядом с силикатами кальция и шпинелью. Пояса и шпирь этих силикатов объясняются присутствием кремней, игл губок и кварцеватостью отдельных слоев и гнезд при содержании глинозема; порода дедоломитизируется, превращаясь в мрамор с вкраплениями, гнездами и шпирями этих силикатов и шпинели.

Песчаники менее чувствительны; чистые кварцевые не изменяются; нечистые (глинистые, известковые, железистые, аркозы) превращаются у контакта в биотитово-полево-шпатовые кварциты, дальше — в биотитово-силлиманитовые кварциты еще дальше — в биотитовые кварциты; содержание извести дает кальцит, волластонит,grossуляр, эпидот.

В брекчиях и конгломератах изменяется только цемент в той или другой степени, в зависимости от его состава.

Уголь превращается в графит; пример — пласты графита Тунгусского бассейна в Сибири, образовавшиеся из пластов угля в контакте с лакколитами и пластовыми жилами траппа. Графит в виде отдельных чешуек образуется также в битуминозных известняках при их переходе в мрамор, в углистых песчаниках и углисто-кремнистых сланцах, переходящих в кварцит.

Изверженные породы изменяются тем слабее, чем меньше разница между их составом и строением и таковыми интрузии; напр., гранит в контакте с более юным гранитом едва обнаруживает изменение, а порфириты и диабазы в контакте с гранитами изменяются сильно, превращаясь в своеобразные роговики; то же происходит с туфами и брекчиями эффузивных пород.

Гнейсы и слюдяные сланцы в контакте с гранитом дают во внутренней зоне силлиманитовый гнейс, в средней — дистеновый гнейс, во внешней — гранатовый или ставролитовый сланец.

Вообще, чем кислее интрузивная порода, тем сильнее влияние ее на оболочку; у основных пород изменения слабее и даже до едва заметных на небольшом расстоянии от контакта. Включения глыб оболочки

в изверженной породе также подвергаются метаморфизму и тем сильнее, чем меньше размеры ксенолита и чем больше разница в его составе и строении с таковыми захватившей его породы.

Пнеуматолитовый и гидротермальный метаморфизм обусловлены содержащимися в магме более летучими составными частями, которые постепенно выделяются при ее кристаллизации, сначала в газо- и парообразном виде, позже — в растворах. Таковы карбонаты, сульфаты, галоидные соединения, сульфиты, арсениды, антимониды, пары воды, углекислоты, фтора, хлора, SO_2 , HF , HCl . Наиболее обильное выделение их сосредоточено в кровле интрузивного тела, особенно вблизи трещин в оболочке или по направлению к наиболее проницаемым породам ее. Обилие этих агентов зависит от состава магмы, величины массива, его расстояния от земной поверхности, связи с более крупными и глубокими резервуарами магмы. По мере остывания интрузии процесс переходит из газовой фазы в водную. Кроме того, из пород оболочки при ее подогревании интрузией также выделяются газы и пары воды (дегидратизационной, коннатной, вадозовой). Примером пнеуматолитово измененных пород являются десмозиты, спилзиты и адиноли диабазовых контактов: обогащенные натрием в виде альбита (адиноли) кварцем, хлоритом, рутилом, светлой слюдой. Вообще этот вид метаморфизма существенно представляет метасоматизм, т. е. замещение, и в зависимости от привнесенных веществ и расстояния делится на перимагматический (близкий к магме) и аномагматический (более далекий).

Перимагматический представляет: а) Привнос щелочей: фельдшпатизация (образование сначала калиевых, позже натриевых полевых шпатов), биотитизация и мусковитизация, образование щелочных пироксенов и амфиболов. б) Привнос Si , Ba , Ca , Mg , Al_2O_3 и тяжелых металлов: образование скарна из известняков с его спутниками — скоплениями руд контактового генезиса; образование антофиллитовых и кордиеритовых гнейсов из кварцитов; окремнение. в) Привнос Cl , F , B , Be , Li , P : турмалинизация, топазизация, образование литиистых слюд, берилла, роговой обманки, флуорита, аксинита, скаполита, апатита в связи с тем или иным оруденением (касситерит, вольфрамит, шеелит) и в зависимости от состава магмы. г) Привнос серы, мышьяка и тяжелых металлов; пиритизация и проникновение другими сульфидами и арсенидами.

Подобные же процессы происходят и в связи с эффузивными породами: санидинизация, лейцитизация, отложение сублиматов.

Аномагматический метаморфизм представляет две разновидности: мезо- и эпитермальную в зависимости от расстояния от земной поверхности.

Мезотермальный метаморфизм: а) привнос и обмен щелочей — фельдшпатизация, серицитизация; б) привнос кремнезема: окремнение дьяшмы, особенно известняков; в) привнос углекислоты и карбонатов: (оломитизация, сидеритизация, образование магнезита; г) привнос воды: гидратизация, уралитизация, серпентинизация, хлоритизация, серицити-

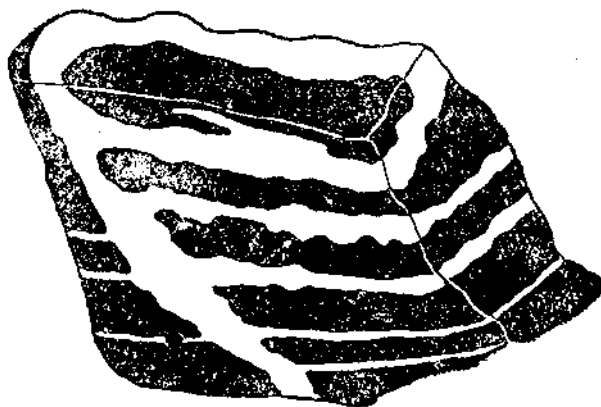
зация, соскюритизация, эпидотизация, цеолитизация (частью), каолинизация (частью); д) привнос сульфидов и арсенидов: пиритизация, отложение арсенопирита; е) привнос фтора и бария: отложение флуорита и барита.

Эпитермальный метаморфизм выражается в каолинизации, цеолитизации, алунитизации, сульфатизации, опализации, ярозитизации (полевых шпатов), в образовании гипса, марказита, гидраргиллита.

Инъекционный метаморфизм, доходящий до переплавления, обусловлен самыми кислыми и подвижными остатками магмы, богатыми водой и минерализаторами, из которых образуются пегматиты. При этом может происходить выделение газов и паров из этих остатков, обуславливая пнеуматолитовый метаморфизм вмещающих пород. В случае выделения газов или быстрого понижения температуры получается аплит—панидиоморфнозернистая порода, в противном случае — пегматит; часто аплит образует зальбанды, а пегматит середину жилы или даже в сред-



Фиг. 73.



Фиг. 74.

ней части жилы отлагается чистый кварц — гидротермальное образование, заполнившее оставшийся канал. Закономерная связь между этими породами наблюдается и по простирацию жилы. Необычайная подвижность этих остатков магмы доказывается проникновением аплитовых и пегматитовых прожилков между плоскостями напластования осадочных пород на далекое расстояние от контакта или от мощной жилы (фиг. 74), причем они нередко следуют всем изгибам слоев (фиг. 73). Чем кислее состав этих прожилков, тем больше их влияние на вмещающие породы, подвергающиеся пнеуматолитовому метаморфизму, особенно привносу щелочей, выражающемуся в фельдшпатизации пород. Частое расположение прожилков способствует сильному изменению промежуточных слоев вплоть до их превращения в смесь изверженного и осадочного материала и образования метагнейсов и метасланцев. Это уже явление гранитизации, в котором трудно отличить переплавление от пневматолита.

Сила и степень контактового метаморфизма, несомненно, должны находиться в зависимости от того, обусловлены ли они абиссальной или гипс-абиссальной интрузией; на это обращено внимание только недавно. Усов указывает, что в абиссальных условиях, благодаря высокой температуре и медленности охлаждения, боковые породы

хорошо прогреваются на большое расстояние как в кровле, так и в боках батолита; поэтому контактовый пояс достигает большой ширины, а перекристаллизация пород — возможного совершенства и они во всем контактовом поясе более или менее равномерно пропитываются эманациями: вблизи батолита они достаточно диффундируются и пересекаются магмой, испытывая фельдшпатизацию и гранитизацию. При очень крупных размерах батолита, в его оболочке получается региональное развитие метаморфизма. Кроме того абиссальная магма естественно попадает в геосинклинальные или, во всяком случае, в сильно дислоцированные толщи, которые имеют сланцеватую текстуру, удерживаемую или даже подчеркиваемую при метаморфизме.

В случае гипоабиссальных интрузий боковые породы даже вокруг крупных тел не успевают прогреться далеко и так сильно, чтобы наступила нормальная перекристаллизация с образованием нормальных роговиков. Летучие вещества, поскольку их много в магме, проявляются в узком контактовом поясе, имеющем признаки гидатометаморфизма и контактового метасоматизма; более слабое прогревание обуславливает то, что эманации магмы быстро осаждаются и создают вдоль контакта кору скарна, часто с рудами, замещающего не только известняки, но и силикатовые породы. Контактный метаморфизм гипоабиссальных тел является весьма разнообразным в зависимости от величины тела, глубины его залегания, состава магмы, первичной связи ее с земной поверхностью (в виде вулкана), условий залегания боковых пород. Напр., в контакте с гранитом развиваются амфибол и хлорит, в контакте с габбро — полевошпатово-пироксеновый роговик, потому что гранитная магма имела много эманаций и низшую температуру, а габбровая была сухой и горячей. В Саралинском районе Кузнецкого Алатау вокруг сравнительно крупных тел щелочного сиенита метаморфизм очень слаб, боковые породы несколько окремнены и потемнели; это объясняется малой глубиной залегания и связью с земной поверхностью в виде многочисленных дейк монзонита. При большой глубине залегания, величине гипоабиссального тела и кислотности магмы могут получиться и типичные роговики. Усов на основании статистики, нуждающейся, впрочем в дальнейшей проверке, делает вывод, что по периферии гипоабиссальных тел всегда можно встретить скарновые и рудные образования, мощность которых до некоторой степени обратно пропорциональна глубине первичного залегания тел.

Весьма желательно, чтобы при дальнейшем изучении контактового метаморфизма обращали больше внимания на зависимость его характера от глубины залегания интрузивного тела, его формы и от места залегания измененных пород над кровлей или над боками батолита и лакколита. Есть основание думать, что над плоской кровлей батолитов, в особенности вокруг ее выступов, играющих роль отдушин, стягивающих к себе пары и газы, метаморфизм, более интенсивный, вплоть до инъекции и гранитизации (фиг. 51), тогда как над крутыми боками он значительно слабее и не идет далее образования роговиков, так как в боках, более или менее

горизонтально, газы и пары будут распространяться в слабой степени, а действовать будет, главным образом, тепло батолита, так как оно распространяется радиально, в одинаковой степени во все стороны; бока, полого уходящие в глубь, должны по степени метаморфизма занимать промежуточное положение между кровлей и крутыми боками. Если батолит, согласно новым взглядам, представляет мощную полого падающую плитообразную массу, то в ее висячем боку, куда выделяются газы и пары, метаморфизм должен быть более сильный пнеумалитовый до инъекционного, а в лежащем боку — нормальный контактовый (фиг. 63) (см. в списке литературы Bagell № 14, Обручев № 8, Усов № 13). Таким образом, вокруг одного и того же тела может комбинироваться метаморфизм разных степеней. А так как интрузии часто происходят во время горообразовательных процессов, то динамо- и контактовый метаморфизм также могут комбинироваться, проявляясь одновременно или последовательно и создавая еще более сложные результаты.

Ретрометаморфизм. После дислокаций и эрозии породы, подвергшиеся тому или иному метаморфизму на глубине и очутившиеся теперь вблизи земной поверхности, претерпевают изменения обратного характера: гнейсы превращаются в полевошпатовые филлиты, похожие на аркозы, полевые шпаты серицитизируются, биотит хлоритизируется, породы из блестящих становятся матовыми. Эти процессы еще мало изучены, но примеры уже известны и описаны в Альпах.

Пиезоконтактовый метаморфизм, обусловленный влиянием интрузивной породы, но не при всестороннем, а при одностороннем давлении, т. е. когда интрузия произошла во время горообразовательного процесса. При этих условиях замечается заметная разница в новообразовании минералов сравнительно с нормальным контактовым метаморфизмом; вместо андалузита, кордиерита, ставролита, хиастолита образуются минералы из группы слюд (мусковит, биотит) и хрупкие слюды (оттрелит), листочки которых располагаются перпендикулярно к направлению давления и обуславливают более или менее резкую сланцеватость измененной породы. В известняках при этом условии, благодаря сильному давлению, SiO_2 не может вытеснить CO_2 и вместо известково-силикатовых роговиков, свойственных нормальному контакту, получаются кварцево-известковые и кварцево-известково-слюдистые сланцы.

По Вейншенку сохранение наслоения и первоначального химического состава, уменьшение кристалличности с удалением от интрузивной массы, появление турмалина и другие признаки являются общими у пиезоконтактных и нормальноконтактных пород. Но огромное распространение слюд, содержащих гидроксил, и минеральные комбинации доказывают, что при образовании первых пород существовали условия, заставлявшие все составные части занимать возможно малый молекулярный объем. Нередко попадаются в них более крупные вкрапления полевого шпата, слюды, турмалина и пр., которые пересекают плоскости сланцеватости этих разнообразно складчатых пород и тем не менее не испытали ни малейшего раздробления; поиски включений в этих мине-

ралах часто ясно показывают первоначальное наслоение со всеми его изгибами, что составляет характерную контактную структуру. Встречая в поле контактовые породы, особенно богатые слюдистыми минералами, нужно вспомнить о существовании этого рода метаморфизма, многими еще оспариваемого. Поэтому новые наблюдения в этом отношении очень желательны. Изучая контактные явления и собирая образчики, как указано ниже, необходимо проследить, отразилось ли одностороннее давление и на интрузивной породе. Так как горообразовательные процессы должны были разыграться во время самой интрузии или тотчас после нее, когда интрузивная масса еще не затвердела, то в интрузивной породе должны найтись признаки более или менее ясной пиззокристаллизации, о которой сказано выше.

Метаморфизм глубин. В земной коре на известной глубине везде есть породы очень древние, докембрийские, которые уже подверглись однажды тому или иному метаморфизму. В связи с позднейшими дислокациями и интрузиями они могут испытать новые изменения. В более юных породах мы встречаем обыкновенно тот или другой метаморфизм, но однородный, в древних же чаще несколько родов метаморфизма совместно, т. е. полиметаморфизм. Все древнейшие породы, так называемые архейские, являются в более или менее сильной степени измененными, перекристаллизованными и так как они часто занимают огромные площади, то стали говорить о региональном, позже о глубинном метаморфизме. В меньшей степени это наблюдается в верхних членах докембрия, так называемом альгонке, среди которых можно встретить и мало измененные, почти нормальные породы, тогда как в архее таковых нет. Изучение так называемых кристаллических сланцев представляет особенные трудности и, пока еще, не всегда разъясняет вопрос об их генезисе. Среди них большую роль играют процессы инъекции и ассимиляции.

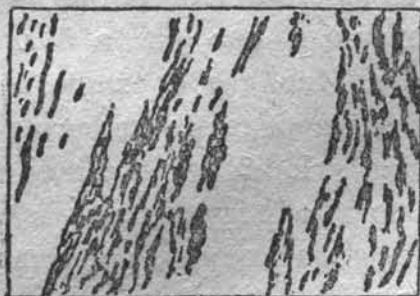
Инъекцированные породы чрезвычайно разнообразны; часто замечается интенсивная складчатость пегматитовых жил (пегматическая). Инъекция шла то по сланцеватости, то перпендикулярно к ней и часто сопровождалась ассимиляцией, которая обнаруживается постепенным исчезновением слоев инъектированной породы, расплывающихся в массивную породу. Различают следующие разности горных пород, обилующих инъекционным материалом и называемых вообще венитами или артеритами.

1) вениты сингенетические; в них прожилки возникли при нормальной кристаллизации под односторонним давлением. 2) Вениты эпигенетические: а) латераль-секреционные, у которых материал заимствован из боковой породы, и б) инъекционные или собственно артериты с изверженным материалом.

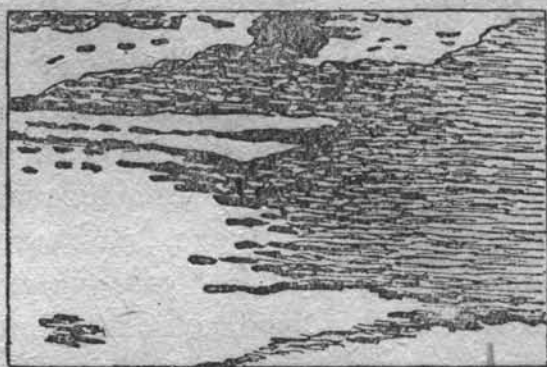
При процессах инъекции ассимиляция бывает полная и неполная; последняя — в случае сохранения части интрузивной породы, вложенной первоначальной породе.

Седергольм в Финл.

изменения докембрийских пород, погружившихся на большую глубину, инъецированных, пронизанных магмой и проплавленных в магматических очагах до высшей степени магматитов. Среди последних он различает: агматиты — изверженные брекчии; ленточные гнейсы; птигматиты со складчатыми инъеционными жилками; диктиониты — с сетчатой инъецией и небулиты — с облачным и шлировым распределением переплавленного материала. Все это породы палингенетические или ультраметаморфические, среди которых есть содержащие до 80% углекислой извести (фенит, голлаит, кэзенит, рингит, савит Бреггера), образующиеся при переплавлении масс известняка и ассимиляции их, особенно основными ийолитовыми и фойяитовыми магмами. При остывании магмы кальцит кристаллизовался из нее так же, как и другие составные части, с которыми он частью мог обра-



Фиг. 75.



Фиг. 76.

зовывать и эвтектические срастания; высокое давление и слабая кислотность магмы были условиями этого процесса ¹⁾.

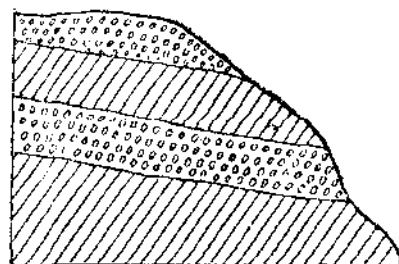
Условия и формы залегания метаморфических пород, как ясно из краткого изложения категорий метаморфизма, должны быть весьма различны. Мы встречаем эти породы: 1) в виде узких полосок вдоль контакта с эффузивными породами, причем формы залегания меняются в зависимости от того, представляет ли эффузивная порода горизонтальный покров, наклонный поток, конусо-или куполообразную массу, интрузивную жилу; 2) в виде более или менее широких полос вдоль контакта с интрузивными породами, причем зависимость ширины и положения этих полос от формы интрузивной массы значительно слабее, чем в первом случае, но зато мы видим больше разнообразия в составе и структуре полос, т. е. контактовых поясов. Так как в обоих этих случаях метаморфизм зависит от контакта, то слоистость или сланцеватость метаморфической породы может совершенно не совпадать с на- слоением первоначальной породы, различаемым на больш...

расстоянии от контакта. 3) Метаморфические породы могут залегать целыми толщами, огромными свитами или массами без видимого контакта с изверженными породами; такие случаи мы наблюдаем при динамометаморфизме, глубинном метаморфизме и пизокристаллизации. 4) В такие же толщи, свиты и массы могут внедряться жилы, штоки и массы интрузивных пород, но резкого контактового влияния последних на первые, подобно тому, как во втором случае, мы не обнаруживаем—переход от интрузивных пород к метаморфическим, как будто, является постепенным. Такие явления мы можем встретить при инъекционном и при глубинном метаморфизме. Поэтому прежде всего нужно выяснить себе, как залегает порода, которую мы при осмотре обнажения признали метаморфической.

Характер наслоения также находится в тесной зависимости от причины метаморфизма. При термометаморфизме в породах только обожженных сохраняется первоначальное наслоение полностью; в породах оплавленных, ошлакованных, остеклованных оно уже в большей или меньшей степени утрачено, и порода представляет брекчию менее измененных осколков в стекловатом цементе, иногда же является совершенно сплошной (кокс, базальтовая яшма). При нормальном контактовом метаморфизме различные роговики, образующиеся вблизи самого контакта, нередко совершенно лишены наслоения, представляя сплошные массы, иногда же сохраняются еще следы первоначального наслоения (роговиковые сланцы). С удалением от контакта последнее становится все более и более ясным в андалузитовых, кордиеритовых, пятнистых и т. п. сланцах, пока мы незаметно не дойдем до неизменных пород. При пизоконтактовом метаморфизме, благодаря одностороннему давлению, сопутствовавшему изменению пород, должна наблюдаться ясная сланцеватость уже у самого контакта, и ее плоскости будут зависеть от направления горообразовательной силы, т. е. могут не совпадать с плоскостями первоначального наслоения, а более или менее ясная сланцеватость (слоистость, полосчатость и т. п.) того же направления должна быть и в самой изверженной породе благодаря пизокристаллизации. При динамометаморфизме сланцеватость или слоистость проявляются еще резче и вне зависимости от изверженной породы, причем они могут не совпадать с первоначальным наслоением, часто совершенно замаскированным. При инъекционном метаморфизме инъекция и гранитизация на большем или меньшем расстоянии от контакта значительно нарушают первоначальное наслоение, которое постепенно обозначается все яснее с удалением от изверженной породы. При глубинном метаморфизме можно наблюдать ясную сланцеватость или слоистость на обширных площадях, как вблизи масс изверженного характера, так и вдали от них. Наконец, при пизокристаллизации сами изверженные массы обнаруживают в большей или меньшей степени слоистость (полосчатость, чешуйчатость, пластинчатость, ленточность, волокнистость и т. п.).

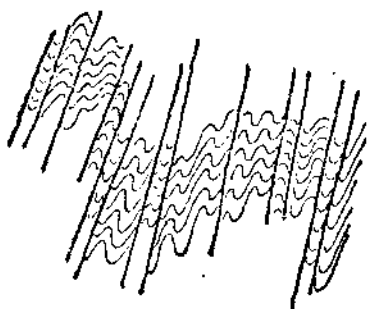
Трещиноватость и отдельность также свойственны метаморфи-

ческим породам. Трещины экзокинетические мы встретим при динамометаморфизме, пиззоконтактовом метаморфизме и пиззокристаллизации, причем расположение их укажет нам направление горообразовательной силы и будет совпадать с расположением сланцеватости и слоистости. Трещины эндокинетические, зависящие от охлаждения расплавленных или подогретых при метаморфизации пород, мы должны наблюдать при всех категориях метаморфизма, за исключением динамического; но данных в этом отношении очень мало и изучение такой трещиноватости очень желательно. Так как породы иногда подвергаются действию горообразовательной силы и после своей метаморфизации, то экзокинетические трещины могут обнаружиться и при всех категориях метаморфизма, но в этом случае должны по своему расположению отличаться от тех, которые обусловлены самим метаморфизмом.



Фиг. 77.

В динамометаморфических породах, особенно в плотных и мелкозернистых, сильно развивается кливаж (вторичная, ложная сланцеватость), плоскости которого расположены перпендикулярно направлению давления и поэтому часто пересекают плоскости наслоения под тем или иным углом, обыкновенно падая круто. Они могут совершенно маскировать на-



Фиг. 78.

слоение в глинистых сланцах, филлитах, мелкозернистых гнейсах. В более грубозернистых породах плоскости кливажа располагаются менее часто, но в иных случаях также обуславливают ложную сланцеватость, напр., на о. Арран, при перемежаемости конгломерата и сланца, в последнем развиты частые плоскости кливажа, а в первом вся галька повернута согласно этим плоскостям (фиг. 77). Плоскости кливажа иногда

служат плоскостями скольжения разделяемых ими тонких слоев породы друг по другу, что хорошо видно, напр., в гнейсах Тессина (фиг. 78), в доломитах Рети по смещению мелких складочек друг относительно друга: это называют кливажем размятия. Простираание и падение плоскостей кливажа должно быть измеряемо возможно чаще.

Из трещин отдельности в метаморфических породах всего чаще наблюдается плитковатая, реже полиэдрическая и кубическая. Плитковатая отдельность соответствует в породах осадочного генезиса прежнему наслоению или новой сланцеватости; то она нередко весьма ясна в породах изверженного генезиса. В гнейсах центральных массивов она часто параллельна трещинам отдельности сланцевой оболочки. Призматическая или стебельчатая отдельность иногда обусловлена тем, что плоскости двух сланцеватостей пересекаются под острым углом (стебельчатые, грифельные гнейсы). Она иногда появляется также в глинах, обожженных в контакте с эффузивной породой, причем

призмочки расположены перпендикулярно к плоскости контакта. Если в метаморфических породах наблюдаются признаки растяжения (*Streckung*), то в них обыкновенно видны резкие, более или менее частые поперечные трещины, пролегающие приблизительно перпендикулярно к плоскостям растяжения и сланцеватости. Перпендикулярно к последней, но параллельно растяжению пролегают продольные трещины, обыкновенно неровные и ребристые вдоль по растяжению. Часто с плоскостью сланцеватости совпадает еще третья система главных трещин. Если эти три системы комбинируются и пересекаются или под прямыми или под более или менее косыми углами, они создают кажущуюся кубическую или ромбоэдрическую отдельность.

Простираание и падение наслоения и сланцеватости в обнажении, а также растяжения должны быть измерены компасом. Для растяжения рекомендуют такой прием: записную книжку (жесткую) ставят вертикально на замеченную в обнажении линию растяжения и определяют компасом обычным способом по книжке азимут ее падения; затем ставят компас отвесно на линию растяжения и отсчитывают по клинометру угол падения. Для изображения на карте употребляют знак простираания и падения с добавлением стрелки, проложенной в одном из прямых углов, согласно определенному азимуту, и цифры угла падения. Направление растяжения часто остается постоянным на значительной площади, но углы падения подвержены большим колебаниям. Не редко простираание и падение слоистости или сланцеватости пород меняется значительно, а положение растяжения остается замечательно постоянным.

Цвет, структура и текстура метаморфических пород очень разнообразны в зависимости от минералогического состава и агентов метаморфизма. Цвета мы можем наблюдать все, начиная от белого и кончая черным. Роговики, исключая известково-силикатовые, имеют черный или бурочерный цвет, благодаря массе мельчайших чешуек биотита; тот же минерал обуславливает черный цвет некоторых гнейсов и иных слюдяных сланцев, тогда как обилие серицита или мусковита создает серебристо-белый цвет породы. Разные оттенки кирпично-красного, шоколадно-бурого и желтого цвета мы найдем у одних пород, обожженных при контакте с эффузивными породами, тогда как у других, в тех же условиях, увидим черный, серый или белый. Черный же цвет с зеленым оттенком обнаруживают богатые погосады, амфиболиты, а зеленые — в или хлоритов; зеленые оттенки. итым полевыми

пород вообще кристаллобластическая, в частности бывает:

1) Гомеобластическая или равномерно-зернистая, в том числе: а) зернистая или гранобластическая, называемая также мозаичной, мостовой, сотовой и роговиковой; она свойственна эклогитам, многим гранулитам и амфиболитам, большинству

кварцитов и кристаллических карбонатных пород, также многим обыкновенным контактово-метаморфическим породам (роговикам);

б) чешуйчатая или лепидобластическая, обусловленная обилием слюды, хлорита, талька и др. листоватых минералов и свойственная многим слюдяным и хлоритовым сланцам и гнейсам;

в) волокнистая или фибробластическая, обусловленная обилием игольчатых или волокнистых минералов, напр., в тонко-зернистых актинолитовых сланцах, нефрите. По взаимным отношениям составных частей различают еще пойкилобластическую и диабластическую структуры; первая свойственна многим зеленым и глаукофановым сланцам, вторая—амфиболитам, происшедшим из эклогитов.

2) Гетеробластическая или неравномернозернистая структура представляет, главным образом, порфиробластическую, соответствующую порфировидной изверженных пород; она встречается в порфироидах, серицитовых филлитах, биотитово-альбитовых и хлоритоидовых сланцах, некоторых амфиболитах. В инъекционных породах, еще недостаточно изученных в этом отношении, встречаются структуры кристаллобластические, аплитовые, пнеуматолитовые, контактовые по отдельным слоям или гнездам друг возле друга. Иногда в метаморфических породах сохраняются остатки первичных структур часто наполовину скрытых новыми; это реликтовые (остаточные) структуры, среди которых можно различать как таковые изверженных пород, обозначаемые соответственно терминами бластогранитная, бластофитовая, бластопорфировая, так и осадочных пород (бластопсефитовая, бластопсаммитовая и бластопелитовая). Наконец, динамометаморфическим породам свойственны различные катакластические структуры.

Текстуры метаморфических пород делят на две главные группы: 1) в первой распределение составных частей обусловлено первичной текстурой, к которой новая приспособлялась, это реликтовые текстуры; 2) во второй текстуры всецело созданы при метаморфизме и могут быть или чисто механические или обусловленные перекристаллизацией. Но комбинации обеих групп нередки.

В породах, измененных каустическим и нормальным контактовым метаморфизмом, большей частью сохраняются первичные текстуры, к которым приспособляются вторичные; в них, следовательно, можно наблюдать текстуры осадочных или изверженных пород. Динамометаморфическим породам и многим архейским свойственны параллельные текстуры, именно сланцеватая, чечевичная, волокнистая, полосчатая или ленточная, линейная. Сланцеватая может быть обусловлена или чисто механической деформацией, или же кристаллизацией; она представляет разности—собственно сланцеватую и чешуйчато-сланцеватую; чечевичная или волокнистая свойственна многим гнейсам и обусловлена очками более твердых составных частей (кварца, полевых шпатов, граната), вытянутыми среди мягких чешуйчатых или листоватых (слюды,

хлорита, серицита, амфиболов, талька); встречается еще плейчатая текстура, иногда даже в двух направлениях. Инъекционные породы рядом с массивной обнаруживают также очковую, жилковатую и полосчатую с переходами их друг в друга. Переплавленные породы обычно массивны, но обыкновенно с остатками сланцеватой или полосчатой текстуры. В порфиробластических породах появляются следы движения, обусловленные включениями текстур и их перемещением.

Граничные поверхности, т. е. контакт между изверженной и метаморфической породами или между двумя метаморфическими, отличающимися друг от друга (так, что в одной из них можно заподозрить измененную изверженную породу), должны быть изучены на месте особенно тщательно, так как во многих случаях они дают ответ на вопрос о причине метаморфизма. Контакт может быть ровный или неровный, с внедрением одной породы языками (апофизами) или тонкими пластовыми прожилками или сетью жил в другую, с включениями последней в первой. Нужно проследить характер обоих соприкасающихся пород в обе стороны от контакта, чтобы уловить их изменения с удалением от него и зарисовать контакт тщательно.

Включения наблюдаются обыкновенно вблизи контактов и свойственны породам пизокристаллического генезиса, т. е. бывшим первоначально изверженными и захватившим в свою массу обломки пород своей оболочки. Эти включения могут достигать огромных размеров, представляя целые глыбы, запутавшиеся в магме. При инъекции и гранитизации нередко замечаются как бы изолированные гнезда изверженного материала в метаморфизованной породе; но они всегда имеют в том или ином направлении связь, хотя бы самую тонкую, нитеобразную, с изверженной породой и поэтому являются включениями только кажущимися; они моложе окружающей породы, тогда как включение должно быть древнее таковой.

Наблюдая включения, нужно изучать их состав, форму, величину и вероятный генезис и брать образчики, иллюстрирующие это явление.

Прожилки и жилы разного состава весьма распространены и представляют обыкновенно кварц, кальцит (или оба вместе) или какую-либо изверженную породу; в качестве последних особенно часты разные аплиты и пегматиты, имеющие своим источником ту же массу интрузивной породы, которая обусловила метаморфизм, но нередко пересекающие и последнюю, а следовательно, происходящие из более глубоких горизонтов того же очага. Аплиты нередко постепенно переходят в кварцевые жилы, и подобные случаи важно констатировать, как доказывающие тождественность генезиса жил того и другого рода в данной местности. Пегматитовые жилы интересны для наблюдения, как в практическом отношении, благодаря содержащимся в них драгоценным или редким (радиоактивным) минералам, так и в теоретическом. Нужно наблюдать форму, строение и состав пегматитовых и аплитовых жил, собирая образчики из разных частей, как по мощности, так и по простиранию и падению. При обилии жил и прожилков, внедряющихся со стороны

массива или жилы изверженной породы в метаморфическую, или наблюдаемых в последней при отсутствии контакта, нужно вспомнить об инъекции и проследивать характер пород как в жилах и прожилках, так и в промежутках между ними, изучая особенно внимательно граничные поверхности.

Вкрапления распространены в метаморфических породах не менее, чем в осадочных или изверженных; в качестве таковых мы видим различные колчеданы, особенно пирит, в самых разнообразных породах, магнетит в хлоритовых сланцах, гранаты в слюдяных сланцах, гранулитах, кинцитите, некоторых гнейсах, ставролит, хиастолит в разных контактовых сланцах, турмалин, топаз, флуорит, разные пироксены, полевые шпаты, дистен, эпидот и т. д.; большею частью эти минералы образовались при самой метаморфизации породы и поэтому должны быть отнесены к *выделениям*: но иные, напр., колчеданы, магнетит, оловянный камень, внесены в породу позднее.

Полезные ископаемые встречаются в метаморфических породах довольно часто; исследователь должен обращать внимание на признаки, указывающие на присутствие таковых. Вкрапления колчеданов, магнетита в гнейсах, различных кристаллических сланцах, змеевиках, в последних также хромита, местами становятся настолько обильными, что вмещающая их порода может быть добываема в качестве руды. Иногда руда образует уже гнезда, даже штоки различной величины, а в других случаях мы видим рудные залежи, подчиненные известным пластам свиты метаморфических пород; известняки, наиболее чувствительные к процессам метаморфизма, особенно часто содержат в себе скопления тех или иных руд, и целый ряд месторождений железных, медных, реже цинковых, серебро-свинцовых и других руд подчинен кристаллическим известнякам в свитах гнейсов или иных кристаллических сланцев. Грейзену и цвиттеру подчинены месторождения оловянного камня, молибденита, вольфрамита, литинистой слюды, плавикового шпата, змеевикам—месторождения хромита, платины, золота и серебра и т. д. Жилы различного состава—кварцевые, кальцитовые, пегматитовые, пересекающие метаморфические породы, весьма часто являются рудоносными. Изверженные породы, являющиеся выносителями тяжелых металлов из недр земли, вместе с тем представляют главную причину метаморфизма; поэтому естественно, что в метаморфических породах сосредоточено очень много рудных месторождений; одни из них располагаются у самого контакта, другие—на большем или меньшем расстоянии от него, тогда как третьи остаются в пределах самой изверженной породы, подвергшейся процессу эндометаморфизма.

Водоносность метаморфических пород, наоборот, слабее таковой пород осадочных; благодаря кристаллическому строению, большинство первых является в малой степени водопроницаемыми и в малой же степени влагоемкими. Обильные водоносные горизонты в них представляют исключения и большею частью находятся в зависимости от каких-либо дислокационных трещин. Только с ослаблением степени метаморфизации

можно ожидать большей водоносности. Поэтому тем важнее обнаружение водоносных горизонтов, выходов источников из метаморфических пород, и в подобном случае нужно особенно внимательно изучить условия появления воды, тем более, что нередко источники являются минерализованными в большей или меньшей степени.

Определение времени и причин метаморфизма. Изучив свиту метаморфических пород в ряде обнажений, геолог должен попытаться дать ответ на важный вопрос, поставленный нами вначале. Время метаморфизма может быть определено в известных пределах с той или иной точностью, если метаморфизованные породы постепенно переходят в нормальные осадочные, а в последних находятся окаменелости или же возраст их указан соотношением с другими свитами, охарактеризованными окаменелостями. Это дает нам определение времени, после которого наступил метаморфизм, т. е. нижний предел. Напр., в метаморфизованной свите найдены окаменелости среднего девона; следовательно, метаморфизм мог иметь место не ранее конца среднего девона. Еще точнее мы установим этот предел, когда выясним причину метаморфизма и сопоставим наблюдения в целом районе. Предположим, что наш метаморфизованный средний девон в другой части района согласно покрывается верхним девоном и карбоном, а метаморфизм является следствием интрузии гранита, происшедшей во время или после складчатой дислокации обеих этих систем; ясно, что нижний предел времени метаморфизма подвигается вверх к концу карбона. Верхний предел времени мы определим по соотношению метаморфизованных пород и более юных уже не метаморфизованных. Пусть в том же примере на дислоцированном девоне и карбоне залегает несогласно триас, в составе которого есть конгломераты, содержащие гальку метаморфизованного девона. Из этого следует, что ко времени отложения триаса девон и карбон были уже дислоцированы и глубоко размыты, так как размыв коснулся метаморфизованных толщ, очевидно залегавших не у самой земной поверхности. Таким образом, метаморфизм должен был закончиться не позже конца пермского периода. Итак в нашем примере время метаморфизма определено от конца карбона до конца перми.

Большинство метаморфических пород принадлежит архейской эре, древнейшей в истории нашей земли, так что во многих случаях нижний предел времени метаморфизма не может быть определен с достаточной точностью; верхний же предел определяется концом альгонкского периода, если поблизости имеются неметаморфизованные кембрийские отложения, или же концом архейского периода, если в данном районе возможно отличить альгонкские отложения, метаморфизованные слабее или близкие к нормальным осадкам. В первом случае ясно, что метаморфизм имел место дважды, и по соотношению архейских и альгонкских пород и по степени их изменения нередко можно разделить оба периода метаморфизма.

Причина метаморфизма будет нам ясна сразу, если мы обнаружим контакт метаморфических пород с какой-либо изверженной породой

и проследим постепенное ослабление изменения с удалением от этого контакта. При этом, в зависимости от состава изверженной породы и характера измененной, согласно признакам, указанным в начале этой главы, нам не трудно будет установить, какая порода будет причиной метаморфизма — эффузивная или интрузивная, а в последнем случае — имел ли место нормальный контактовый метаморфизм, пнеуматолитовый или инъекционный. Но и при отсутствии видимого контакта и даже при отсутствии изверженной породы в исследуемом районе, во многих случаях по характеру метаморфизма удастся определить его причину. Наибольшую трудность представляют нам так называемые регионально-метаморфические породы, относительно которых мы часто будем в затруднении — приписать ли их изменение глубинному или пнеуматолитово-инъекционному метаморфизму. Признаки динамометаморфизма нужно искать в районах, где породы подверглись сильному давлению, т. е. интенсивной складчатости, крупным многочисленным сбросам и флексурам. В складках мы можем увидеть более или менее ясную сланцеватость горных пород с развитием более или менее обильных слюдистых минералов, особенно серицита, обнаруживающегося в виде шелковистого блеска плоскостей сланцеватости различных глинистых, песчаных и известковых сланцев, появление порфиroidов и псевдопорфиroidов, различных зеленых сланцев с хлоритом, эпидотом, мусковитом. Эти явления свидетельствуют о более или менее значительной глубине, на которой происходила складчатость пород. Наоборот, если преобладают разного рода трещиноватость, кливаж, катакластическая текстура — мы видим перед собой части складок, находившиеся во время горообразовательного процесса на небольшой глубине.

Вблизи линий крупных сбросов можно наблюдать более или менее сильное раздробление пород, превращающихся часто в брекчии на протяжении десятков, даже сотен метров, иногда целых километров (напр., по сбросу южного склона главной ступени хр. Майли в Джунгарии); в массивных породах появляется типичная катакластическая текстура, причем пироксены и роговые обманки обыкновенно превращены в хлорит и эпидот; глинистые сланцы смяты в кашу мелких обломков, связанных глиной; гнезда и прожилки вторичного кальцита обыкновенно обилуют в таких раздавленных породах, да и вообще особенно часты в дислоцированных районах, так как этот минерал чаще других отлагается в трещинах, обусловленных дислокациями.

Интересно проследить один и тот же пласт или толщу пластов в различных частях складки — в ее своде, мульде, крыльях — и выяснить модификации породы в зависимости от условий давления. Еще поучительнее было бы сравнение тех же пород, взятых из районов складчатости различной интенсивности, напр., при переходе от центральных частей горной страны к ее окраинам, причем образчики должны иллюстрировать все изменения, которые данная порода претерпела под воздействием динамометаморфизма разных степеней. На линиях крупных сбросов образчики должны быть взяты не только из породы перемятой,

катакластической, но и из той же породы нормальной в стороне от сброса. При детальной работе нужно брать и промежуточные образчики. Нужно проследивать зоны раздробления, смятия, милонитизации, определяя их мощность, простирание и падение и изучая их характер в разных частях. В динамометаморфических породах обыкновенно существует и должна быть выясняема связь с общей тектоникой данного района.

Наблюдая область обширного развития разнообразных гнейсов, перемежающихся с различными кристаллическими сланцами и амфиболитами и прерываемых выходами гранита, переходящего в гранито-гнейсы, сиенита, диорита с такими же переходами, многочисленными жилами пегматита, аплита, лампрофиров, приходится думать о полиметаморфизме и магматитах и предполагать очень древние породы, в большинстве случаев докембрийские, подвергшиеся сложным и многократным изменениям. Такие области, кроме Финляндии, представляет Сибирь, главным образом Восточная—хребты Кузнецкий Алатау, Саяны, Енисейский горст, Прибайкалье, Забайкалье и Амурская область, где, благодаря многократным поднятиям и глубокой денудации, у земной поверхности очутились очень древние образования. Южнорусская кристаллическая полоса, протягивающаяся от Азовского моря до Волыни, принадлежит к подобным же областям. Все эти области в отношении метаморфизма изучены еще очень мало, и геологу, которому выпадет эта задача, придется основательно знакомиться с литературой по Финляндии, Скандинавии, Германии, Канаде, где древние кристаллические сланцы изучены гораздо больше.

Другую картину представляет Урал; хотя и здесь, главным образом на восточном склоне, мы встречаем гнейсы и разнообразные кристаллические и метаморфические сланцы в связи с различными интрузивными, жильными и эффузивными породами, от самых основных до самых кислых, но облик этих пород иной; здесь была глубокая палеозойская геосинклиналь, подвергавшаяся неоднократно интрузиям и эффузиям в связи с сильной дислокацией. Мы встречаем здесь на ряду с динамометаморфическими зелеными сланцами, созданными из девонских эффузивов и частью интрузивов и связанными с первыми осадков, также и нормально-контактовые породы (напр., авгито-гранатовые), парагнейсы и магматические гранито-гнейсы, образовавшиеся на значительной глубине под действием гранитной магмы из девонских зеленых сланцев и зеленокаменных пород, продукты послевулканических процессов, следовавших за интрузией гранита, в виде эмсевигов, яшм, серицитовых сланцев; наконец, рассланцеванные габбро, перидотиты, эмсевики, созданные интенсивной дислокацией второй фазы.

При определении причины метаморфизма нельзя забывать, что контакт между изверженной и метаморфической породой может быть механическим, напр., обусловленным сбросом или сдвигом или же результатом отложения каких либо осадков на размытой поверхности изверженной породы; в первом случае контакт возник позже процесса метаморфизма, во втором—раньше последнего. И если в первом случае

изверженная порода, несмотря на механический контакт, все-таки может быть и причиной метаморфизма, то во втором случае эту причину нужно искать уже в другом месте. Внимательное изучение поверхности контакта, как указано в главе VI, всегда позволит установить с каким соотношением пород мы имеем дело в данном случае. Напр., на северном склоне хр. Джаир в Джунгарии, восточнее пикета Ямату можно видеть прекрасный контакт гранита и роговиковых сланцев, т. е. контактово-метаморфических пород, но наличие резкой катакlastической структуры в граните у контакта и раздробленность примыкающих сланцев показывают, что контакт является механическим. Он обусловлен одним из сбросов, свойственных всей местности. Тем не менее этот гранит является причиной метаморфизма сланцев, как обнаруживают обнажения в поперечных ущельях, выходящих за линию сброса, где контакт обеих пород является уже нормальным, обусловленным интрузией.

Сбор образчиков. В виду необходимости иллюстрировать образчиками для детальной кабинетной обработки все вариации и переходы метаморфических пород, количество собираемых образчиков должно быть значительно; лучше сэкономить на величине их, если условия передизия требуют этого. Образчики должны представить все изменения метаморфической свиты при удалении от какого-нибудь контакта как вкрест простирания, так и по простиранию, все вариации какой-нибудь динамометаморфической свиты вплоть до пород неизмененных, явления пнеуматолита, инъекции и гранитизации, вены и мигматиты, включения и вкрапления и т. д. Чем полнее будет коллекция, тем полнее и правильнее будут выводы. Так как при изучении метаморфических пород нельзя обойтись без микроскопа, то к каждому образчику должен быть взят осколок для шлифа, как указано в главе VI, а во многих случаях два или три—один в плоскости сланцеватости, второй перпендикулярно к ней и вдоль нее, а третий поперек.

Литература: 1) Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. Успехи петрографии в России. Петроград 1923 (Гл. X. Метаморфические породы и метаморфизм. Обзор развития взглядов, большой список литературы).

2) Обручев, В. А. Исторический очерк изучения докембрия Сибири. Зап. Мин. О-ва, ч. 52, 1925, стр. 220—439 (Полный список литературы по крист. и метам. сланцам Сибири).

3) Свистальский, Н. И. К вопросу о классификации кристаллических сланцев. „Геол. Вестн.“, I, стр. 20, 150 и 300, 1915.

4) Grubenmann, U., Niggli, P. Die Gesteinsmetamorphose. I. Allgemeiner Teil. Berlin, 1924 (Новейший труд о метаморфизме).

5) Бакланд, О. 1) Горные породы Полярного Урала и их взаимные отношения. Зап. Акад. Наук, XXVIII, № 3, 1912. 2) Кристаллические породы с северного побережья Сибири. Там же, XXI, № 7, 1923.

6) Лучицкий, В. Петрографическое исследование кристаллических пород Баварского леса. Зап. Киевск. О-ва Ест., 20.

7) Мейстер, А. Горные породы и условия золотосности южной части Енисейского округа. Геол. иссл. в золот. областях Сибири. Енис. район, вып. IX, 1910.

8) Обручев, В. О метаморфизме горных пород Олекминско-Витимской области и его причинах. „Геол. Вестн.“, III, 1917.

- 9) Пятницкий, П. Исследование кристаллических сланцев степной полосы юга России. Тр. Харьк. О-ва Ест., 32, 1893.
- 10) Свистальский, Н. Анортзитовые породы и пироксеновые крист. сланцы ЮЗ Прибайкалья. „Изв. Геол. Ком.“, 1915.
- 11) Сущинский, П. Материалы по изучению контактов глубинных пород с известняками в ЮЗ Финляндии. Труды СПб. О-ва Ест., XXXVI, вып. 5, 1912.
- 12) Усов, М. Район приисков О-ва Рудн. дела Тушетухановского и Цэцэнхановского аймаков в Монголии. „Горн. и Золот. Изв.“, Томск, 1914.
- 13) Усов, М. Фации и фазы интрузивов. Изв. Сиб. Отд. Геол. Ком., IV, вып. 3, Томск, 1925.
- 14) Barrell, I. Geology of the Marysville Mining District, Montana. A study of igneous intrusion and contact metamorphism. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. № 57, 1907.
- 15) Cornelius, H. Zur Frage der Beziehungen von Kristallisation und Schieferung in metamorphen Gesteinen. „Cbl. f. Min.“, S. 1—11, 1921.
- 16) Erdmannsdörfer, O. Mechanische Probleme bei der Bildung kristalliner Schiefer. Naturwiss., S. 340, 1920.
- 17) Holmquist, P. Typen und Nomenklatur der Adergesteine. Geolog. Fören. Förhandl., Bd. 43, H. 6—7, S. 632—642, 1922.
- 18) Kemp, I. Precambrian formations in the state of New York. XI Congr. géol. intern. Stockholm, I, pp. 699—721, 1910.
- 19) Koenigsberger, I. Die kristallinen Schiefer der zentralschweizerischen Massive etc. Там же, I, pp. 639—672.
- 20) Leith, C. and Mead, I. Metamorphic studies. Convergence to mineral type in dynamic metamorphism. „Journ. Geol.“, XXIII, № 7, 1915.
- 21) Sederholm, I. On regional granitisation (or anatexis) XII Congr. géol. intern., Canada, 319—324, 1913.
- 22) Sederholm, I. On migmatites and associated precambrian rocks of SW Finland. Bull. Comm. Géol. Finl., № 53, 1923.
- 23) Strahan, A. The subdivisions and correlation of the precambrian rocks of the British Isles. XII Congr. géol. intern., Canada, pp. 339—348, 1913.
- 24) Schmidt, W. Bewegungsspuren in Porphyroblasten kristalliner Schiefer. SB Wien Acad. Abt. I. Bd. 127, S. 293—310, 1918.
- 25) Becke, F. Struktur und Klüftung. Fortschr., d. Miner., Krist. und Petrogr., IX, S. 185—220, Jena, 1924.
- 26) Герасимов, А. Граниты окрестностей Константиновского прииска и их роль в образовании золотых россыпей. Мат. общ. и прикл. геол., в. 50, 1926.
- 27) Коленко, Б. Петрографические эскизы. III. Кордиеритовые гранулиты и келифитовая структура. Тр. Инст. Прикл. Мин. и Мет. НТО ВСНХ, в. 24. Москва, 1926. IV. Кристалл. известняки. Кальцифиры Белой выемки. Тр. Н. И. Инст. Петр. и Минер. 1 МГУ, в. 8, М. 1928.
- 28) Кротов, Б. Петрографические исследования южной части Миасской дачи. Тр. О-ва Ест. Каз. Ун., 47, в. 1, Казань, 1915.
- 29) Лодочников, В. Несколько интересных пород с южных отрогов Алтая. Зап. Мин. О-ва, 51, в. 2, 424—454, 1923.
- 30) Мейстер, А. Восточная окраина Ленского золотоносного района. Геол. иссл. золот. обл. Сибири. Ленский район, в. 10, 1914.
- 31) Свистальский, Н. Геологические исследования в Ципиканском золотоносном районе. Там же, в. 12, 1915.
- См. также описания отдельных листов геологической карты Амурско-Приморского, Ленского и Енисейского районов в том же издании, где много детальных характеристик кристаллических и метаморфических сланцев.
- 32) Падуров, Н. Н. Кристаллические сланды Иртышских гор. Мат. общ. и прикл. геол., в. 88, Л. 1929.
- 33) Born, A. Ueber zonare Gliederung im höheren Bereich der Regional metamorphose. „Geol. Rundschau“, № 1, 1930.

34) Eskola, P., Hackmann, Laitakari und Wilkman. Kalkstenen i Finland. Geol. Kom. i Finl. Geotekn. Medd., № 21, 263 стр., 1929 (Крист. известняки и скарны Финляндии).

35) Gillson, I., Williams, R. Contact metamorphism of the Ellsworth schist near Blue Hill, Maine. „Econ. Geol.“, № 2, 1929.

36) Hall, A. On the metamorphism of the lower Witwatersrand system in the Vredefort mountain land. Trans. Geol. Soc. Africa, 28, 135—176, 1926.

37) Harker, A. Normal regional metamorphism. Fennia, 50, № 36. Helsingfors, 1928.

38) McFarlane, G. Igneous metamorphism of coal beds. „Econ. Geol.“, № 1, 1929.

ГЛАВА VIII

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЯВЛЕНИЯМИ ДИСЛОКАЦИЙ

В отдельном обнажении мы обыкновенно видим только, являются ли пласты горизонтальными или наклоненными в ту или другую сторону, т. е. с залеганием не нарушенным или нарушенным; можем видеть также, залегают ли пласты согласно друг на друге или же часть их лежит несогласно на остальной части, причем та и другая части состоят из согласно залегающих друг относительно друга пластов. Обыкновенно только совокупность наблюдений в нескольких соседних обнажениях дает нам возможность выяснить характер того нарушения залегания т. е. дислокации, которая имела место. Более редко этот характер можно выяснить на основании осмотра одного обнажения; кроме того, никогда нельзя поручиться, что то, что мы видим в отдельном обнажении, не есть явление случайное или второстепенного значения, напр., складка при господствующих сбросах или сдвигах, или, наоборот, небольшой сброс при господствующей складчатой дислокации, или складчатость вторичная, даже иного направления, чем господствующая и т. п. Кроме того, нельзя забывать, что в некоторых случаях можно встретить и первичное негоризонтальное залегание пластов, именно: 1) на окраинах водного бассейна, где его дно поднимается к берегу и где осаждавшиеся пласты получали естественный, обыкновенно небольшой, наклон от берега; 2) вокруг какогонибудь островка или отмели, где пласты отлагались периклинально, т. е. с наклоном во все стороны от общего центра; 3) в конусах вулканов, где пласты туфов и потоки лавы также располагаются периклинально относительно одного или нескольких действующих жерл, и 4) при косом (диагональном) первичном наслоении — в дельтах, дюнах и барханах, в речных и береговых отложениях. Поэтому, наблюдая нарушенное негоризонтальное залегание слоев, нужно прежде всего убедиться, что мы не имеем дело с одним из этих четырех случаев. Ответ на это мы можем найти или в самом обнажении, изучая состав и строение слагающих его пород (напр., в случаях 3 и 4) или, чаще, по сопоставлению наблюдений нескольких соседних обнажений.

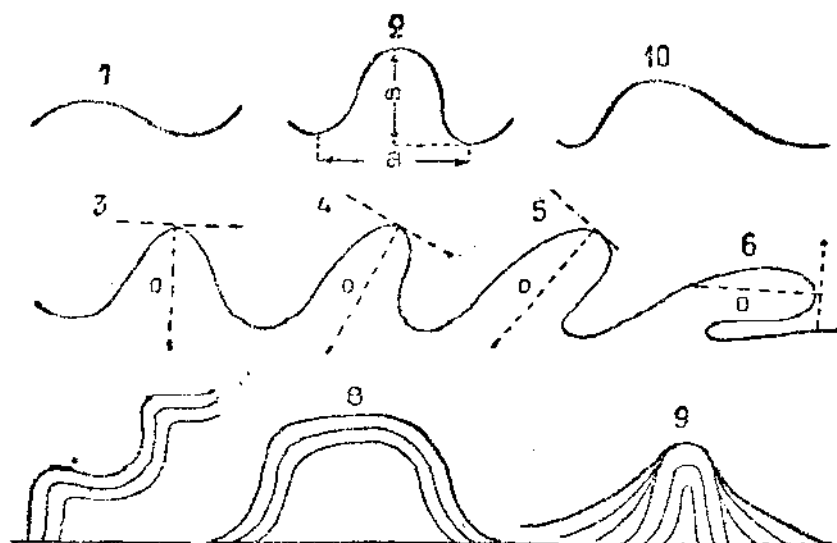
Признаки пликативной дислокации. При складчатой или пликативной дислокации мы видим, говоря вообще, пласты с нарушенным залеганием без разрыва сплошности, согнутые в так называемые складки,

анти-и синклинали или седла и мульды. Мы можем проследить, как один и тот же пласт сначала поднимается вверх под тем или другим углом, потом перегибается, образуя седло (свод), опускается вниз в противоположную сторону или в ту же, еще раз перегибается, образуя мульд, снова поднимается и т. д. Трещины, вообще свойственные всем горным породам в том или ином количестве, не нарушают общего впечатления непрерывности данного пласта, несмотря на его изгибы, даже очень крутые, а в породах очень мелко-зернистых, тонкослоистых или пластичных, как, напр., в различных сланцах или глинах, они могут даже совершенно отсутствовать и в самых сложных перегибах. Таким образом, признаком пликативной дислокации является не одно только нарушенное залегание пластов, которое свидетельствует о дислокации вообще, но и наличие складок.

Формы складок. Обнаружив в одном или нескольких обнажениях присутствие складок, геолог должен выяснить характер таковых: являются ли они плоскими или крутыми, прямыми, косыми, опрокинутыми или лежащими, стулообразными, сундучными или диапировыми (фиг. 79), какова высота складки и ширина ее (B и a фиг. 79); является ли складчатость слабой или сильной, простой или сложной, т. е. имеются ли перегибы только в седлах и мульдах или же на крыльях главных складок видны еще складки более мелкого масштаба, так называемые второстепенные, нет ли пloidчатости, т. е. совсем мелких складочек с высотами в 1—10 мм, замечаемых обыкновенно в сланцах при сложной складчатости; нет ли более сложных или мелких складок только в толщах более мелкозернистых и тонкослоистых пород, как сланцы, или более пластичных, как глины, тогда как перемежающиеся с этими сланцами или глинами пласты каких-нибудь песчаников, известняков, конгломератов образуют простые складки (фиг. 80). Отдельные складки могут быть также симметричными (фиг. 79, 1, 2, 3) и несимметричными (фиг. 79, 10) и изоклинальными, т. е. с наклоном крыльев в ту же сторону под тем же углом (фиг. 79, 5). Перегибы в седлах и мульдах могут быть плавные (фиг. 79) или резкие, углом (фиг. 81). Складки с поднятыми пластами, падающими в обе стороны от высшей точки, называются в общем *антиклинальными*, а складки с опущенными пластами, падающими с обеих сторон к низшей точке—*синклинальными*. Внутренние пласты антиклинали составляют ее ядро; они всегда древнее наружных пластов. Внутренние пласты синклинали составляют ее ядро, но они всегда моложе наружных слоев; это нужно помнить при соединении данных отдельных обнажений в общий разрез складчатости, в профилях и на геологической карте. Антиклиналь вместе с соседней синклиналью составляют полную складку.

Осью или, вернее, **осевой плоскостью** складки называется плоскость, проложенная перпендикулярно к касательной, проведенной к точке перегиба седла или мульды (O на фиг. 79); в поперечном разрезе складки она представляет прямую линию, вертикальную в прямых складках, наклонную под тем или другим углом в косых и опрокинутых, горизон-

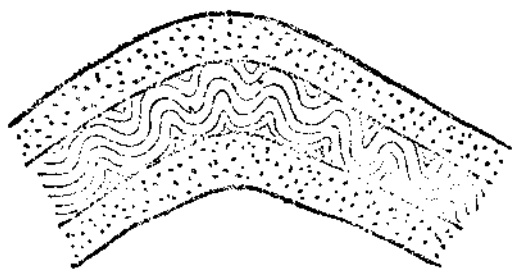
тальную в лежачих. В плане, т. е. на геологической карте, оси складок также изобразятся в виде линий, но только далеко не всегда прямых, а часто дугообразных, волнистых или ломаных. Отдельное обнажение обыкновенно дает нам поперечный прямой или косой разрез складки или



Фиг. 79.

ее части, гораздо реже продольный разрез; простираение и форма оси складки в плане определяется по наблюдениям в целом ряде обнажений. Складка не может тянуться до бесконечности; она всегда где нибудь начинается и где нибудь кончается; если длина складки приблизительно равна ее ширине—мы имеем складку куполообразную; если длина в 2—3

и до 5 раз больше ширины, складки называют брахискладками, т. е. короткими (брахиантиклиналями и брахи-



Фиг. 80.



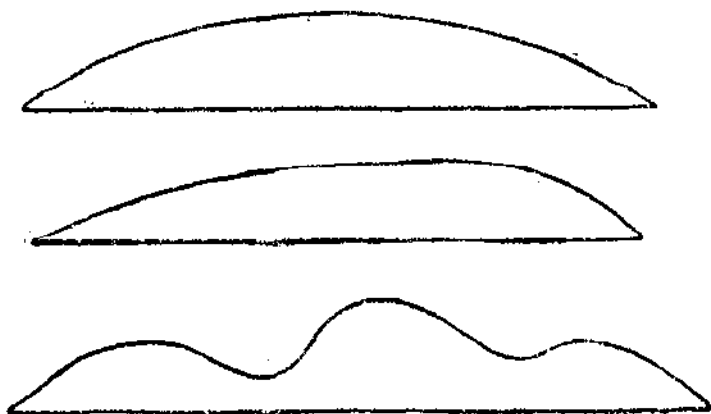
Фиг. 81.

синклиналиями). Начало и конец складки по длине называют ее затуханием. В продольном разрезе гребень складки может представлять дугу симметричную или несимметричную, но часто представляет волнистую линию, т. е. складка то поднимается выше, то опускается (фиг. 82); при опускании говорят о погружении оси, при поднятии—о воздымании ее. Вдоль по складке, особенно длинной, может меняться и наклон крыльев, так что складка в одном месте прямая, далее по своему протяжению делается косой, затем опрокинутой и даже лежачей. Выпрямление лежачих или опрокинутых складок к месту их затухания неизбежно, так как мы теоретически не можем даже представить себе складку опрокинутую, тем более лежачую, на всем ее протяжении. Может меняться и сложность

складчатости: складка в начале простая, далее может сделаться очень сложной с второстепенными изгибами и пloyчатостью одного крыла или обоих; и это теоретически необходимо, так как мы не можем себе представить складку уже сложную в самом месте ее затухания. Наконец, хотя в общем оси складок при значительном протяжении имеют в плане вид плавных плоских дуг, но в отдельных местах и случаях могут представлять большие неправильности—крутые, даже эс-образные изгибы.

То, что сказано об отдельной складке, приложимо и к целой системе складок, которая, как бы ни была сложна в известных местах, к началу

и концу должна упроститься; надвинутые друг на друга, сжатые, опрокинутые, сложные складки в ту и другую сторону постепенно расходятся, упрощаются и затухают одна за другой.

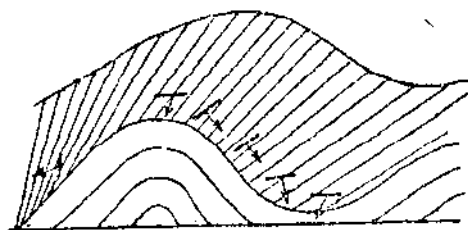


Фиг. 82.

Определение простирания складок. Измерения простирания и падения пластов в отдельном обнажении показывают условия залегания только

в маленькой части какой нибудь складки и судить по ним о простирании последней совершенно невозможно; только совокупность наблюдений во всей исследуемой местности позволит восстановить достаточно полно картину складчатой дислокации. При детальной работе, в особенности при составлении пластовых карт, мы можем проследивать один и тот же пласт, характеризуемый его ископаемыми или ясными петрографическими признаками, от обнажения к обнажению, часто и в промежутках по выходам голов или продуктам выветривания, и выяснять все его даже мелкие изгибы, нанося их на карту; при этом постепенно вырисовываются направления крыльев отдельных складок, и проложение их осей, погружений и затуханий не составит затруднения. При менее детальной, тем более при маршрутной работе выяснение складчатости гораздо труднее, так как мы редко можем встретить на маршруте несколько раз тот же пласт, а должны довольствоваться наблюдениями над целыми толщами или свитами того же возраста или состава. При этом нужно помнить, что простирание пластов далеко не всегда параллельно простиранию оси складки, а в местах погружения или затухания направлено под углом более или менее острым или даже прямым к оси. Напр. (фиг. 83), если обнажение представляет разрез складки в области погружения оси в сторону наблюдателя, то простирание и направление падения будут резко меняться в разных, даже соседних точках на своде и крыльях; и если мы сделаем только одно измерение, то можем получить цифры, совершенно не соответствующие простиранию оси; не-

сколько же измерений выяснят нам в чем дело. Если это обнажение представляет только часть крыла складки, то по произведенному измерению нельзя судить о простирании оси. Если та же складка видна по соседству, напр., на противоположном склоне долины или на другом берегу реки, то ось складки можно определить, провизировав компасом с одного обнажения на другое. Имея измерения простирания для обоих крыльев той же складки, мы можем получить простирание ее оси, взяв среднее из обоих, но при условии, что углы падения крутые, так как вблизи места затухания или погружения углы большей частью бывают не крутые, и крутое падение говорит в пользу того, что мы измеряли вдали от такого места. Но точность и в этом случае небольшая, так как складка могла быть асимметричная или же в крыле мог быть второстепенный изгиб. Всего надежнее выводить среднее из целого ряда наблюдений в исследуемом районе, сделанных над простиранием одной и той же свиты или двух-трех свит, дислоцированных согласно друг с другом; но при этом нужно выделить из ряда наблюдений все измерения, отличающиеся по азимуту на $60-90^\circ$ от большинства, так как они скорее всего будут соответствовать местам затухания, погружения осей или местным изгибам крыльев. Напр., если в нашем районе из 50 измерений 40—45 колеблются в пределах $NO\ 30-60^\circ$, а остальные 5—10 дают $NW\ 330-350^\circ$, то среднее из первых, напр., $NO\ 42^\circ$, даст нам достаточно точно направление осей. Даже в случае брахиантиклиналей, более или менее близкие друг к другу азимуты будут в большинстве, хотя бы небольшом, и только при куполообразных складках преобладания каких-нибудь азимутов не будет, но в этом случае нельзя говорить и об осях. При всяких же других складках, согласно теории вероятностей, большинство случайных измерений должно прийти на крылья вне мест затухания или погружения.



Фиг. 83.

На это обстоятельство—различную ценность измерений в разных местах складки для определения направления ее оси—в литературе внимание обращено только недавно (см. № 55 в списке). Можно думать, что игнорированием этого объясняется тот факт, что во многих геологических отчетах говорится, что в данной местности наблюдается два направления складчатой дислокации, напр., одно выраженное сильнее и более древнее— NO , а другое слабее и моложе— NW . Во многих случаях это второе направление в действительности будет соответствовать только погружениям и затуханиям тех же складок NO , а не позднейшей складчатости NW . О повторной складчатости скажем ниже.

Направление орогенетического давления. Наблюдения на более значительной площади могут дать достаточный материал для суждения о среднем направлении осей, которое в свою очередь позволяет судить и о направлении горообразовательной силы, как известно,

перпендикулярном к среднему направлению осей складок. Труднее решить вопрос, с которой стороны действовала эта сила, так как при том же направлении осей, напр., NO—SW, она могла действовать или с NW, или с SO. Ответ получается обыкновенно на основании изучения направления осей складок в целой горной системе или в значительной части ее, так как на большом протяжении складки редко являются прямолинейными, а представляют более или менее плоские дуги, обращенные в большинстве случаев своей вогнутостью в ту сторону, откуда действовала горообразовательная сила. Таким образом, если складки в общем простираются NO—SW и обращены своей вогнутостью на NW, то горообразовательная сила действовала с NW на SO.

Некоторые полагают, что присутствие опрокинутых или неравнобоких складок решает вопрос о направлении действовавшей силы; напр. если складки опрокинуты на NW или если более пологие крылья их наклонены на SO, а более крутые на NW, то сила действовала с SO. Но согласно наиболее распространенным взглядам на образование складчатых систем в геосинклиналях, которые представляют наиболее податливые зоны земной коры, расположенные между менее податливыми участками, тангенциальное давление исходит от последних и геосинклиналь сжимается между ними, как между щеками тисков; при этом складки наклоняются и опрокидываются в сторону этих щек, т. е. в обе стороны от некоторой средней линии—оси геосинклинали; следовательно в одной и той же складчатой зоне мы найдем складки опрокинутые одни в одну, другие в другую сторону и притом в сторону действовавшей силы давления. Поэтому более надежным признаком является вогнутая сторона дугообразных складок.

Область, лежащую впереди складчатой зоны, на которую последняя надвигается, называют *Vorland*, а также рамой (*Rahmen*) или порогом (*Schwelle*).

Сочетания складок. Отдельные складки нередко соединяются друг с другом, причем это соединение может происходить различным образом. Если сходятся две складки того же простирания, то одна из них приближается к другой или постепенно, так что соединение происходит под очень острым углом (фиг. 84а), или же изгибается быстро и угол становится менее острым (фиг. 84б). Складки различного простирания перед соединением или обе постепенно меняют свое направление и тогда сливаются плавно под тупым углом (фиг. 84в), или же, наоборот, отклоняются значительно от среднего направления и сливаются, образуя более или менее острый входящий угол (фиг. 84г); первый случай свойствен складкам прямолинейным или в виде очень плоских дуг, тогда как второй—складкам сильно дугообразным. Соединение складок разного простирания называется смыканием (*Schaarung*). Смыкание может иметь место и у складок того же направления, когда отдельные дуги соединяются своими крыльями (фиг. 84д). В других же случаях одни крылья (напр., все левые) протягиваются дальше, чем другие (напр., все правые), являясь как бы господствующими; такое соединение дуг называется

сцеплением (*Kettung*) складок и может иметь место и у складок разных направлений (фиг. 84e). Случай фиг. 84г можно рассматривать так же, как поворот назад или загиб (*rebroussement*) дуги одной и той же складки. Фестоны или гирлянды складок с таким смыканием входящими углами опоясывают всю южную Азию от Анатолии до Индо-Китая; отдельные дуги обращены вогнутостью к северу и смыкаются друг с другом под острыми углами поворота (*angles de rebroussement*), открытыми на юг, т. е. в направлении опрокинутости складок.

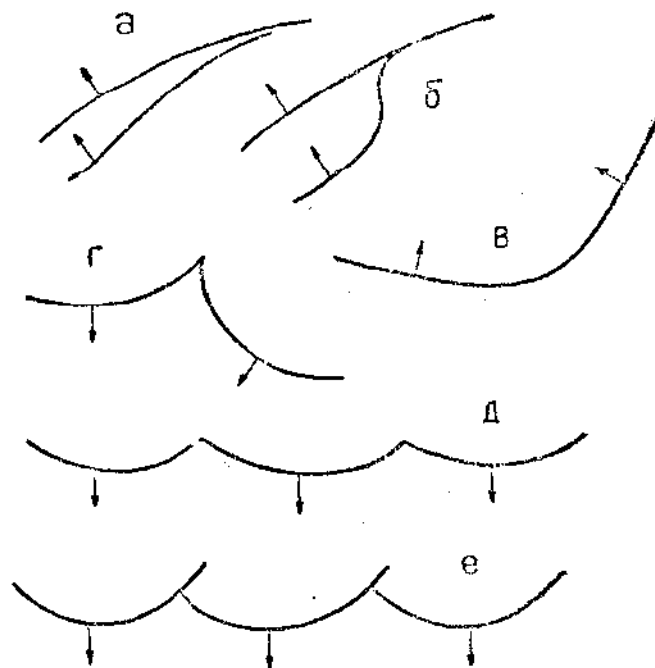
В случае соединения складок (фиг. 84, а и б) следует различать соединение опрокинутых в том же направлении от такового опрокинутых в разные стороны.

Складки могут соединяться в группы и образовывать целый пучок складок или тектоническую зону. При расхождении складок в виде снопа мы имеем дело с виргацией (фиг. 85а). Если же складки, разделившись, опять соединяются, то такая складчатость называется миндалевидной (фиг. 85б). Она часто встречается в древних нагорьях Западных Альп.

Пучки складок редко тянутся на большое расстояние; когда же они прерываются, соседний пучок меняет свое направление, становясь продолжением прервавшегося. Это называется подставой или замещением (*relaiement*) и очень часто встречается на краю горных цепей, где складки, шедшие сначала параллельно, могут замещать одна другую и образовывать внешние отроги (фиг. 85в).

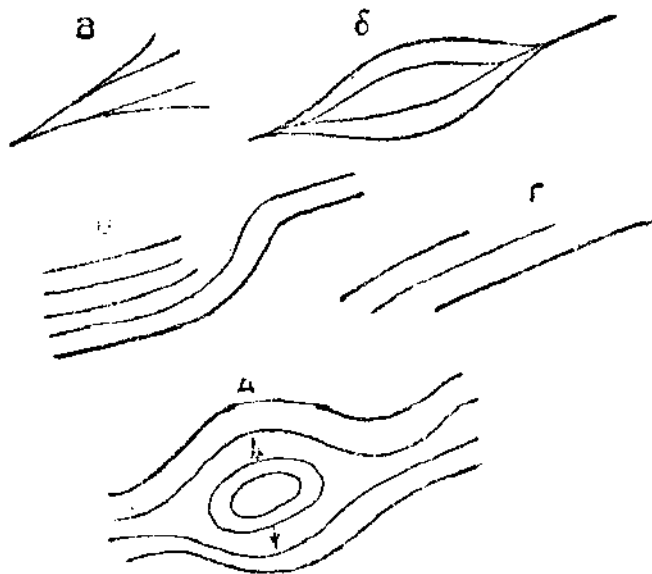
Если одна складка кончается раньше, чем соседняя с ней, и это явление повторяется в ряде складок, то оно называется кулисами (фиг. 85г). Вокруг купола или котловины (чаши) складки или пучки складок отклоняются, обрисовывая более или менее точно их очертания; многочисленные примеры этого наблюдаются в верхнем Провансе (фиг. 85д).

Как отдельная складка может делать волнообразные изгибы вдоль своей оси, так и группа складок может иметь более выдающиеся вверх (воздымающиеся) и более низкие части (фиг. 86). Поэтому различают области воздымания и области погружения. Если провести касательную к седлам какого-либо слоя во всей группе складок, то в области воздымания она очертит купол, а в области погружения—чашу. В первой



Фиг. 84.

будут выведены на поверхность самые древние слои данной местности, а во второй самые юные, независимо от того, являются ли эти юные слои сами складчатыми или же отложились во впадине уже после образования складок, которые как

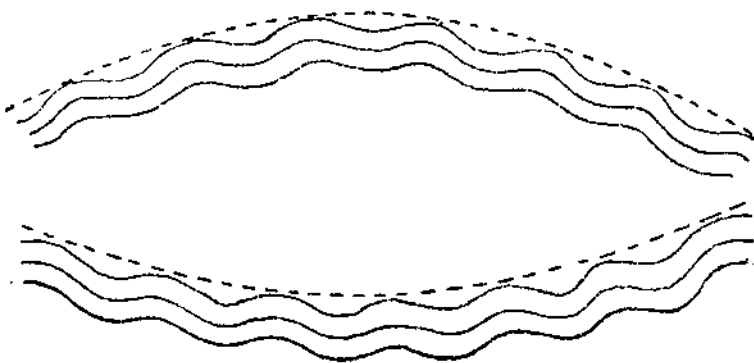


Фиг. 85.

бы утонули или погрузились в этот покров, как они погрузились бы под уровень воды, если бы она залила впадину, соответствующую области погружения.

Складчатость в разнородных толщах. Так как горные породы далеко не однородны, т. е. в различной степени пластичны, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, то это обстоятельство должно так или иначе отражаться на характере складчатости.

Напр., уменьшение мощности какой-либо свиты в горизонтальном направлении определяет линию слабости пород, вдоль которой складчатость может проявиться особенно интенсивно. Если во время образования складок перегибы седел размываются, то, при продолжающемся напоре, в этих местах получают разрывы, сопровождаемые надвигами, получившими даже наименование эрозионных (по В. Willis, фиг. 87). Неоднократно отмечалось, особенно в Альпах, что такие явления, как купола, складки-сдвиги, поверхности надвигов, часто совпадают с изменениями фаций в горизонтальном направлении.



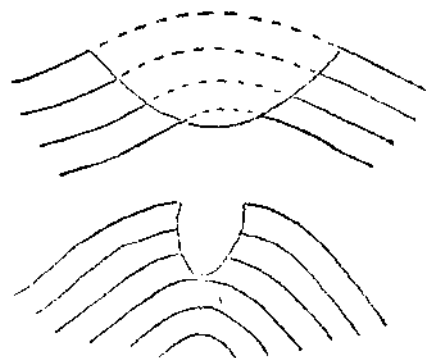
Фиг. 86.

В свитах, разнородных в вертикальном направлении, замечается разнообразие не только размера складок, но и числа их в слоях различной пластичности. Так, в песчаниках, толстослоистых известняках и т. п. твердых и мало пластичных породах мы увидим складки более простые, а в перемежающихся с первыми более пластичных сланцах — еще мелкие второстепенные складки и складочки, даже опрокинутые или лежащие. Такая складчатость называется *дисгармонической* (фиг. 80), в противоположность *гармонической*, при которой складки всех отдельных пластов одинаковы. При наличии складок опрокину-

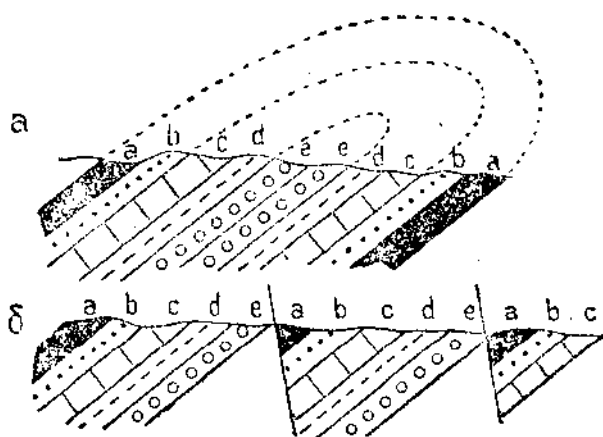
тых или лежащих мы видим часть наблюдаемых нами пластов одной и той же толщи в опрокинутом положении, т. е. более юные лежат под более древними, а не над ними. Разобраться, как лежат пласты, мы должны на основании особенностей плоскостей напластования (волноприбойных знаков, трещин усыхания, отпечатков дождевых капель и следов бродивших и ползавших животных, псевдоморфоз кристаллов, корней растений, положения одиночных кораллов и створок раковин, диагонального наслоения), как указано в главе IV.

При отсутствии таких признаков внимательное изучение обнажения в петрографическом и палеонтологическом отношении одного пласта за другим нередко позволяет выяснить наличие повторяемости известных характерных пластов, причем если пласты повторяются то в одной последовательности, то в обратной, напр., *a b c d e d c b a b c d e d c b a*, мы несомненно видим перед собой опрокинутые складки (фиг. 88а), а если по-

вторение идет в той же последовательности, напр., *a b c d e a b c d e a b c d e*, то перед нами должен быть сброс, хотя бы трещины сбрасывателей не были видны (фиг. 88б). При этом исчезновение какого



Фиг. 87.



Фиг. 88.

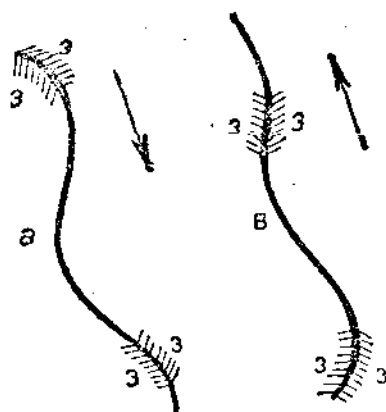
либо пласта в той или иной части серии не должно нас смущать, так как он мог выклиниваться или быть выжатым при складчатости или опуститься ниже земной поверхности при сбросе.

Наконец, если в свите имеется не один, а несколько пластов, содержащих окаменелости, то по относительному возрасту таковых можно установить, лежат ли более юные

пласты выше более древних, или наоборот. Но если возраст их близкий, напр., той же зоны или горизонта одной системы, то выяснение вопроса на месте будет возможно только для лица, очень опытного в палеонтологии этой системы, в большинстве же случаев его придется отложить до обработки собранного материала.

Признаки дизъюнктивных дислокаций. Если в каком либо обнажении мы находим трещину, пересекающую целую свиту пластов, и пласты этой трещиной оборваны, так что продолжение каждого из них по другую сторону трещины расположено выше или ниже или даже совершенно отсутствует, то мы имеем дело с дислокацией дизъюнктивной. Задачей геолога является определение, представляет ли эта дислокация

сброс или взброс; какое простирание и падение имеет трещина (сбрасыватель); какова стратиграфическая высота сброса; является ли сбрасыватель простым или ветвящимся, включающим пакеты пластов, брекчию трения, какие либо отложения минералов, прожилки или жилы минералов или изверженной породы. Отличить сброс от взброса можно только, если сбрасыватель не падает отвесно; в первом случае пласты перемещены висячем крыле вниз, а во втором—вверх относительно своего продолжения в лежащем крыле. Но если свита состоит из пластов совершенно однообразных, напр., одинаковых сланцев или песчаников, то найти продолжение одного и того же пласта по обе стороны сбрасывателя невозможно; в этом случае может выручить неодинаковая толщина пластов, а если и этот признак отсутствует, то о направлении перемещения судят по загибу голов пластов; при сбросе они в лежащем боку загнуты у сбрасывателя вниз, а в висячем—вверх, при взбросе же наоборот. Далее, на поверхности сбрасывателя мы нередко находим на головах пластов или на новообразованиях минералов отполированные или изборозжденные при движении площадки (зеркала),



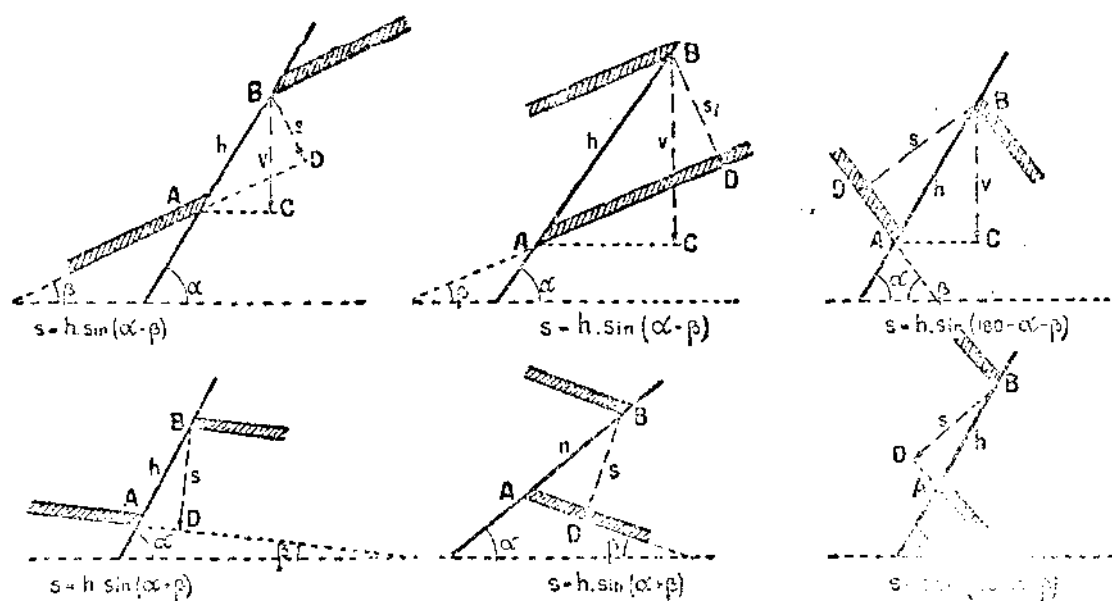
Фиг. 89. з—зеркала, а—сброс; в—взброс.

имеем ли мы дело со сбросом или со взбросом. Если сбрасыватель представляет не прямолинейную, а несколько изогнутую поверхность, то зеркала будут расположены при сбросе на нижней части выпуклости висячего и вогнутости лежащего бока и на верхней части выпуклости лежащего и вогнутости висячего бока (фиг. 89а), а при взбросе обратно—на верхней части выпуклости висячего и вогнутости лежащего бока и на нижней части выпуклости лежащего и вогнутости висячего бока (фиг. 89в). Затем при нащупывании пальцем по зеркалу в направлении движения получается ощущение гладкой, а в противоположном направлении—слегка шероховатой, занозистой поверхности. Наконец, шрамы в направлении движения обыкновенно становятся шире, но менее глубокими, так как бороздивший угол или выдававшееся твердое зерно при трении постепенно стиралось. Кроме того, в одной и той же ограниченной местности обыкновенно господствуют смещения одного типа, напр., сбросы. Все эти признаки в совокупности позволяют определить в большинстве случаев тип смещения, что имеет особенное значение при разведках полезных ископаемых для скорейшего нахождения оторванкой и смещенной части пласта или жилы. По шрамам на поверхности сбрасывателя легко можно определить азимут направления смещения и угол его наклона. Для этого ставим записную книжку отвесно вдоль по шраму, прикладываем к ней сбоку компас в горизонтальном положении, северным концом по направлению падения, и делаем отчет по северному концу стрелки, а затем клинометром компаса определяем угол падения шрама, приложив его вертикально к корешку книжки или

Если сбрасыватель представляет не прямолинейную, а несколько изогнутую поверхность, то зеркала будут расположены при сбросе на нижней части выпуклости висячего и вогнутости лежащего бока и на верхней части выпуклости лежащего и вогнутости висячего бока (фиг. 89а), а при взбросе обратно—на верхней части выпуклости висячего и вогнутости лежащего бока и на нижней части выпуклости лежащего и вогнутости висячего бока (фиг. 89в). Затем при нащупывании пальцем по зеркалу в направлении движения получается ощущение гладкой, а в противоположном направлении—слегка шероховатой, занозистой поверхности. Наконец, шрамы в направлении движения обыкновенно становятся шире, но менее глубокими, так как бороздивший угол или выдававшееся твердое зерно при трении постепенно стиралось. Кроме того, в одной и той же ограниченной местности обыкновенно господствуют смещения одного типа, напр., сбросы. Все эти признаки в совокупности позволяют определить в большинстве случаев тип смещения, что имеет особенное значение при разведках полезных ископаемых для скорейшего нахождения оторванкой и смещенной части пласта или жилы. По шрамам на поверхности сбрасывателя легко можно определить азимут направления смещения и угол его наклона. Для этого ставим записную книжку отвесно вдоль по шраму, прикладываем к ней сбоку компас в горизонтальном положении, северным концом по направлению падения, и делаем отчет по северному концу стрелки, а затем клинометром компаса определяем угол падения шрама, приложив его вертикально к корешку книжки или

к шраму. Определение стратиграфической, т. е. наиболее важной высоты сброса или взброса производится тригонометрически; зная наклонную высоту h , угол падения сбрасывателя α и угол падения пластов β , мы получим из треугольника ABD , что стратиграфическая высота s равна h на синус противолежащего угла; последний при согласно падающих сбросах и взбросах всегда равен $\alpha - \beta$, при несогласно же падающих он равен $\alpha + \beta$, если угол между сбрасывателем и висячим боком пласта в висячем крыле больше прямого, и $180^\circ - (\alpha + \beta)$, если этот угол меньше прямого; при прямом угле $s = h$. Вертикальная же высота v всегда равна $h \cdot \sin \alpha$ (фиг. 90).

Сравнивая простирание и падение сбрасывателя с таковым пластов свиты, мы должны выяснить, будет ли сброс по простиранию, со-



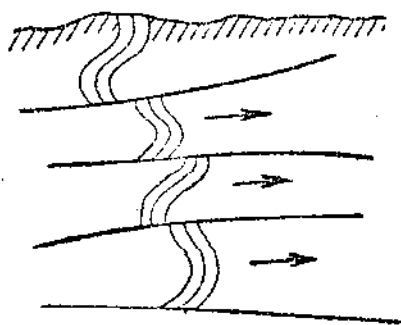
Фиг. 90.

гласно- или несогласнопадающий, или же сброс поперечный или диагональный.

Если трещина сброса не видна, напр., замаскирована наносом или по ней проложена рывтина, то присутствие дизъюнктивной дислокации обнаружится на основании тщательного изучения положения пластов по ту и по другую сторону перерыва, причем загибы голов, если таковые найдутся, сделают наше заключение более обоснованным. Значительно труднее судить о наличии дизъюнктивных дислокаций, если сбрасыватели вообще не видны. В этом случае только повторение тех же пластов в той же последовательности в двух или более соседних обнажениях (фиг. 886) может заставить предположить сброс или взброс, причем о категории дислокации, ее размерах и направлении перемещения часто нельзя будет вынести определенного суждения.

Еще труднее определение дизъюнктивной дислокации, связанной с горизонтальным перемещением, именно сдвига, так как таковое можно наблюдать хорошо только в обнажениях горизонтальных или полого наклонных, гораздо более редких, чем обнажения более или

менее вертикальные. При наличии такого обнажения о присутствии сдвига мы будем судить опять таки по разрыву и перемещению отдельных характерных пластов по ту и по другую сторону трещины и определим простираание последней, направление и величину перемещения. И в этом случае могут присутствовать загибы голов, зеркала, брекчии трения, пакеты, жилы. Но не следует забывать, что при поперечных и диагональных сбросах также получается кажущееся горизонтальное



Фиг. 91.

перемещение пластов, и если размыв уничтожил часть висячего крыла, до уровня поверхности лежащего крыла, то различить такой сброс от сдвига, при наличии только горизонтального обнажения, невозможно, если только нет, кроме того, складчатости. Если сдвиг произошел не по более или менее вертикальной, а по горизонтальной плоскости, то мы можем обнаружить его в вертикальном обнажении (фиг. 91).

Трещины сбросов и сдвигов иногда располагаются целыми сериями друг возле друга, и тогда в промежутках между ними вся масса горной породы часто оказывается перемятой, раздробленной. Такие пояса смятия очень важно констатировать и определить их мощность, простираание и падение; нередко они являются сильно водоносными, и в горных выработках из них сочится и струится вода. Но и отдельные сбросы или сдвиги часто служат путями для воды.

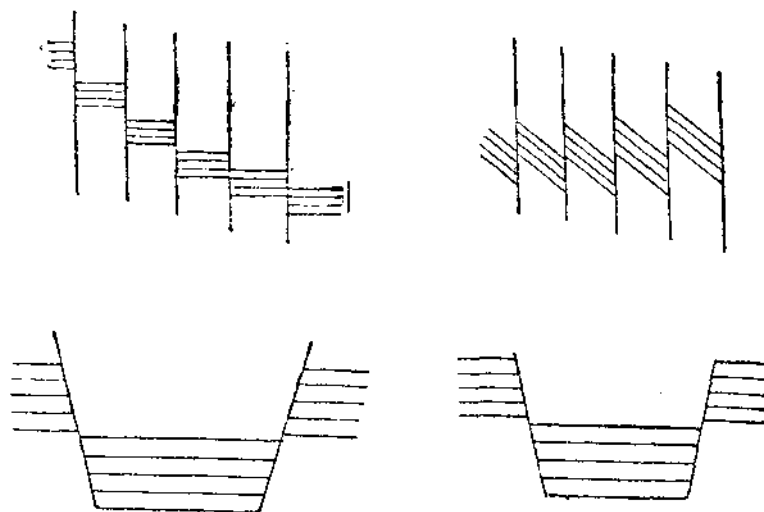
Флексуры или моноклинальные складки причисляются не к складкам, а к сбросам, хотя дислокация имела место без разрыва сплошности; но направление перемещения (вертикальное), наличие растяжения, а не сжатия пластов и переход многих флексур по простираанию в сбросы свидетельствуют о существенном отличии флексур от складок (фиг. 92). Обнаружив в обнажении флексуру, мы должны определить простираание и падение ее среднего колена и его длину, т. е. высоту перемещения; выяснить, является ли среднее колено вертикальным или наклонным, имеются ли в пластах его признаки растяжения, не переходит ли флексура по простираанию в сброс.



Фиг. 92.

Сочетания дизъюнктивных дислокаций, подобно таковым пикативных, весьма распространены; сбросы и взбросы, пролегающие приблизительно параллельно друг другу, создают или ступенчатые сбросы и взбросы, если направление смещения у всех однообразно, или горсты и грабены, если оно различно (фиг. 93). В плане плоскость дизъюнктивной дислокации изобразится в виде линии — прямой, дугообразной, волнистой или ломанной. При сочетании дислокаций, эти линии, подобно осевым линиям складок, могут соединяться друг с другом и разветвляться различным образом, образовывать параллельные

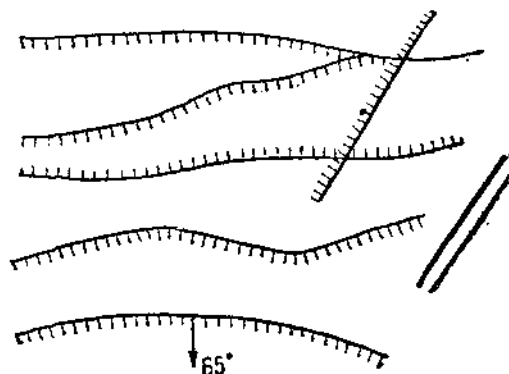
системы, пучки и сети; в последнем случае они пересекаются друг с другом, чего у складок не бывает (фиг. 94). В плане, т. е. на геологической или тектонической карте, сбросы и взбросы изображают сплошной линией, если они доказаны, и пунктирной, если предполагаются; поперечная стрелка и цифра угла падения при такой линии покажут направление падения сбрасывателя, а бахрома из коротких поперечных



Фиг. 93.

черточек проводится со стороны опущенного крыла; вместо бахромы можно провести более тонкую параллельную линию, но первая нагляднее. Сдвиг изображают также сплошной или пунктирной линией и параллельной ей стрелкой со стороны, подвергшейся перемещению.

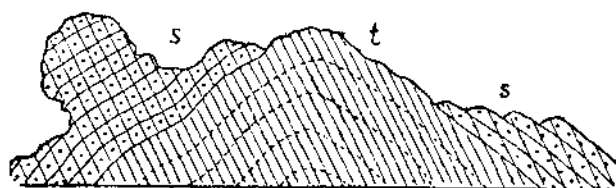
Геологи, работавшие в Донецком бассейне, ввели в литературу термин сбросо-сдвига, под которым понимается сдвиг, осложненный сбросом, т. е. при преобладающем горизонтальном смещении вдоль плоскости разрыва произошло еще более или менее значительное вертикальное смещение того или другого крыла; для некоторых сбросо-сдвигов этого бассейна горизонтальное смещение достигает тысяч, а вертикальное — сотен сажен. Этот тип смещений нужно изображать на карте линией с бахромой и параллельной стрелкой. Но нужно полагать, что наблюдение его возможно только при очень детальной съемке для составления пластовых карт в местности, достаточно богатой обнажениями или данными, собранными в подземных выработках.



Фиг. 94.

Экзокинетические трещины. О наблюдении и измерении трещин в горных породах мы говорили уже в предшествующих главах; здесь необходимо отметить, что нужно различать трещины отдельности или эндокинетические, обусловленные изменением объема самой породы

в связи с ее охлаждением, усыханием или гидратизацией, и трещины экзокинетические, обусловленные внешними силами и в большинстве случаев связанные с явлениями дислокаций. Наблюдая их, нужно различать трещины: а) сбросов, взбросов и сдвигов; б) поднятия или выпячивания; в) изгибов и г) давления. Трещины изгибов подразделяются еще на трещины складок и трещины скручивания, а первые, в свою очередь, на трещины излома (продольные, поперечные и диагональные), надвигания и расщепления (расслаивания). Трещины давления приобретают особенное значение в дислоцированных осадочных породах, где они обуславливают вторичную сланцеватость или кливаж, плоскости которого располагаются перпендикулярно направлению орогенетического давления; поэтому частое измерение их очень важно. В тонко-зернистых сланцах они часто совершенно маскируют истинное наслоение, распола-



Фиг. 95. Кажущееся несогласие вследствие различного развития кливажа в песчаниках *s* и сланцах *t*.

гаясь очень густо, тогда как в более грубо-зернистых становятся реже и менее гладки и правильны; это позволяет отличить их от наслоения или первичной сланцеватости при чередовании пород различной крупности зерна, но иногда создает впечатление несогласного залегания пластов (фиг.

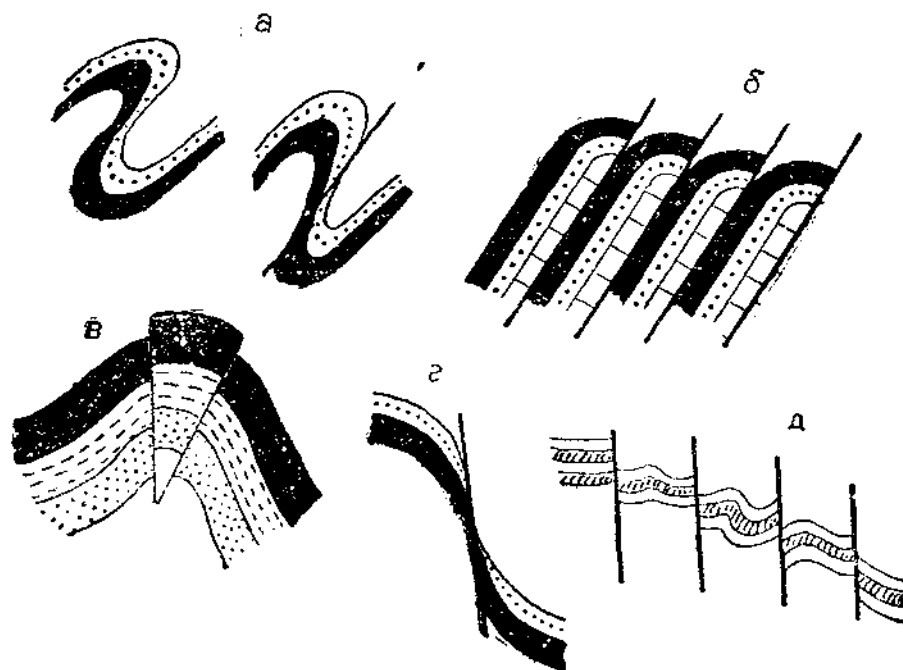
95). О развитии этих трещин в метаморфических и изверженных породах уже сказано в главах VI и VII. В динамометаморфизованных сланцах первичная сланцеватость иногда проявляется только узкими полосками, несколько отличающимися по крупности зерна или по цвету от преобладающей массы породы* и пересекающимися плоскости вторичной сланцеватости в том или другом направлении; по таким полоскам можно определить истинное залегание, измерив в нескольких местах (по соседству) азимут и угол наклона этих полосок тем же способом, который мы применяли при измерении шрамов на зеркалах, а затем сделав графическое построение, указанное в главе II.

Новейшее детальное изучение явлений кливажа в варисийских складках Германии, подвергшихся новому давлению во время альпийского орогenezиса, можно найти в труде Борна (см. список, № 73).

Сочетание складчатых и дизъюнктивных дислокаций. Во многих случаях мы наблюдаем в одной и той же местности наличие обеих главных категорий дислокаций, т. е. и складок, и сбросов или взбросов. При этом необходимо исследовать, являются ли эти разнородные движения одно-или разновременными, которое из них имело место раньше и которое имеет первенствующее значение для современного рельефа местности.

Одновременность движений того и другого рода не удивительна, если вспомнить, что при сильных сжатиях, обуславливающих складчатость пластов, в крыльях опрокинутых и лежащих складок может происходить значительное растяжение, достигающее до разрыва сплошности

(фиг. 96а): тогда получаются перебросы складок, нередко наблюдаемые в сильно складчатых районах и приводящие к образованию так называемой чешуйчатой структуры (фиг. 96б). Но и в прямых складках сжатие седла может разрешиться не только более сильным выпучиванием его, но и разрывами с поднятием маленьких горстов вдоль оси складки (фиг. 96в). В флексурах растяжение среднего крыла также может дойти до такой степени, что нарушится сплошность, пласты разорвутся и флексура на некотором протяжении перейдет в сброс (фиг. 96г). При ступенчатых сбросах отдельные ступени могут испытать сильное сжатие со стороны соседних ступеней, и в результате получится более или менее



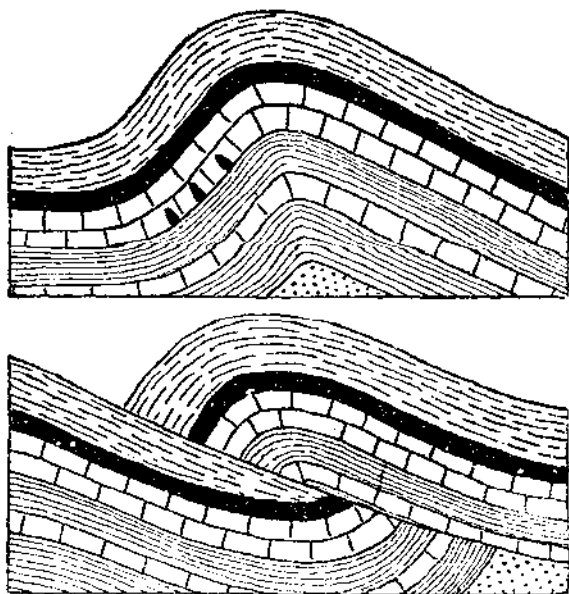
Фиг. 96.

сильная складчатость пластов (фиг. 96д). В первом примере все-таки господствующим явлением будет дислокация пликативная, а в последнем — дизъюнктивная, и движения иного рода только усложняют, но не затемняют общую картину.

Косые складки с одним длинным крылом, обращенным в сторону орогенетического давления, и другим коротким по направлению давления (step-folds американцев) имеют наклонность разрываться в коротком крыле и превращаются в складки-надвиги (фиг. 97) без сильного растяжения пластов, если среди более пластичных толщ залегают менее пластичные, напр., известняки или кварциты, которые разрываются в нижней части этого крыла. Подобные надвиги наблюдались в большом числе в Аппалачах Сев. Америки. И здесь взброс представляет явление второстепенное, а складчатость — главное.

В Кузнецком бассейне Усов наблюдал смещения в складках посредством взбросов по круто-падающим трещинам в крыле, обращенном в сторону орогенетического давления и сбросов, вернее надвигов, по полого-падающим трещинам в противоположном крыле (фиг. 98)

и объяснял это тем, что складки сначала образовались на большей глубине при условиях достаточной пластичности, а затем орогенез возобновился, когда толщи были уже ближе к земной поверхности и мало пластичны; посредством таких разрывов и смещений складка все-таки поддавалась действию давления и несколько переместилась по его направлению.



Фиг. 97.

И в этом случае складчатость явление главное, а разрывы с взбросами и надвигами—второстепенное и, кроме того, позднее.

Глыбовый надвиг представляет взброс, развившийся в горизонтально залегающих пластах по очень полого падающей трещине вблизи земной поверхности в мало пластичных толщах, подвергшихся сильному боковому давлению и подстилаемых более пластичными; первые не в состоянии изогнуться и раскалываются (фиг. 99а, б).

Надвиг может сделаться двойным (фиг. 99в) и сопровождаться складчатостью более пластичных толщ. В этом случае взброс уже представляет главное, а складчатость—второстепенное явление. К этой категории, но несколько иного характера, вероятно, относится надвиг хр. Салаира с ЮЗ на окраину Кузнецкого угленосного бассейна (фиг. 100) и по р. Ангаре выше гор. Иркутска; в обоих случаях мы имеем перекрытие молодых отложений более древними, на р. Ангаре—пресноводной юры кристаллическими сланцами архея, в Салаире—карбона и девона кембрием; но разрыв произошел не в горизонтально лежащих толщах, а имело место надвигание окраины древнего горста по одной из окаймляющих его трещин на горизонтально залегавшие толщи соседнего бассейна, обусловившее своим давлением второстепенную складчатость последних, в Кузнецком бассейне особенно сильную, связанную, с взбросами складок. В последнее время глыбовый надвиг с очень сильной складчатостью молодых отложений, надвинутых на более древние, обнаружен в Черных горах у северного подножия Кавказа (см. № 16 списка литературы).

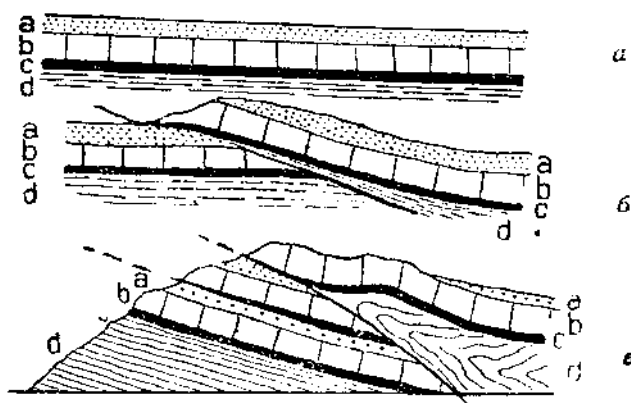


Фиг. 98.

Признаки шаррижа. При очень интенсивной пликативной дислокации, когда складки опрокидываются и ложатся одна на другую,

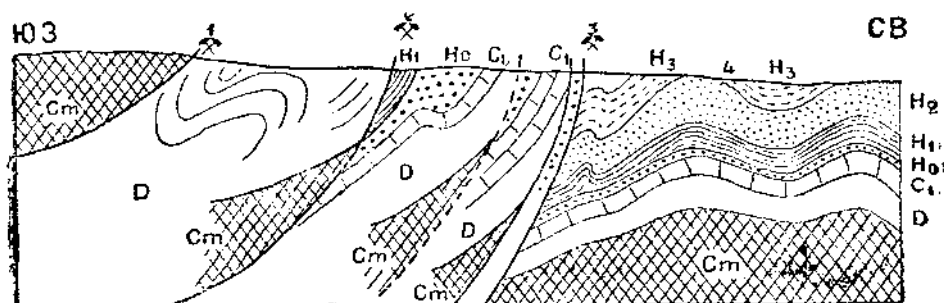
участие дизъюнктивных дислокаций, развивающихся благодаря чрезмерному растяжению и затем разрыву средних крыльев, становится очень заметным и уже не ограничивается перебросом отдельных складок и чешуйчатой структурой; по плоскости разрыва, пролегающей по среднему крылу лежащей складки и наклоненной в ту или другую сторону, происходит перемещение верхнего крыла и свода этой складки на значительное расстояние, даже в

десятки километров. Это называется шаррижем, и тщательные исследования новейшего времени уже обнаружили наличие его в различных горных системах (Альпы, Скандинавия, Шотландия). Так как шарриж есть результат очень интенсивной складчатости, то предполагать возможность его геолог имеет право только в такой местности, где он встречается с многочисленными опро-



Фиг. 99.

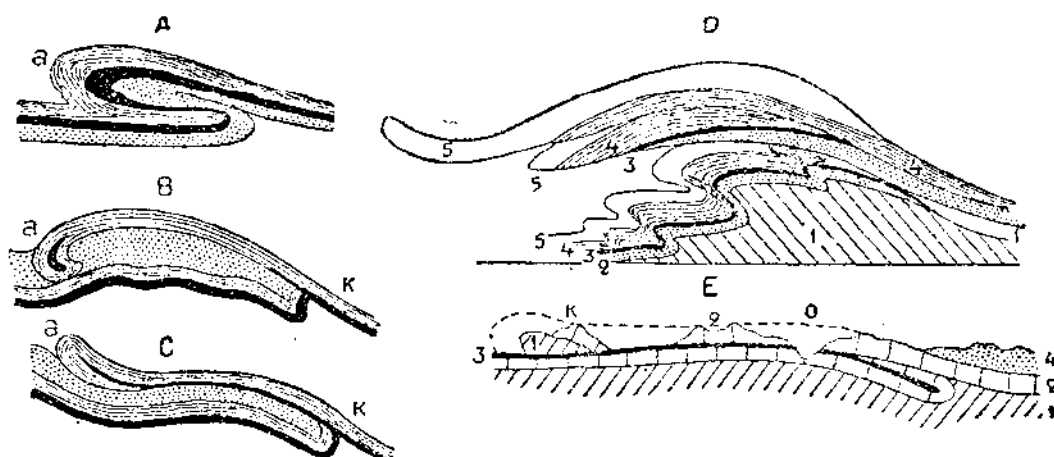
кинутыми и лежащими складками, где породы более древние при пологом залегании часто оказываются лежащими на молодых и притом в различных сочетаниях, напр., карбон то на триасе, то на юре или мелу, так что промежуточные по возрасту системы то присутствуют, то



Фиг. 100. *Cm* — кембрий; *D* — нижний и средний девон; *C₁* — нижний карбон; *H₀ — H₃* — угленосная свита; 1 — Гурьевский завод; 2 — Шестаковский рудник; 3 — Бачатская копь; 4 — дер. Бабанакова.

отсутствуют. Это объясняется тем, что разрыв среднего крыла пролегает не по одной какой либо плоскости напластования или даже не в пределах одной толщи, а может пересекать наискось толщи различного возраста, так что при перемещении верхнего крыла придут в соприкосновение породы различных систем. Сильные колебания мощности одной и той же свиты в разных частях местности в связи с растянутостью, рассланцованностью, раздроблением пластов, разрывом окаменелостей, сплюснутостью гальки конгломератов и окаменелостей, брекчиями трения — также являются признаками шаррижа. Так как верхнее крыло надвинутой складки естественно всего больше подвергалось вли-

янию размыва за время, истекшее после образования шаррижа, то мы находим большую часть только более или менее крупные его остатки в виде отдельных скал, гряд и даже целых кряжей или горных групп, в которых горизонтальные или полого наклоненные в ту или другую сторону пласты ядра седла, одной или нескольких систем, в правильной последовательности оказываются лежащими согласно или почти согласно на породах молодых среднего крыла, находящихся в опрокинутом положении, или даже на молодых породах нижнего крыла в нормальном положении. Отдельные скалы и гряды подобного состава и условий залегания в литературе получили название клиппен, т. е. скалы. При дальнейшем ходе размыва от них могут остаться отдельные более или



Фиг. 101. А — лежащая складка с утолщенным лбом *a* и развальцованным средним крылом. В — покров с погруженным лбом. С — с поднятым лбом, *k* — корни лежащей складки. D — многократное перекрытие, 1—5 — нормальный порядок пластов. E — размытый покров, *k* — экзотическая скала, *o* — окно, 1 — аутохтонное основание, 2—4 — части покрова.

менее крупные глыбы, разбросанные без всякого порядка на поверхности пород молодых, на первый взгляд по своему генезису совершенно загадочные, если не приписывать их принос силе ледника; такие глыбы получили название экзотических (фиг. 101).

Явление, в известном смысле противоположное, представляют так называемые окна (Fenster), появляющиеся в тех местах, где размыв еще не уничтожил ядро лежащей складки до стадии клиппен или экзотических глыб и где на дне отдельных долин или котловин выступают породы более молодые, чем пласты, слагающие окружающие склоны. Эти выходы молодых пород из-под более древних и называют окнами. Таким образом, наличие окон, клиппен или экзотических глыб также является признаком шаррижа, имевшего место в данной горной стране. Не все геологи выводят покровы шаррижа из лежащих складок; существуют и другие гипотезы, изложение которых здесь невозможно (см. список №№ 21, 29, 34, 35, 36, 42, 44); защитники их предпочитают поэтому говорить не о корнях складок, а о рубцах или шрамах (Narben), как о месте, откуда начинается тот или иной покров шаррижа.

Естественно, что такое сложное явление, как шарриж, может быть

доказано и разъяснено только при самых тщательных исследованиях, а при маршрутной работе можно только обнаружить те или другие отдельные признаки, которые заставят геолога поднять вопрос о возможности подобной тектоники местности. Так, вероятность шарриажей намечается уже в Крыму, на Кавказе, в Южно-Уссурийском крае, на Таймырском полуострове, но все эти местности нуждаются еще в детальных исследованиях, так как сложность шарриаж может быть очень различна — от одной сравнительно небольшой складки и до нескольких покровов в сотню километров, перекрывающих друг друга, как в Альпах. Геолог, начинающий исследования в указанных местностях, должен подробно познакомиться с богатой уже литературой об этом типе дислокации (новейшая указана в списке №№ 16, 21, 28, 29, 35, 51, 52).

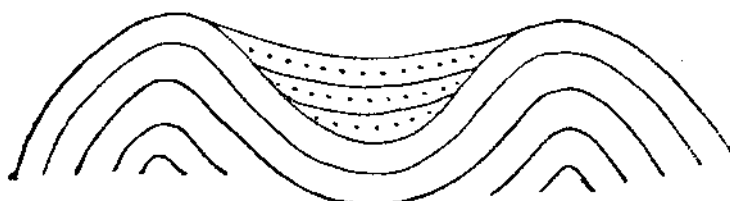
Шарриажи не ограничиваются альпийской фазой орогенезиса; в последнее время они обнаружены в варисцийских складках Германии, а раньше были известны в каледонских складках Скандинавии и Шотландии (см. список, №№ 74, 75, 84, 89); некоторые исследователи находят их и на Урале, также варисцийском складчатом хребте; перемещение покровов шло с О на W и на западном склоне величина смещения достигает до 70 км и более, а в южной, повидимому, более 120—130 км (см. список, № 59); надвиги и даже чешуйчатая структура на Урале были известны и раньше (№ 15), но толкование их как шарриаж требует еще подтверждения более детальными исследованиями. На Кавказе шарриажи, повидимому, ограничиваются южным склоном и южным подножием Главного хребта, тогда как на его северном склоне более вероятны глыбовые надвиги альпийской фазы орогенезиса (см. список, №№ 57, 58).

Частое сочетание пликативных и дизъюнктивных дислокаций показывает, что все это — результаты действия одной и той же силы, именно тангенциальных напряжений, развивающихся в земной коре и проявляющихся то горизонтальными смещениями — складками, сдвигами и шарриажими, то вертикальными — флексурами, сбросами и взбросами, то теми и другими, в разной степени одновременно или последовательно, в зависимости от различных условий. Поэтому прежнее деление на дислокации радиальные и тангенциальные, в связи с отнесением их на счет соответствующих сил, не нужно, и правильнее говорить о дислокациях пликативных или складчатых и дизъюнктивных или связанных с разломами, так как типы тех и других различны, хотя и связаны переходными формами и общностью создавшей их силы.

Признаки повторной складчатости. Если участок земной коры, уже подвергавшийся пликативной дислокации, испытывает вторично сильное сжатие, то результаты последнего могут быть очень различны в зависимости от направления и силы разновременных движений.

Если первая складчатость была сравнительно слабая, то вторая, в том случае, когда направление горообразовательной силы то же или почти то же, должна усилить результаты первой; прямые складки пре-

вратятся в косые, косые в опрокинутые или лежачие; по окраинам района первых складок могут возникнуть новые. Признаком такой повторной складчатости того же направления будет более слабая дислоцированность молодых отложений на окраинах горной страны и в синклиналях последней (фиг. 102). Если же первая складчатость сама была сильная и создала опрокинутые или лежачие складки, то действие второй складчатости того же направления выразится образованием вторичной складчатости и пloyчатости, усилением концов складок и при соединении новых по окраинам старой горной страны, причем дислокация молодых отложений, не участвующих в составе главной части складок, будет служить признаком этих позднейших движений. Но если возобновившиеся горообразовательные движения будут очень сильны, то могут получиться также перебросы и шарриажы в старых складках, что, повидимому, и имело место в Альпах. Если вторичному действию



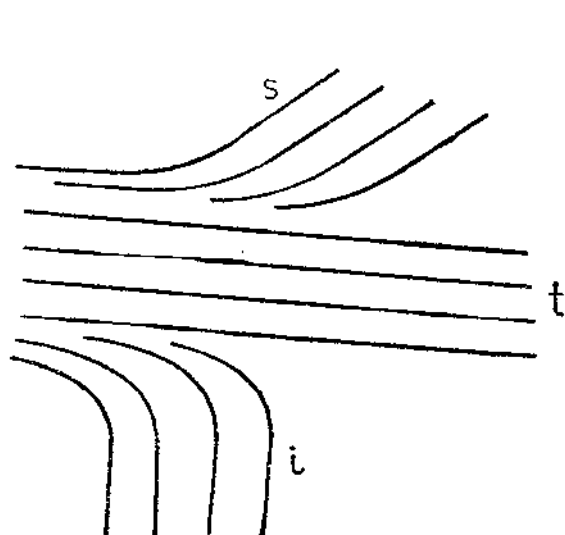
Фиг. 102.

горообразовательной силы подвергалась местность, крайне сильно дислоцированная с образованием шарриажей, то покровы последних, обыкновенно состоящие из толщ, лежащих почти горизонтально

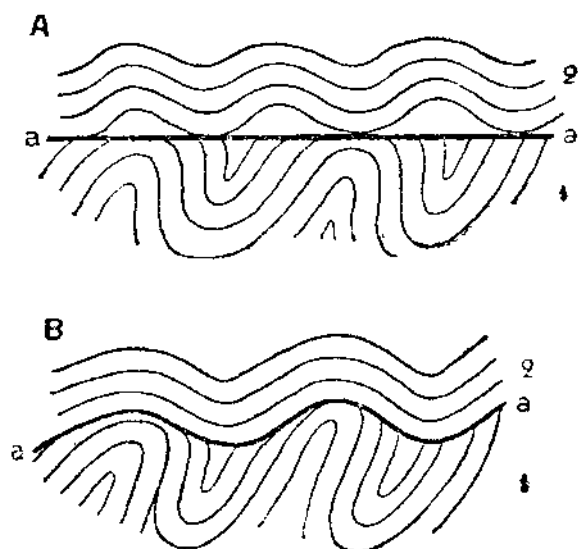
или полого на значительном протяжении, могут образовать более или менее сложные складки. Это наблюдается, напр., в Бриансонском и Юбейском покровах в Западных Альпах. В последних детальные исследования новейшего времени установили даже четыре или пять орогенетических фаз, результаты работы которых наложены друг на друга и относятся к такому же числу отдельных циклов.

Для новой горообразовательной силы, имеющей иное направление, чем первая, складчатые участки земной коры представляют препятствие, едва ли преодолимое, и тем больше, чем сильнее была первая складчатость. Нельзя себе представить, чтобы новая сила могла переместить существующие складки перпендикулярно своему направлению, и действие ее должно ограничиться: а) образованием трещин кливажа, второстепенных складочек и пloyчатости в крыльях старых складок; б) заворотом затухающих концов старых складок и продолжением их по новому направлению; в) образованием по окраинам горной страны и в ее широких синклиналях складок нового направления, захватывающих и молодые породы. Вот по этим признакам и можно судить о повторной складчатости разных направлений и выяснить последние. От приводит из Нижних Альп пример того, как при новой складчатости иного направления произошел надвиг, распространившийся только отчасти на район более древних прямых складок, именно по синклиналям между последними, тогда как антиклинали явились препятствием для движения покрова, край которого заканчивается фестонами, соответствующими синклиналям, а входящие углы лежат против антикли-

налей (Геология, т. I, стр. 240. Москва, 1914). Наблюдения показывают, что если молодые складки где либо подходят к древней складчатой области, то они изменяют свое направление и, в зависимости от величины угла между направлениями той и другой системы, загибаются более или менее круто и быстро становятся параллельными старым

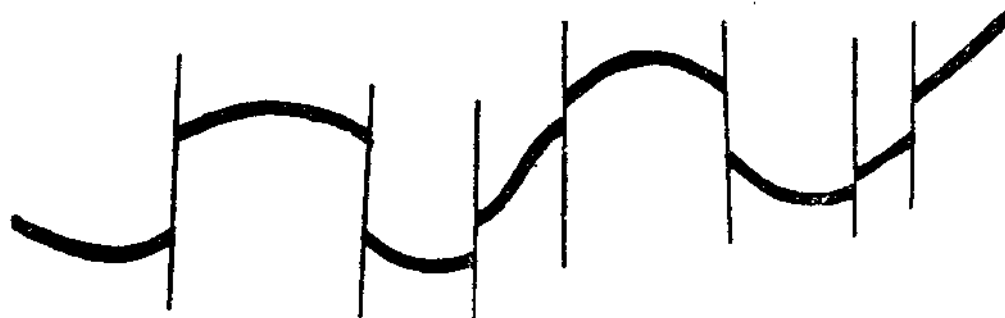


Фиг. 103. *i* — складки Цзин-лин-шаня; *s* — синийские; *i* — индо-китайские складки.



Фиг. 104. *a* — поверхность абразии; 1 — древние, 2 — юные складки.

складкам, постепенно затухая. Пример такого рода дает нам, по мнению Рихтгофена, хр. Вост. Куэн-Лунь (Цзин-лин-шань) в Китае, простирающийся почти по широте; с севера к нему приближаются складки синийской системы простирания СВ-ЮЗ, а с юга складки индо-китай-



Фиг. 105. Схема складки, разорванной сбросами при самом образовании (по Штилле).

ской системы, простирания почти меридионального; те и другие возникли позже и, подступая к древнему хребту, игравшему роль барьера, первые загибаются постепенно, а вторые резко и получают направление, параллельное древнейшим складкам (фиг. 103).

Если древняя складчатая горная страна подвергалась абразии и на смытых до известного уровня складках отложились толщи молодых пород, то на последних уже может отразиться воздействие новой горообразовательной силы, даже иного направления, чем первая. Молодые толщи сложаются в складки, подчиняясь влиянию этой силы, но древнее основание деформируется разломами и сбросами, отражающимися и на

молодых складках (см ниже, фиг. 105, и покровные складки по Аргану, фиг. 106). В случае же согласного направления обеих горообразовательных сил, произойдет также усиление первой складчатости, и поверхность абразии превратится из ровной в волнистую (фиг. 104, В); при этом синклинали второй системы образуются на месте таковых первой.

Дислокации альпинотипные и германотипные. Теоретически наиболее вероятно, что если участок земной коры, уже подвергавшийся сильной складчатости, испытывает вновь сильное сжатие в направлении, отличающемся от такового в предшествующий период горообразования, то это сжатие разрешится не новой складчатостью, а дизъюнктивными дислокациями.

Поэтому и результаты тангенциального напряжения, т. е. орогенетические типы гор, различны в зависимости от пластичности толщ, подвергавшихся горообразованию. Когда в геосинклинали, заполненной свежими, мощными осадками, пропитанными водой и еще пластичными, происходит горообразование, мы получим тип складчатых гор, переходящих в покровные (шарриажамы), если сжатие геосинклинали очень сильное и складки выжимаются из нее, ложатся, разрываются и превращаются в ползущие друг по другу покровы. Такой орогенезис Штилле называет альпинотипным, принимая, как пример его, Альпы Европы. В древних участках земной коры, уже подвергавшихся складчатости, пронизанных интрузиями, окрепших и ставших жесткими глыбами, тангенциальное давление не может создать новых складок; эти глыбы медленно выгибаются вверх или вниз, раскалываются крупными трещинами на полосы, клинья, которые смещаются друг относительно друга по этим трещинам, возникают горсты и грабены. Даже если жесткая глыба была покрыта толщей молодых осадков, последние не могут быть сложены в правильные складки в виду жесткости основания; они частично сдвигаются, но образующиеся складки разламываются вместе с основанием и смещаются вверх и вниз (фиг. 105). Такой орогенезис Штилле называет германотипным, так как он типично представлен в Германии, где во время саксонской фазы горообразования отложения триаса, юры и мела, лежавшие на жестком основании из более древних, уже размытых варисцийских (верхне-палеозойских) складок подвергались дислокации (см. список, № 49). Кобер также резко различает результаты горообразовательных движений в пластичной среде — ороген и в жесткой среде — кратоген. Первый развивается в геосинклиналях, выражается в крупных горизонтальных смещениях, сопровождается метаморфизмом горных пород и проявлением плутонизма и вулканизма; при орогене дислоцируется в крупном масштабе не только осадочный покров, но и кристаллический фундамент, сделавшийся пластичным на глубине геосинклинали и под большой нагрузкой ее отложений. В жестких глыбах развивается кратоген; только поверхностный осадочный покров (если он имсется) подвергается дислокации, а фундамент остается в главных чертах нетронутым, т. е. глубинная

тектоника отсутствует; дислокация главным образом радиальная, хотя и горизонтальные смещения могут достигать больших размеров; метаморфизм почти не наблюдается, плутонизм не обнаруживается, вулканизм незначителен¹⁾. Ороген Кобера вполне соответствует альпинотипному орогенезису Штилле, а кратоген — германотипному (см. список, № 34).

Орогенезис и эпирогенезис. Кроме орогенезиса или горообразования, всегда связанного с сильным нарушением прежнего строения земной коры в данной местности, в настоящее время различают еще эпирогенезис (эпейрогенезис) — вздутия и понижения, т. е. выгибы земной коры вверх и вниз большого радиуса, происходящее очень медленно и не нарушающее связности пластов. Эпирогенезис создает геосинклинали и геантиклинали, обуславливая трансгрессии и регрессии моря. Штилле называет орогенезис революциями земной коры, или ундуляциями, мелкоскладчатостью ее, а эпирогенезис — эволюциями, ундациями крупноскладчатостью. Складки анти-и синклиналей имеют большую амплитуду по сравнению с их шириной, а геантиклинали и геосинклинали — малую. Хотя и при эпирогенезисе происходят разрывы в виде разломов и сбросов, нарушающих связность толщ, но Штилле считает, что это явления последующие, т. е. сначала медленно образовался выгиб вверх или вниз без разрыва, а потом уже напряжение, накопившееся в пластах, разрешается разрывами их. Вздутие распадается на клинья, которые перемещаются вверх в разной степени, одни больше, другие меньше, образуя горсты и грабены; эпирогенезис сменяется германотипным более быстрым орогенезисом. Выгиб вниз, геосинклиналь, сначала происходит без разрывов, а затем по краям, где растяжение должно быть наибольшее, образуются разрывы и геосинклиналь превращается в широкий и длинный грабен (см. список, № 49).

Магматические поднятия. В последнее время массам глубинных горных пород, интродуцирующим в толщи земной коры, приписывают известное участие в горообразовании, именно способность под напором магмы из глубины, поднимать вышележащие толщи земной коры, создавая себе место. В особенности это очевидно при гипабиссальных интрузиях, т. е. лакколитах, судя по периклинальному падению пластов осадочных пород в их кровле, и в результате получают более или менее куполообразные горы, расположенные порознь, группами или цепями; пример — группа гор Бештау, Железной, Машука, Развалки, Змиевки и др. в окрестности Кавказских минеральных вод, представляющих лакколиты, оболочка которых в большей или меньшей степени размыта. Но и абиссальные интрузии могут, повидимому, принять активное участие в поднятии горных цепей, т. е. в орогенезисе, и даже

¹⁾ С последним положением нельзя согласиться: Германия, Тунгусский бассейн и Алданское плато в Сибири, Монголия, плато Декан в Индии представляют примеры обширного проявления вулканизма в жестких глыбах при германотипном горообразовании.

в медленном выпячивании крупных площадей, т. е. в эпирогенезисе (см. список, № 79, 83).

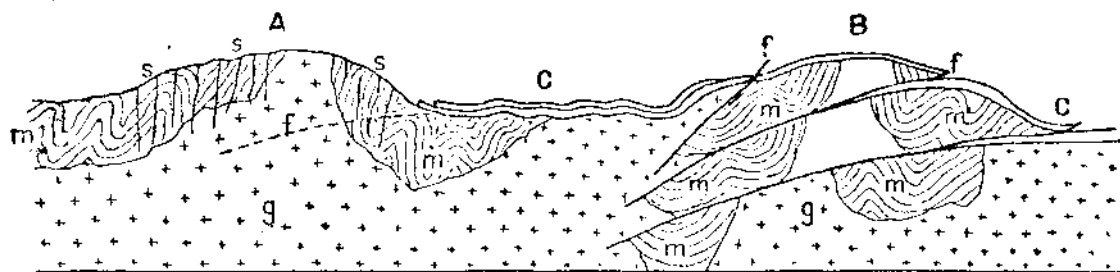
Известковые рифы. Значительные массы неслоистых известняков, созданные деятельностью кораллов, мшанок, губок или водорослей, нередко встречаются в большем или меньшем числе среди осадочных формаций разного возраста, особенно с верхнего палеозоя. Присутствие этих неправильных масс среди пород вообще тонко и ясно наслоенных должно сильно нарушать правильность складок при пликативной дислокации. Рифы дислоцируются вместе с окружающими их пластами данной формации, могут получить наклонное, вертикальное или даже опрокинутое положение, но, благодаря их массивности, в рифах не могут образоваться ни седла, ни мульды, ни второстепенные складки; они подчиняются пассивно общей дислокации, но не участвуют в ее деталях, перемещаются всей массой или отдельными частями по трещинам, возникающим от их сопротивления сжимающим силам. Пласты вокруг рифов могут изгибаться в разные стороны, образовать второстепенные складки, получать пloyчатость, но, приближаясь к окраине рифа, все эти движения затухают, и в самом рифе в крайнем случае разовьется только грубый кливаж. Чем больше масса рифа, тем сильнее его сопротивление горообразовательным силам и, можно думать, что самые крупные рифы, как напр., доломитовитые триасовые Тироля, не только отнеслись пассивно к пликативной дислокации, но и видоизменяли активно окружающие складки, отделившись от одновременных им пластов трещинами сбросов. Этот вопрос о влиянии известковых рифов на дислокации у нас почти не изучен, и желательно, чтобы геологи, встретившись с рифами в исследуемой местности, собирали материал для его освещения.

Дислокации в древних кристаллических сланцах. Пликативная дислокация в архейских и альгонкских кристаллических и метаморфических сланцах обыкновенно является очень сильной и сложной. Кроме складок разного рода и масштаба, мы наблюдаем обыкновенно многочисленные нарушения сплошности отдельных пластов и целых толщ, обусловленные внедрением изверженных пород различного состава, инъекцией и гранитизацией отдельных слоев; мы видим постепенные переходы от массивной породы к слоисто-кристаллической, таяние и исчезновение целых складок, как мелких, так и крупных. Секущие и пластовые жилы, приобретшие сланцеватость, чечевицеобразные залежи разного рода, рифообразные массы кристаллических известняков, гнезда и штоки руд со скарновыми оболочками или без таковых — все это еще более усложняет картину сложной складчатости. Поэтому в местности, сложенной из древних кристаллических сланцев, только самые детальные исследования могут выяснить все особенности геологического строения, а при маршрутной работе придется ограничиться определением общего направления складчатости и ее главными чертами.

Наоборот, дизъюнктивные дислокации в древних кристаллических сланцах не отличаются существенно от таковых в других породах, если

они возникали уже после того, как эти породы не только метаморфизовались, но и затвердели.

Глыбовая и покровная складчатость. В последнее время возникла гипотеза, разработанная Арганом, предполагающая, что древние, уже складчатые участки земной коры не являются такими абсолютно жесткими, неодолимыми для новой складчатости, как принимали до сих пор; орогенетическое давление создает в них глыбовые или глубинные складки (*Grundfalten, plis de fond*), которые являются совершенно независимыми от более древних складок данного участка, могут вмещать несколько таковых вместе с батолитами глубинных пород, пересекать эти складки под разными углами. Но в виду малой пластичности сплошного и жесткого древнего участка глыбовая складка представляет по форме широкое и плоское вздутие, по краям окаймленное сбросами; при усилении орогенетического давления в крыле (склоне) его, которое



Фиг. 106. А—глыбовая складка; В—то же, перешедшая в двойной надвиг; С—покровные складки; *m*—участки древней складчатости основания; *g*—гранит батолита; *f*—пологопадающие трещины надвигов; *s*—крутопадающие трещины сбросов.

в обыкновенной складке должно было бы опрокидываться, благодаря той же жесткости образуется полого падающая трещина или несколько трещин, и складка превращается в простой или сложный глыбовой надвиг (шарриаж скалыванья по Аргану), посредством которого и происходит смещение масс по направлению давления. Еще более древние структуры, включенные в данный участок, действуют как упорные массивы, обуславливая сгущения, воздымания, отклонения глыбовых складок, а в промежутке между двумя такими массивами сжатие может вызвать глыбовые надвиги в обе стороны (фиг. 106).

Покровные складки развиваются, по Аргану, большей частью в связи с глыбовыми, в эпиконтинентальных морских (и континентальных), ранее не дислоцированных отложениях, обладают всеми качествами нормальных складок, могут расслаиваться по пластичным горизонтам на ярусы, также отслаиваться от древнего основания, что облегчает складчатость; они могут быть захвачены в надвиги глыбовых складок. Они могут иметь раму из древнего основания или не иметь таковой (фиг. 106) (см. список, №№ 14а и 20). Желательно, чтобы эти новые взгляды, принятые в качестве рабочей гипотезы, проверялись при новых геологических исследованиях, особенно в пределах Азии, крупнейшего материка, где мы имеем сочетание обширных площадей древней сложной структуры и эпиконтинентальных и континентальных слабо нарушенных

отложений. В глыбовых складках мы видим гармоническое сочетание горизонтальных и вертикальных движений, доказывающее, что те и другие—результат одного и того же тангенциального напряжения; глыбовая складчатость едва ли может происходить так быстро, как нормальная: в виду жесткости материала; поэтому она, быть может, выражает собою эпирогенетические движения, которые некоторыми геологами так резко противопоставляются орогенетическим, что едва ли справедливо. Нормальную складчатость до сих пор связывали с геосинклинальными условиями, а складки в эпиконтинентальных и континентальных отложениях как то обходили молчанием или считали их отражением геосинклинальных или постумными; представление о покровной складчатости хорошо заполняет этот пробел, и все тектонические процессы теперь могут быть объединены в три группы—геосинклинальные, глыбовые и покровные—гармонически связанные друг с другом, без деления на тангенциальные и радиальные, оро- и эпирогенетические, кажущегося теперь ненужным. Возможно, что горсты и грабены Забайкалья, Саяна, Алтая, Джунгарии, Тяньшаня, глыбовые надвиги Ангары и Салаира так или иначе являются выражением глыбовой складчатости. Геологам, работающим в этих местностях, необходимо изучить новые тектонические представления (см. список литературы, №№ 10, 16, 20, 36, 40, 42, 49, 54).

Влияние дислокаций на рельеф местности. Выяснив себе на первых же маршрутах какой тип дислокации—плекативный или дизъюнктивный—является господствующим в данной местности, геолог должен обратить внимание на то, в какой зависимости находится современный рельеф ее от этих дислокаций. Если господствует плекативная дислокация, нужно проследить, соответствуют ли главные антиклинали горным цепям, а синклинали долинам; обратное соотношение указывает на глубокий размыв, которому подверглась местность. Нужно определить, являются ли главные долины продольными или поперечными, консеквентными, обсеквентными, субсеквентными или ресеквентными; можно ли считать поперечные долины antecedentными; нет ли эпигенетических долин или их участков; нет ли диагональных (инсеквентных) долин (подробности см. в главах XII и XIX части II). Нужно выяснить, не играют ли особенную роль повторяющиеся толщи или свиты более устойчивых или более рыхлых пород, положение которых обусловлено складчатой дислокацией, напр., не совпадают ли гребни кряжей с толщами каких нибудь кварцитов, твердых песчаников, конгломератов, кремнистых сланцев и т. п., не проложены ли долины и седловины по толщам мягких пород, какую роль играют массивы интрузивных пород и их контактовые пояса в рельефе, как располагаются выходы эффузивных пород и т. д. При господстве дизъюнктивных дислокаций рельеф будет иметь иной характер; небольшие по высоте сбросы и флексуры не оказывают на него влияния—размыв легко справляется с обусловленными ими неровностями. Но крупные, в десятки или сотни метров, сбросы и флексуры более или менее сильно отражаются на рельефе, обуславливая, напр., окончание столовой страны или возвышенности резким одиночным или ступен-

чатым уступом, расчленение горного хребта на ясно выраженные продольные или поперечные ступени, прямолинейное на много километров направление и крутые склоны иных долин, как продольных, так и поперечных. Чем древнее сброс или флексура, тем более смягчены обусловленные ими контрасты рельефа: отвесная первоначально стена фаса сброса превращена в более или менее пологий откос, ступени сглажены, расчлены поперечными долинами, грабены более или менее заполнены наносами. При крупных дизъюнктивных дислокациях главную трещину можно видеть только в исключительно благоприятных случаях, так как по всей длине и вышине фаса сброса размыв работал особенно интенсивно и давно уничтожил не только поверхность сбрасывателя, всякие загибы голов пластов, пакеты, зеркала и пр., но и более или менее значительную часть лежащего крыла, тем более, что при таких крупных дислокациях главный сбрасыватель сопровождается целым рядом параллельных, и в промежутке между ними все породы часто совершенно раздроблены, раздавлены и легко поддаются выветриванию и размыву. О наличии таких сбросов судят уже по таким признакам, как выходы эффузивных пород цепями и группами вдоль подножия уступов, полное несогласие направления горных цепей или окраин столовых высот с простиранием складчатости, наличие поясов раздробления в породах, общий характер рельефа с массивными горными цепями, обладающими более или менее широкими, ровными или плосковолнистыми гребнями—остатками почти-равнины—и крутыми, часто ступенчатыми склонами, более сильно расчлененными.

Присутствие шаррижа обуславливает иной характер рельефа. Так как в лежащих складках, превратившихся в покровные толщи, пласты горных пород залегают горизонтально или с очень пологим наклоном в ту или другую сторону, то рельеф горной страны, созданный при участии надвига, существенно зависит от процессов размыва и приближается к таковому в расчлененной размывом косой столовой возвышенности. Мы не увидим в ней ни антиклинальных гребней, ни продольных синклинальных долин; главные долины будут поперечными, созданными стоком вод по общему уклону верхнего крыла лежащей складки, т. е. перпендикулярно простиранию пластов, а долины 2-го порядка будут примыкать к первым с обеих сторон под углом, близким к прямому, т. е. будут продольными, проложенными размывом по простиранию. В промежутках между ними вытянутся более или менее высокие и скалистые кряжи из пластов со слабо нарушенным залеганием, расчлененные долинами 3-го порядка, опять поперечными. Раздробленность и трещиноватость толщ, связанные с самим процессом образования надвига, облегчают и ускоряют работу размыва сравнительно с таковой в столовой возвышенности, а наличие второстепенных складок и изгибов, смятий и разрывов усложнит в деталях указанную выше простую схему рельефа.

Так как шарриж может получиться только в участке земной коры, подвергавшемся сильной пликативной дислокации, то горная страна выше-

указанного рельефа и кажущейся простой тектоники, с той или другой стороны, должна непосредственно примыкать к горной стране иного рельефа и строения, в которой сразу обнаружится сильная складчатость. Такой переход также будет признаком вероятности надвига. Так, Альпы в центральной и южной частях, где находятся корни лежащих складок, представляют крутопадающие пласты, обширные интрузивные массивы и сильный метаморфизм. Но такая область корней может быть уничтожена благодаря погружению на дно моря, что можно предполагать для шарриджа Таврических гор и южной части Сихота-алина (еще не установленных).

Направление дизъюнктивных движений. Интересный и важный для тектоники данной местности вопрос, который геолог должен попытаться разрешить, состоит в том, происходило ли поднятие горстов над уровнем земной поверхности предшествовавшим дизъюнктивным дислокациям, или, наоборот, опускание грабенов под этот уровень.

При эпирогенетическом поднятии жестких глыб в виде более или менее обширного вздутия должно происходить растяжение толщ, ближайших к земной поверхности, следовательно образование разломов, которыми это вздутие разрывается на отдельные полосы—клинья, перпендикулярные направлению действовавшей силы тангенциального напряжения; при общем движении вверх одни клинья могут отстать от соседних, поднятых выше в виде горстов, образуя грабены, которые в данном случае являются результатом поднятия, а не опускания земной коры, но связаны с растяжением последней; такие грабены Зейдлиц предлагает называть отрицательным (см. список, № 84, 3). При достаточной ширине и числе этих грабенов можно предполагать возможность поднятия магмы из глубин по трещинам разломов и излияния ее на поверхность на дне грабенов. В других случаях мы видим действительное опускание широких клиньев земной коры, поверхность которых нередко оказывается ниже уровня моря; таковы грабены долины Рейна, Мертвого моря с долиной р. Иордана, оз. Байкала, африканских озер Ньясса и Танганика, Люкчунской впадины у южного подножия Вост. Тяньшаня; такие грабены Зейдлиц называет положительными; по ограничивающим их трещинам и разломам также нередко (но не всегда) на поверхность прорывается магма, создавая вулканы или излияния лавы. В этих случаях нельзя предполагать сжатие земной коры, а наоборот сильное растяжение ее, обусловившее эти провалы, к категории которых относятся также части Средиземного моря (напр., Эгейское), южная половина Черного моря, южная часть Каспийского. В положительных грабенах мы находим ингрессии моря или обширные озера (или осадки прежде существовавших озер); в отрицательные грабены, связанные с поднятием, море не может проникнуть, но озера могут образоваться, если грабены являются замкнутыми; в противном случае мы найдем в них речные или наземные отложения. При повторных движениях земной коры—поднятиях или опусканиях—условия, допускающие ингрессию моря или существование озер, могут измениться, а отложения, нако-

пившиеся в грабенах, подвергнутся дислокации различного характера и интенсивности; возможны также повторные прорывы магмы. Следовательно, изучение изверженных и осадочных пород, залегающих в пределах грабенов, и условий их залеганий, позволит геологу выяснить, какого рода движения земной коры происходили в данной местности, сколько раз они повторялись и сопровождались ли прорывами магмы на поверхность.

Прекрасные примеры, поясняющие сказанное, представляет геология Азии. Западное Забайкалье в архейскую и протерозойскую эры представляло складчатую горную страну, пронизанную интрузиями и для позднейшего орогенезиса оно являлось уже жесткой, неподатливой глыбой, превращенной эрозией и денудацией в почти-равнину; каледонская фаза орогенезиса обусловила ее новое поднятие в виде большого вздутия, которое было разбито разломами на клинья, часть которых отстала в движении и образовала грабены, заполненные верхне-палеозойскими озерами; при варисцийском орогенезисе новое поднятие глыбы сопровождалась более многочисленными разломами и образование грабенов, по окраинам которых во многих местах прорывалась магма, образуя излияния порфиров и порфиритов; позже, в юрский период, может быть в связи с новым поднятием глыбы, в грабенах образовались многочисленные озера, а в послесюрское время опять таки при новых поднятиях глыбы, прорывались и изливались трахиты, андезиты и, особенно, базальты, а юрские озерные осадки подвергались складкам и сбросам; в третичный период озера существовали только в некоторых грабенах, но в начале четвертичного новые движения снова обусловили образование многочисленных озер, отложения которых не нарушены. Оз. Байкал, расположенное вдоль западной окраины этой древней глыбы, также представляет грабен, образовавшийся подобно остальным, во всяком случае до третичного периода, судя по присутствию пресноводных и угленосных отложений на его берегах; но окончательное формирование его в виде глубокого провала, дно которого опустилось на 1.060 м ниже морского уровня произошло уже в четвертичный период, очевидно в связи с последним поднятием глыбы.

Русский Алтай представляет более молодое образование; он состоит из каледонских и варисцийских складок, которые во время мезозоя были размыты, так что к началу третичного периода страна представляла почти-равнину жесткой глыбы; при альпийском орогенезисе она поднялась в виде ступенчатого горста, но только немногие клинья отстали в движении от остальных и на них образовались третичные озера; выходы изверженных пород по линиям разломов редки; сильного растяжения земной коры здесь, очевидно, не было. Последнее поднятие глыбы в начале четвертичного периода обусловило дислокацию третичных осадков и развитие оледенения страны.

Пограничная Джунгария также представляет каледонские и варисцийские складки, пенепленированные к началу юрского периода, когда эта страна, выпучиваясь в виде жесткой глыбы, была разломлена на

многочисленные ступенчатые горсты и грабены; в последних образовались обширные озера, которые к третичному периоду были уже заполнены осадками; некоторые линии разломов сопровождаются доюрскими эффузивными породами. Новое поднятие глыбы в начале третичного периода сопровождалось местами сильной дислокацией юрских отложений в виде складок в грабенах, свидетельствующих о сжатии последних; в связи с этим третичные озера образовались не во всех грабенах и часть образований этого возраста, если не большинство, являются наземными. Последнее поднятие отразилось на них большей частью очень слабо.

В этих трех странах Азии мы видим смену альпинотипного орогенезиса германотипным, более раннюю в Зап. Забайкалье, ставшем жесткой глыбой с начала палеозоя, более позднюю на Алтае и в Джунгарии. В Вост. Забайкалье морское покрытие продолжалось еще в палеозое и складки образовались при вариссийском орогенезисе; но еще в триасе и лейасе здесь оставался узкий морской залив, превратившийся затем в пресное озеро; при послеюрском орогенезисе мезозойские отложения совместно с остатками вариссийских складок подверглись сильной дислокации, выразившейся в больших надвигах с чешуйчатым строением, в котором принял участие и палеозой; прорывы магмы в виде эффузий имели место еще во время существования юрского озера, а при послеюрском орогенезисе произошли интрузии гранита. Германотипный орогенезис здесь, в связи с мощностью молодых осадков, представляет, по мнению Штилле, может быть переходную форму к альпинотипному (см. список, №№ 81, 86, 2; новые данные об этой местности еще очень скудны).

Типы складчатых гор. Если современный рельеф местности существенно обусловлен складчатой дислокацией, то геолог должен определить, к какому генетическому типу относится данная горная страна; как известно, различают две главные категории складчатых гор, именно: 1) *Гомеоморфные*, образованные более или менее однородными и параллельными складками с правильными гребнями, хотя и различной интенсивности, до чешуйчатых включительно, разделенными не менее правильными продольными тектоническими долинами, которые местами соединены поперечными долинами размыва; долины в совокупности образуют смешанную гетеротипическую систему, характерную для этой категории гор. Если последние образуют обособленный узкий пояс, то представляют тип *цеповой или поясовой*, если же они слагают широкую площадь, то относятся к *областному или региональному* типу. Примеры: Юрский кряж Швейцарии, горы южной Бухары и Гиссара, юго-восточного Китая. 2) *Гетероморфные*, характеризующиеся резким различием склонов — внешнего выпуклого и внутреннего вогнутого; складки первого отличаются большей правильностью, чем второго, где они нарушены многочисленными сдвигами и сбросами, по которым выступают разнообразные изверженные породы. Складки обоих склонов разделены высоко поднятым центральным ядром состоящим обыкновенно из кристаллических

сланцев. Орографически и тектонически эта категория гор весьма сложна и в них нередко надвиги (шарриажи). Интенсивность и направление складок в породах различной древности не одинаковы. Примерами служат Альпы Европы, Аппенины, Карпаты, Гималай.

Типы сбросовых возвышенностей. Если геолог придет к выводу, что рельеф местности существенно зависит от сбросов или флексур, то ему остается определить генетический тип, к которому относится данная горная страна. Дизъюнктивные горы делятся на следующие категории:

1) **Однoboкий массив** (*Schollenrandgebirge*), который только со стороны излома обладает горным характером, а с другой представляет равнину или мало наклоненную поверхность. Обрывистая сторона представляющаяся со стороны сброса горным краем, часто уже не составляют водораздела, перемещенного деятельностью размыва на пологий склон.

2) **Флексурные горы**, часто представляющие разновидность одностороннего массива и в таковой по простиранию переходящие, как напр., горы провинции Шань-си в северном Китае, ограничивающие с запада Великую Китайскую равнину, или некоторые горы плато Колорадо в Северной Америке. Флексурные горы представляет также хр. Нань-Коу к северу от Пекина, но с шарриажом по новым данным.

3) **Горстовые горы**, представляющие результат двустороннего сброса или ряда сбросов, расчленивших местность на горсты и грабены; сбросы в этом случае обыкновенно являются ступеньчатыми, так что горсты распадаются на уступы разной высоты. По соотношению простираний пластов и трещин сбросов различают горсты *продольные, поперечные и диагональные*. Примеры: диагональные горсты—на острове Евбея в Греции и Киу-Шиу в Японии; горстовые горы русского Алтая, Южного Забайкалья и Джунгарии; поперечные горсты—Астурийско-Кантабрийские горы; продольные горсты—система Тянь-Шаня (в общем).

Новое деление орогенетических форм. Штилле различает четыре главных типа: 1) **покровные горы**, характеризующиеся лежащими складками и шарриажми; 2) **складчатые горы**, в которых главную роль играют нормальные складки, а перебросы их имеют второстепенное значение; 3) **сбросово-складчатые горы**, в которых складки при самом возникновении были разломаны; горы состоят из глыб, изогнутых или складчатых, но общая картина известной складчатости различима; 4) **глыбовые горы**, состоящие из отдельных глыб, горизонтальных или наклонных, но не складчатых, созданных разломами (№ 49).

К этим четырем типам необходимо присоединить 5) **складчатоглыбовые горы**, в которых при более или менее сильной складчатости современный рельеф обусловлен не складками, а позднейшими разломами и сбросами; таково большинство гор Сибири, которые не находят себе места ни в одном из четырех типов Штилле, что ясно из их характеристики.

Покровные и складчатые горы образуются при альпинотипном орогенезисе, тогда как при германотипном получают сбросово-складчатые

глыбовые и складчато-глыбовые формы в зависимости от степени жесткости глыбы, подвергающейся новой дислокации, присутствия или отсутствия на ней покрова молодых отложений и мощности последних. Типичные примеры покровных гор представляют Альпы и Гималаи, складчатых—Юрские цепи Швейцарии, кряжи Керченского и Таманского полуостровов, Копет-дага и другие цепи Туркмении; сбросово-складчатые и глыбовые горы распространены в средней Германии и в Уст-юрте; складчато-глыбовые горы в обширном распространении мы находим в Сибири—Киргизская степь, Алтай, Саяны, цепи Зап. Забайкалья, Байкальского нагорья, Енисейский горст, хребты Верхоянский и Черского и др.—и в Туркестане—цепи Тянь-шаня.

Определение времени дислокации производится на основании наблюдений, какие свиты осадочных пород являются дислоцированными и какие нет; первые указывают нам нижний предел времени, а вторые—верхний. Так, если дислоцирован девон, древнейшая свита данной местности, дислокация могла начаться только по окончании этого периода, т. е. в начале карбона; если юрские отложения, залегающие вблизи, сохранили свое горизонтальное положение, то дислокация должна была закончиться к началу юрского периода; следовательно, начало карбона представляет нижний, а начало юры—верхний предел времени дислокаций.

Более точно мы можем определить нижний предел, если в данной местности имеются отложения, промежуточные между девоном и юрой. Так, если мы находим еще карбон и пермь, налегающие согласно на девон и подвергшиеся такой же дислокации, нижний предел времени поднимается уже до конца пермского или начала триасового периода, т. е. время дислокации определяется уже в более узких пределах.

Взаимные отношения дислоцированных свит, характер и степень их дислокации позволяют восстановить историю горообразования в данной местности в ее главных чертах и расчленить ее на периоды покоя и движения. Присутствие древних кристаллических сланцев, различных изверженных пород, явлений метаморфизма и надвигов значительно усложняет задачу геолога при восстановлении истории дислокаций в данной местности, и нередко только самые детальные многолетние исследования целого ряда ученых дают в результате ясную картину строения и определение времени, характера и силы горообразовательных движений. В качестве примера достаточно привести Альпы Европы, геологическая история которых оказались гораздо сложнее, чем предполагали даже во второй половине XIX века после многолетних работ, или горы Таврического полуострова, история которых до сих пор еще не восстановлена полностью и представляет много темного, несмотря на исследования в течение целого века.

Но трудность задачи не должна быть поводом для отказа от попытки разрешить ее. Восстановление геологической истории исследованной местности является конечной и заманчивой по своему интересу целью ее изучения, и геолог, на основании своих наблюдений и данных,

собранных его предшественниками, должен сделать попытку ее разрешения, которая будет новым шагом к конечному познанию истины.

Сбор образчиков. Для характеристики явлений дислокаций должны служить особые образчики; большую складку или большой сброс в составленной коллекции, конечно, представить нельзя; но мелкие складочки и сбросы в несколько сантиметров высоты, породы, плайчатые в той или иной степени, разбитые кливажем, т. е. представляющие вторичную сланцеватость, кливаж размятия, брекчии трения из сбросовых трещин и из-под покровов шарриажей, зеркала с шрамами и без них, загибы голов сланцев, конгломерат со сплюсненной или развальцованной галькой, деформированные (растянутые) окаменелости, породы с различными степенями катакластической структуры—все это может быть представлено в образчиках коллекций, иллюстрировать явления дислокаций и составить ценный материал при составлении отчета. Рисунки и фотографии складок, сбросов рельефа местности, зависящего от дислокации, явятся дополнением к дневнику и коллекциям.

Литература. 1) Архангельский, А. Д. Введение в изучение геологии Европейской России. Ч. I, Москва, 1923.

2) Бауман, В. И. К вопросу о сбросах,двигах и других смещениях пластов. С 13 рис. Зап. Горн. Инст., I. вып. I, стр. 28—42, 1907.

3) Борисьяк, А. А. Теория геосинклиналей. „Изв. Геол. Ком.“, № 1, стр. 1—16, 1924.

4) Вегенер, А. Происхождение материков и океанов. Перевод М. Мирчинк с 3-го нем. изд., Москва, 1925.

5) Герасимов, А. П. Кавказская складчатость и вулканизм. „Природа“ № 3—5 1922.

6) Григорьев, А. А. К пониманию тектонических процессов. „Природа“ № 3—5 1922.

7) Карпинский, А. П. Очерки геологического прошлого Европейской России. Изд. журн. „Природа“, Москва—Петроград, 1919.

8) Краус, М. Тектоника вертикального давления (логарифмическая спираль) и месторождения нефти. „Нефт. и Сланц. Хоз.“, № 9, стр. 220—230, 1923.

9) Милановский, Е. Понятия орогенеза и эпигенеза в критическом освещении Штилле. Теория орогенических процессов Квинринга. „Вести Моск. Горн. Акад.“ I, № 2, 301—304 п II, № 1, 125—129, 1922—1923.

10) Мушкетов, Д. И. Основные вопросы тектоники Туркестана. Бюлл. Моск. О-ва Исп. Прир. Н. С., т. XXXII. 1923—1924. Москва.

11) Мушкетов, Д. И. Современные тектонические воззрения в связи с геологией Средней Азии „Изв. Геол. Ком.“, № 1, стр. 9—30, 1926.

12) Обручев, В. А. Юные движения на древнем темени Азии. „Природа“ № 8—9, 1922.

13) Обручев, В. А. Краткий очерк тектоники Сибири Бюлл. Моск. О-ва Исп. Прир. Н. С., т. XXXII. Москва, 1923—1924.

14а) Обручев, В. А. 1) Новейшие течения в тектонике. „Изв. Геол. Ком.“, 1926.

2) Еще о шаррижах в Южн. Сибири и Центр. Азии. „Геол. Вестн.“, VII, № 1—3, 1929.

14б) Obrrutschew, W. Geologie von Sibirien. Berlin, 1926.

15а) Заварицкий, А. К тектонике Урала. „Изв. Геол. Ком.“, № 2, 1923.

15б) Кузнецов, Е. и Захаров, Е. К тектонике восточного склона Урала. Бюлл. Моск. О-ва Исп. Прир., Н. С. XXXIV, 21—36. 1926.

16) Шатский, Н. С. О надвигах восточной части Черных гор на Северном Кавказе. Там же, XXXIII, стр. 305—344, Москва, 1926.

17а) Усов, М. А. Элементы тектоники Кузнецкого каменноугольного бассейна Кузн. бассейн. Библ. „Горн. Журн.“ № 2, Москва, 1924.

- 176) Усов, М. А. Тектоническая жизнь земной коры. „Природа“, № 1, 1917.
- 18) Aben danon, E. Die Grossfalten der Erde. Leiden, 1914.
- 19) Andree, K. Über die Bedingungen der Gebirgsbildung, Berlin, 1914.
- 20) Argand, E. La tectonique de l'Asie. Compte-rendu du XIII Congr. géol. intern. Bruxelles, 1922. Liège, 1924. fasc. 1, pp. 172—372.
- 21) Bubnoff, S. v. Die Grundfragen in Deckentheorie in den Alpen. Stuttgart, 1921.
- 22) Bubnoff, S. v. Die Gliederung der Erdrinde. Berlin. 1923.
- 23) Chamberlin, T. C. Diastrophism and the formative processes. I—XIV. „Journal of Geol.“, 1913, 1914, 1915, 1921.
- 24) Fermor, L. The pitch of rock-folds. „Econ. Geol.“, № 6, 1924.
- 25) Fourmarier, P. Le clivage schisteux dans les terrains paléozoïque de la Belgique. C. R. du XIII Congr. géol. intern., fasc. 1, pp. 517—530.
- 26) Grabau, A. W. Migration of geosynclines. Bull. Geol. Soc. of China, III, № 3—4, pp. 207—349, Peking. 1924.
- 27) Heim, A. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. 2 Bände und Atlas. Basel, 1878.
- 28) Heim, A. Geologie der Schweiz. 3 Bände. Leipzig. 1918—1922.
- 29) Heritsch, A. Die Grundlagen der alpinen Tektonik. Berlin. 1923.
- 30) Hobbs, W. Earth evolution and its facial expression. New York, 1921.
- 31) Höfer, H. v. Die Verwerfungen. Braunschweig. 1917.
- 32) Ickes, E. L. Similar, parallel and neutral surface types of folding. „Econ. Geol.“, № 6, pp. 575—594, 1923.
- 33) Keith, A. Outlines of Appalachian structure. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 34, pp. 309—380, 1923.
- 34) Kober, L. Der Bau der Erde. 2 Aufl. Berlin, 1928.
- 35) Kober, L. Bau und Entstehung der Alpen. Berlin. 1923.
- 36) Lossmat, F. Die Mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde. Leipzig, 1926.
- 37) Kraus, M. Salzauftrieb und logarithmische Sptirale. „Zeit. f. prakt. Geol.“ № 5, 1922.
- 38) Krenkel, E. Geologie Afrikas. T. I, Berlin, 1925. T. II, Berlin, 1928.
- 39) Leuchs, K. Der asiatische Bau und seine Bedeutung für die Tektonik der Erde. „Centrbl. f. Min.“ Abt. B, № 5, 1925.
- 40) Machatschek, F. Über epirogenetische Bewegungen. Festband A. Penck Stuttgart, 1918, S. 1—35.
- 41) Mordzliol, C. Die Gebirgsbildung der Erde. Leipzig, 1922.
- 42) Nölke, F. Geotektonische Hypothesen. Berlin, 1924.
- 43) Salomon, W. Beobachtungen über Harnische. Heidelberg, 1925.
- 44) Sandberg, C. Geodynamische Probleme. I, II, Berlin. 1924.
- 45) Schuchert, C. Sites and nature of the north-american geosynclines. „Bull. Geol. Soc. Amer.“. 34, pp. 151—230, 1923.
- 46) Seitz, O. Das Wulstische Netz als Hilfsmittel bei tektonischen Untersuchungen „Glückauf“, № 19, 1924.
- 47) Sonder, R. Die erdgeschichtlichen Diastrophismen im Lichte der Kontraktionslehre „Geol. Rundschau“. XIII, H. 3, 1922.
- 48) Sokol, R. Der geologische Kompass und Bestimmen von Streichen und Fallen. „Zeit. f. prakt. Geol.“, H. 3 und H. 8, 1922.
- 49) Stille, H. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924.
- 50) Suess, E. Das Antlitz der Erde. 3 Bände. Wien, 1882—1909.
- 51) Wilkens, O. Allgemeine Gebirgskunde. Jena, 1919.
- 52) Wilkens, O. Grundzüge der tektonischen Geologie. Jena, 1912.
- 53) Willis, Bailey. The mechanics of Appalachian structure. 13-th ann., rep. of the U. S. Geol. Surv., p. II, pp. 217—281, 1891—1892.
- 54) Willis, Bailey. Geologic structures. New York, 1923; 2 ed. 1929.

- 55) Cornelius, H. Über Begriff und Messung des Faltenstreichens „Zeit. f. prakt. Geol.“, № 7, S. 111—113, 1920.
- 56) Bubnoff, S. v. Geologie von Europa. T. I. Einführung. Osteuropa, Baltischer Schild. Berlin, 1926.
- 57) Кузнецов, И. Некоторые соображения о стратиграфическом и тектоническом положении сланцев Главного Хребта на Кавказе. „Изв. Геол. Ком.“, № 3, 141—173, 1926.
- 58) Ренгартен, В. 1) Новые данные по тектонике Кавказа. „Зап. Мин. О-ва“, 55, вып. 2, 299—313, 1926. 2) Тектоническая характеристика складчатых областей Кавказа Тр. 3-го всесоюзн. геол. съезда, в. 1, 179—212. Ташкент, 1929.
- 59) Фредерикс, Г. Вопросы тектоники Урала. „Вестн. Геол. Ком.“, № 4, 7—15 № 10, 8—10, 1927. „Геол. Вестн.“ VI, № 4—6, 51—54, 1928.
- 60) Чураков, А. История развития наших представлений о строении северо-западной окраины древнего темени Азии. „Изв. Геол. Ком.“, № 1, 45—69, 1927.
- 61) Cornelius, H. Über tektonische Breccien, tektonische Rauhwacken und verwandte Erscheinungen. „Centrbl.“, N. J. Abt. B., H. 4, 120—130, 1927.
- 62) Davis, W. Nomenclature of surface forms on faulted structure. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 24, 187—216 1913.
- 63) Johannes, W. Über tektonische Druckspalten und Zugspalten. „Ztschr. d. d. geol. Ges.“, MB, 66, 284—311 1914.
- 64) Köhler, G. Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager. 2. Aufl. Leipzig, 1921.
- 65) Quiring, H. Über Verlauf und Entstehung von Querstörungen in Faltengebirgen. „Ztschr. Berg. Hütt. u. Sal. Wes. d. Pr. St.“ 67, 1919.
- 66) Reid, H. 1) Nomenclature of faults. „Bull. Geol. Soc. Amer.“, 23, 1912. 2) Report of the committee on the nomenclature of faults. Там же, 24, 163—186, 1913.
- 67) Sheldon, P. Some observations and experiments on joint planes. „Journ. Geol.“ 20, 53—79 и 164—183, 1912.
- 68) Schmidt, W. Gesteinsumformung. Denk. d. nat. hist. Mus. Wien, III. Geol. pal. Reihe, 3. Wien, 1925.
- 69) Leuchs, K. Tiefseegräben und Geosynklinalen. N. J. Bigbd. 58, Abt. B., 273—294, 1927.
- 70) Haarmann, E. 1) Über die Kraftquelle der Tektogenese. 2) Tektogenese oder Gefügebildung statt Orogenese oder Gebirgsbildung. „Ztschr. d. d. geol. Ges.“, 78, MB № 3—5, 71—83 и 105—107, 1926.
- 71) Richthofen, T. Geomorphologische Studien aus Ostasien, I V. SB. Preuss. Ak. d. Wiss., Berlin, XXXVI и XL, 1900—1903.
- 72) Staub, R. Der Bewegungsmechanismus der Erde dargelegt am Bau der irdischen Gebirgssysteme, Berlin, 1928.
- 73) Born, A. Ueber Druckschieferung im varistischen Gebirgskörper. „Fortschr. d. Geol. und Pal.“, VII, H. 22, Berlin, 1929.
- 74) Brouwer, H. Overthrust structure in the eastern Betic Cordillere. C. R. du XIV Congr. géol. intern., f. 4, Madrid, 1928.
- 75) Cloos, H. Zur Frage des Deckenbaues in Schlesien und im Fichtelgebirge. „Geol. Rundschau“, H. 3, 211—225, 1927.
- 76) Goldschmidt, V. Die kaledonische Deformation der südnorwegischen Urgebirgstafel. Vidensk. Skrift. I. mat. nat. Kl. № 19. Kristiania, 1912.
- 77) Høltedahl, O. Tectonics of arctic regions. C. R. du XIV Congr. géol. intern. f. 4. Madrid, 1928.
- 78) Kraus, E. Der orogene Zyklus und seine Stadien. „Centralbl. Min.“ B. № 9 216—232, 1927.
- 79) Krenkel, E. Magmatische Hebungen in Ostafrika. Там же B, № 2, 50—57. 1926.
- 80) Leuchs, K. Ordos und seine Randketten. Ein Beitrag zur tektonischen Entwicklung von Ostasien. Ztschr. d. deutsch. Geol. Ges., 81, H. 9, 433—443, 1929.
- 81) Obrutschew, W. Zur Existenzfrage eines mongolisch-amurischen Faltungsgürtels. „Centralbl. Min.“, B, № 7, 1930.

82) Quirke, T. Earth deformation. C. R. du XIV Congr. géol. intern., f. 4 Madrid, 1928.

83) Salomon, W. Magmatische Hebungen. SB. Heidelberg. Ak. d. Wiss., mat. nat. Kl., Abh. 11, 1925.

84) Seidlitz, W. 1) Die kaledonischen Deckengebiete Schwedisch-Lapplands. Geol. Char. bilder, H. 13, Berlin, 1912. 2) Der Deckenbau der deutschen Gebirge. „Jenaische Ztschr. f. Naturwiss.“, 64, N. F., № 57, 31—39, 1929. 3) Ueber Grabenbrüche und Bruchsysteme. „Forsch. u. Fortschr.“, Nov., 1929.

85) Staub, W. Ueber die Entstehung von Quersalten und über Rahmenfaltung „Eclog. geol. Helvetiae“, XIX, № 1, 1925.

86) Stille, H. 1) Der Stammbaum der Gebirge und Vorländer. C. R. du XIV Congr. géol. intern. f. 4, Madrid, 1928. 2) Bemerkungen zu G. Schöumann „Ueber den mongolisch-amurischen Faltungsgürtel“, „Centralbl. Min.“, B, № 8, 1929.

87) Wilser, J. 1) Die geotektonische Stellung des Kaukasus und dessen Beziehungen zu Europa. „Ztschr. d. deutsch. geol. Ges.“, 82, Abh. № 2, 1928. 2) Der südrussische Lafelrand in Vorder und Mittelasien. № 7. Bld. bd, LXI B, 1928.

88) Winkler, A. Dinariden und Alpen. C. R. du XIV Congr. géol. intern., f. 4, Madrid, 1928.

89) Wurm, Ueber Deckenbau im variskischen Gebirge. Там же, f. 3. Madrid, 1928.

ГЛАВА IX

НАБЛЮДЕНИЯ МЕЖДУ ОБНАЖЕНИЯМИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ГРАНИЦ

Геологические границы. Составление геологической карты исследуемой местности является одной из главных или самой главной задачей геолога; для этого необходимо определение геологических границ, которыми являются: 1) верхняя и нижняя плоскости напластования целой геологической системы и ее подразделений (отделов, ярусов, зон, горизонтов); 2) верхняя и нижняя плоскости напластования какого либо комплекса (свиты) пластов, чем нибудь отличающегося от выше и ниже лежащих (напр., содержанием полезных ископаемых, обильных органических остатков, особым влиянием на рельеф местности и т. п.); 3) верхняя и нижняя плоскости напластования отдельного пласта (напр. ископаемого угля, железной руды, фосфоритов—при составлении пластовых карт); 4) граничные поверхности выходов изверженных пород (батолитов, штоков, лакколитов, разных жил и т. п.) 5) трещины сбросов и сдвигов, сопровождавшихся сколько нибудь значительным перемещением того или другого крыла. Первые четыре категории можно назвать границами первичными, так как они созданы при самом образовании горных пород, тогда как трещины сбросов и сдвигов представляют границы вторичные. Затем можно различать границы главные, разделяющие друг от друга целые геологические системы и их отделы, очерчивающие крупные выходы изверженных пород и соответствующие большим сбросам, заметно отражающимся на рельефе, и второстепенные—все остальные.

Границы всех указанных категорий, в особенности же главные, не всегда можно видеть в одном каком либо обнажении. Поэтому произ-

водство наблюдений между обнажениями составляет одну из обязательных задач геолога. Если последний будет изучать только обнажения, а в промежутках между ними не будет наблюдать ничего, его работа останется неполной, и при составлении геологической карты он встретится с целым рядом затруднений, для разрешения которых у него не будет материала, и ему придется проводить геологические границы по догадкам, часто неосновательным.

Количество определений геологических границ зависит от детальности работы (при маршрутных исследованиях приходится определять только главнейшие границы и не редко лишь приблизительно), а затем и от сложности строения данной местности. При обилии естественных или искусственных обнажений определение границ производится быстро и точно; при скудности таковых приходится пользоваться теми признаками смены пород или формаций, которые дают нам продукты их выветривания, распределение растительности, рельеф местности, выходы подземной воды и отложения проточных вод. Точность определения по этим признакам далеко не всегда является удовлетворительной.

Продукты выветривания. Обнажения редко (напр., в глубоких ущельях и обрывах столовых гор) следуют непрерывно одно за другим, сливаясь даже в одно целое; обыкновенно они разделены более или менее значительными промежутками, на протяжении которых о породах, скрытых под осыпями, почвой или наносами, приходится судить по продуктам их выветривания. В голых осыпях мы сразу видим, из обломков какой (или каких) породы они состоят и продолжается ли в них та же порода (породы), которую мы наблюдали в ближайшем обнажении, или же она уступила место другой. Но если склон (или равнина) покрыт почвой или наносами, то необходимо обращать внимание на цвет почвы (вернее—подпочвы), ее состав и на обломки коренных пород, заключенные в ней. Овраги, дождевые рытвины, выбросы из различных нор, искори (т. е. почва, поднятая корнями) опрокинутых бурей деревьев, канавы, более глубокие борозды на пашнях позволяют нам судить о составе подпочвы. Если нет никаких подобных нарушений целостности дернового покрова, то приходится прибегать к помощи лопаты или щупа (при детальной работе). Поэтому необходимо познакомиться с продуктами выветривания различных горных пород, характерных для данной местности, чтобы по ним определять достаточно точно породу, скрытую на глубине. Если в подпочве (или даже почве) обломки коренных пород хорошо округлены, т. е. представляют гальку или валуны, то приходится думать, что или коренные породы скрыты здесь древними речными или морскими галечниками, или же являются каким либо конгломератом, галька которого при выветривании попадает в подпочву. Если нужно проследить (напр., при детальной работе) пласт или толщу по простиранию в ту или другую сторону от осмотренного обнажения, то те же продукты выветривания в почве или подпочве позволяют во многих случаях сделать это и найти следующий выход из этого пласта или толщи, даже если в промежутке простирание изменилось.

Характер растительности нередко позволяет судить о составе коренных пород, скрытых под почвой, так как одни растения любят почву, богатую известью, другие—глинистую, третьи—песчаную, четвертые—солонцовую, пятые—торфяную. Присмотревшись к растительности данной местности и сопоставляя ее распределение с составом коренных пород, можно наметить себе ряд характерных для каждой почвы растений. В виду обширности территории Союза ССР, растянутой от полярного круга до южных широт и от Балтийского моря до Тихого океана, перечисление растений, характерных для разных почв в различных местностях, заняло бы слишком много места и для большинства геологов, мало знакомых с систематикой растительного царства, было бы бесполезно. Укажем только некоторые, наиболее характерные и знакомые каждому, растения: сосна любит сухую, преимущественно песчаную почву, и сплошное распространение ее указывает на горные породы, в составе которых много кварца—кварциты, песчаники, граниты; но в гористых местностях с сплошным лесом она предпочтительно покрывает южные склоны, независимо от состава пород и теряет свое показательное значение. Ель и пихта, наоборот, любят влажную глинистую почву и предпочитают дно долин, берега рек, пологие склоны; но в иных местностях, богатых осадками, напр., в Восточном Алтае, среднем и северном Урале образуют сплошные леса по всем склонам. Тамариски, хармык, разные солянки в Прикаспийских степях, Туркестане, на юге Киргизской степи, характеризуют солончаки и вообще почву, обогащенную солями, тогда как саксаул растет на песчаной почве даже на сыпучих песках. На Урале замечено, что выходам кварцитов, если они не образуют резких возвышений, соответствует сильная заболоченность, заросли осинника, ели, тогда как выходы гранитов характеризуются сосновым бором и сухой почвой.

Плодородие почвы находится в тесной зависимости от ее состава и поэтому также может служить указанием на господство тех или других коренных пород. Если растительность не образует сплошного покрова, а рассеяна отдельными пучками, полосами, площадками, то почва несомненно должна быть слишком камениста, песчана, известковата или богата солями. Напр., в Крыму наблюдается резкая разница между плодородием верхне и нижнемеловых пород; первые дают беловатую почву, растительность скуднее, с частыми прогалинами; на вторых почва бурожелтая и растительность гуще и пышнее; по этим признакам граница обоих отделов намечается легко.

При изучении почвы и продуктов выветривания нужно помнить, что на склонах, даже довольно пологих, всегда имеет место перемещение материала, под влиянием силы тяжести и просачивающейся воды, сверху вниз. Поэтому обломки пород, залегающих выше, могут очутиться в большем или меньшем количестве внизу, рядом с обломками пород подстилающих. Чем круче и длиннее склон, тем большее количество материала может переместиться. Если мы, поднимаясь вверх по склону, сначала встречаем в почве или на поверхности обломки двух различных

пород, напр., песчаника и известняка, а с некоторой высоты обломки одной из них больше не попадают, то мы имеем право сделать вывод, что эта порода залегает в нижней части склона и что мы прошли уже ее верхнюю границу, установить которую при внимательных поисках будет не трудно. Если простираение пластов будет не параллельно склону, а наискось, то, при нескольких подъемах на некотором расстоянии друг от друга, и это обстоятельство может быть подмечено по высоте исчезновения обломков нижней породы, и верхняя граница ее будет нанесена достаточно точно.

Рельеф местности нередко позволяет судить о развитии тех или иных горных пород благодаря тому, что поверхностные и подземные воды работают более успешно в растворимых породах, а агенты выветривания разрушают скорее породы мягкие или слабо сцементированные, а также породы разноцветные и грубозернистые, чем твердые и мелкозернистые. Напр., жилы кварца и некоторых изверженных пород (залегающие среди пород осадочных или изверженных, менее устойчивых) образуют более или менее выдающиеся гребни на склонах или водоразделах гор и холмов в виде полуразрушенных стен различной высоты, часто с отдельными башневидными повышениями. Пласты твердого кварцита, толщи кварцевых сланцев, более твердых песчаников и т. п. образуют подобные же гребни или гряды, навесы, карнизы, вообще бросающиеся в глаза формы рельефа, которые нередко можно проследить на значительное расстояние и легко нанести на карту. При горизонтальном залегании или пологом падении какой либо осадочной свиты, более устойчивые пласты или толщи образуют крутые или отвесные уступы на мягких склонах, соответствующих пластам или толщам более мягких или более рыхлых пород; на крутых или отвесных склонах эти более твердые пласты образуют карнизы или навесы. Наоборот, каким либо легко выветривающимся или размываемым породам в виде жил, пластов или толщ соответствуют разные впадины рельефа—канавообразные понижения на равнинах, рытвины и желоба на склонах, а при горизонтальном или пологом залегании—более пологие участки склонов. Чем сильнее или сложнее дислокация свиты пород различной устойчивости, тем сложнее и детали рельефа, зависящие от последней. В случае пород массивных, занимающих более значительные площади, или мощных толщ осадочных пород одинаковой устойчивости, расчленение рельефа менее мелкое. Напр., массивам гранита, диорита, сиенита, залегающим среди осадочных пород, обыкновенно соответствуют выдающиеся части рельефа, группы или цепи более или менее куполообразных высот, нередко обильных скалами различной формы, осыпями глыб, россыпями и бросающихся в глаза по своему контрасту с окружающими более низкими или более мягкими формами возвышенностей. Равным образом, толщам известняков среди сланцев (хотя первые представляют породу более легко растворимую, но зато менее легко выветривающуюся, чем сланцы) обыкновенно соответствуют выдающиеся скалистые гребни или целые гряды. То же можно сказать о толщах кварцитов, кварцевых и слюдяных

сланцев, змеевиков, яшмовидных пород, кварцевопорфировых туфов и брекчий и т. п. более устойчивых образований. Покровы базальтов и траппов, потоки твердых лав, накопления обсидианов, пехштейнов, пемз, разных твердых вулканических образований, залегающие горизонтально или почти горизонтально, образуют обыкновенно более или менее высокие столовые холмы, горы, даже целые плоскогория с обрывистыми боками. В других случаях массивам изверженных пород, залегающим среди образований еще более устойчивых, напр., очень твердых роговиков и других пород внутренней зоны контактового пояса, наоборот, соответствуют пониженный рельеф и более мягкие формы, окруженные кольцом острых и скалистых гряд и гребней. Прямолинейно ограниченные участки резко различного рельефа; прямолинейные направления речных долин, морских и озерных берегов, пересекающие простирающие горных пород; несоответствие направления осей и склонов горных цепей простирающему складок; расположение выходов изверженных пород по определенным линиям; выходы источников или отложения их, не соответствующие водопроницаемым толщам, являются указаниями на присутствие крупных дизъюнктивных дислокаций, т. е. граничных линий. Вообще, в местности, подлежащей исследованию, в первое время нужно особенно внимательно следить за связью между геологическим строением и формами рельефа, что значительно облегчит дальнейшую работу, когда мы по формам рельефа легко будем наносить многие геологические границы на больших протяжениях.

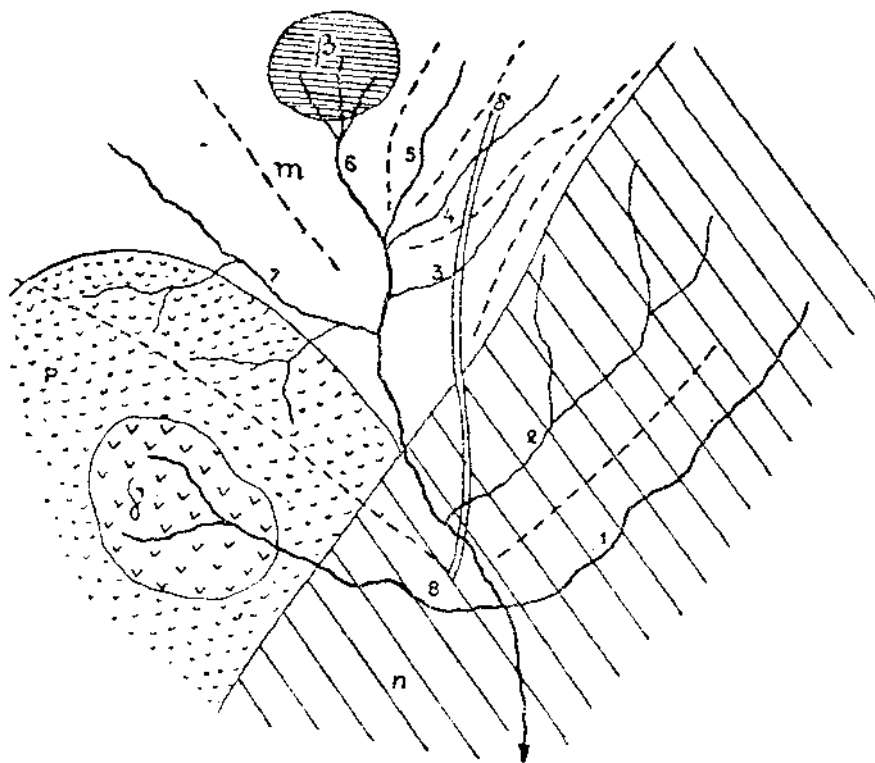
Водоносность тех или иных пород или пластов также может служить полезным признаком для определения геологических границ. В зависимости от мощности водоносных пластов, их условия залегания и количества воды, последняя или выходит на поверхность в виде более или менее многочисленных и обильных источников, или же только увлажняет некоторую площадь или полосу на дне или склоне долины. То и другое резко отражается на растительности: заболоченные места, пышные заросли хвощей, тростника, курослепа, ситника, ивы, тополя, ели и других растений, любящих много влаги, должны наводить на мысль о присутствии обильного водоносного горизонта. Более слабое увлажнение бросается в глаза в виде площадки или полосы с более ярко-зеленой и густой травой на дне долины или на склоне, уже выгоревших от летних жаров или покрытых более скудной растительностью, напр., пучками полыни. В иных случаях отложения известкового туфа свидетельствуют о водоносности. На очень крутых или отвесных склонах, где растительность не в состоянии укрепиться, источники выбиваются наружу и стекают струйками вниз, а слабая водоносность обнаруживается в виде более темной полосы, соответствующей водопроницаемому слою. Появлению участков с карстовыми явлениями—воронками, провалами, внезапным исчезновением воды в руслах потоков или резким изменением ее количества—указывает на присутствие растворимых пород как известняки, гипс.

Речные наносы в местностях, бедных обнажениями или лишенных

таковых, также помогают находить геологические границы, хотя, большею частью, только приблизительно. Галька и валуны в русле или отложениях реки или ручья указывают нам на состав коренных пород, слагающих водный бассейн выше пункта их наблюдения. Но количество валунов и гальки той или другой породы находится в зависимости не только от площади, занимаемой ею в бассейне, но также и от ее устойчивости и от расстояния ее выходов от тальвегов. Породы, особенно устойчивые относительно выветривания, всегда будут преобладать над мало устойчивыми; напр., если бассейн данной речки сложен, главным образом, из мягких сланцев или рыхлых песчаников, среди которых только, кое где пролегают пласты кварцита или твердого песчаника, то в валунах и гальке речки будут преобладать эти последние, хотя занимаемая ими площадь несравненно меньше. Или, напр., жила кварца, хотя бы не толстая и единичная, выходящая вблизи русла, даст гораздо больше валунов и гальки, чем мощный пласт кварцита, слагающий далекий водораздел. Но иногда очень устойчивые породы почти совсем не дают валунов и гальки благодаря тому, что при разрушении распадаются только на очень крупные глыбы, которые слабый водный поток не в силах унести. Легко растворимые породы, напр., гипс, или слишком рыхлые, напр., некоторые песчаники, или мягкие, как глины, или разрушающиеся в очень мелкий щебень—совсем или почти совсем не дают валунов и гальки и поэтому не могут быть указаны по составу таковых.

Если мы будем идти вверх по речке, изображенной на фиг. 107, мы увидим в ее русле в изобилии крупные валуны песчаников и роговиков, слагающих большую часть бассейна и достаточно твердых, немного валунов гранита и диабазы, еще меньше базальта и плоскую гальку глинистого сланца. Миновав устье притока № 8, мы заметим, что валуны гранита исчезли и сделаем вывод, что эта порода ограничена бассейном этого притока. Выше устья притока № 2 число валунов песчаника будет быстро уменьшаться и вскоре исчезнут и они; мы нанесем в этом месте границу распространения этой породы. Теперь будут господствовать валуны роговика и галька сланца, но число валунов диабазы увеличится, чаще будет попадаться и базальт. Выше устья притока № 7 исчезнет роговик, так как мы вышли из контактовой зоны гранита и можем это отметить. Далее мы заметим, что в русле притоков № 3 и № 4 особенно много валунов диабазы; экскурсия по этим ручьям покажет, что эти валуны становятся все крупнее и менее окатаны а затем их количество сразу убавится и размеры уменьшатся—мы перешли через место пересечения этой жилы ручьями. В притоке № 5 их не будет вовсе, но сразу исчезнут и валуны базальта; направившись по вершине речки (№ 6), мы обнаружим господство и растущие размеры последних и наметим их границу, выше которой они одни будут в русле. Экскурсия по притоку № 7 позволит наметить границу роговиков, а по притоку № 8—область развития гранита. Притоки № 1 и № 2 покажут нам только песчаники, но в низовье № 2 мы пройдем через полосу крупных и обильных валунов диабазы.

Валуны и галька в русле могут происходить, впрочем, не из коренных выходов, а из более древних речных, озерных или даже морских галечников или конгломератов, залегающих на дне или склонах долины. В случае наличия таких древних отложений, выводы о границе той или другой породы могут оказаться ошибочными, так как во время образования этих галечников или конгломератов бассейн данной реки мог иметь иные размеры, к нему могли принадлежать площади, теперь вошедшие в состав других, соседних бассейнов, и даже вся речная система могла иметь иное направление. Следовательно, какая либо порода, представленная в древнем галечнике и перешедшая из него



Фиг. 107. γ — гранит; β — базальт; δ — жила диабазы; $п$ — песчаники; $р$ — роговики; $т$ — глинистые сланцы; пунктир обозначает водоразделы.

в современное русло, может совсем даже не залегать в современном бассейне данной реки.

То же необходимо иметь виду в местностях, подвергшихся послетретичному оледенению. Если бассейн данной реки во время этого оледенения утратил свою самостоятельность и лед проникал в него через окружающие водоразделы, то в виде эрратических валунов могли быть принесены и отложены породы, совершенно чуждые данному бассейну, хотя и попадающиеся теперь в современном русле или на склонах.

Нахождение таких пород, чуждых данному бассейну, очень важно, так как позволяет судить о происшедших в послетретичное время более или менее крупных переменах, восстанавливать прежние речные системы, площади оледенения, мощность ледникового покрова, направление его движения и т. д.

Итак, внимательное наблюдение в промежутках между обнажениями позволит подметить ряд признаков, указывающих на наличие геоло-

гической границы: изменение состава осыпей на склонах и гальки в руслах, состава злывия и делювия, характера почв и растительности, рельефа, ширины и поперечного профиля долин, очертаний склонов гор и холмов, выходы источников, заболоченные места, карстовые явления и т. д. Но и в самых обнажениях нередко можно встретить признаки, указывающие на близость какой либо границы, даже если таковая пролегает вне данного обнажения; напр., изменение крупности зерна глубинных пород, появление обильных включений указывают на близость контакта; в осадочных породах таким же признаком будет усиление степени их метаморфизма, появление прожилков изверженной породы, вкраплений сульфидов; катакластическая структура, зоны смятия, брекчии трения, зеркала, мелкие сбросы или взбросы, резкие изменения простиранья или падения обнаруживают близость линии какой либо крупной дизъюнктивной дислокации. Сопоставляя эти наблюдения с таковыми между обнажениями, мы будем дополнять одни другими и делать выводы с большой уверенностью.

Нанесение на карту найденных геологических границ. Каждый граничный пункт как и каждое обнажение, найденные во время полевой работы, должны быть нанесены на детальную топографическую карту, которой пользуются при исследовании. Откладывать это до возвращения на место постоянного жительства не следует, так как точность нанесения при этом сильно пострадает.

Для нанесения обнажения или найденного пункта нужно измерить его расстояние (и взять азимут) от ближайшего пункта, обозначенного на топографической карте (напр., изгиба речки, дома, угла пашни или огорода, колодца, могилы и т. п.). Это измерение производится отсчитыванием шагов, причем исследователь должен знать соотношение своего шага и линейной единицы, принятой для данной карты (сажени или метра), определив его не только для ровной и твердой дороги, но и для песчаной почвы, свежее-вспаханной пашни, болотистого или кочковатого луга и т. д.

При измерении расстояния шагами по склону длина шага меняется с уклоном и не в одинаковой степени при подъеме и при спуске. Иордан дает следующую таблицу, принимая за единицу длину шага на ровной местности:

уклон	длина шага при подъеме	длина шага при спуске
5°	0,91	0,97
10°	0,81	0,94
15°	0,73	0,91
20°	0,65	0,87
25°	0,58	0,78
30°	0,49	0,65

Длина шага при подъеме к длине шагов при спуске относится:

при 5° как 1:1,06	при 20° как 1:1,34
" 10° " 1:1,16	" 25° " 1:1,34
" 15° " 1:1,25	" 30° " 1:1,35

Если карта имеет горизонтали, то нанести найденный выход можно также, пользуясь анероидом. С выхода берем азимут на ближайший опорный пункт карты и отсчитываем показание анероида и термометров. Спустившись к опорному пункту, также берем показание анероида и термометров и, вычислив относительную высоту выхода над опорным пунктом, наносим его на карту по азимуту и числу горизонталей, соответствующих найденной высоте. При неровном склоне, в особенности заросшем кустами или лесом, этот способ даст более надежный результат, чем измерение шагами. Если по соседству имеется второй опорный пункт, то обнажение или границу, найденную на пологом склоне, можно нанести на карту посредством двух засечек на опорные пункты. Наконец обнажение или граница, выраженные в рельефе местности, часто фиксируются прямо на хорошей карте по резким изгибам или сильному сгущению горизонталей (обрывы обозначаются топографом особым условным знаком).

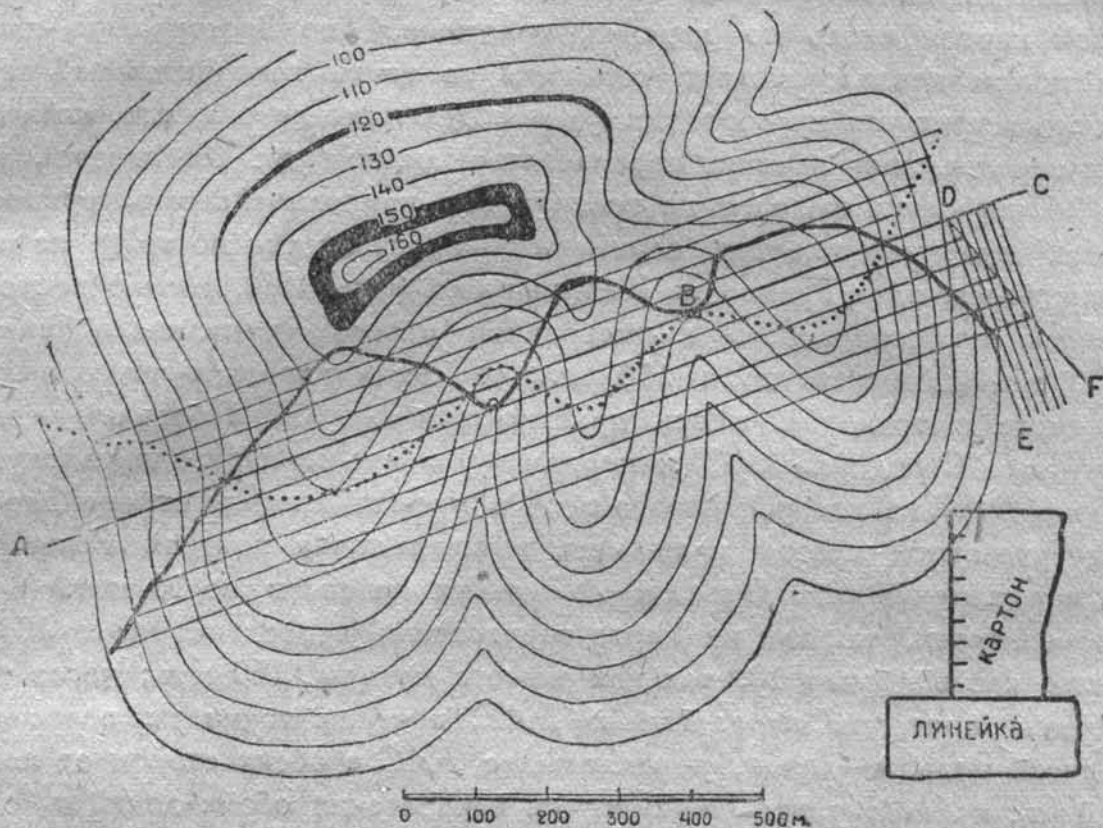
Нанесение на карту выходов пластов. После того как на карту нанесены отдельные, граничные пункты, необходимо соединить их друг с другом, чтобы получить граничные линии, которые будут разделять площади, соответствующие выходам различных горных пород, обозначаемым различной штриховкой или окраской и дающим более или менее детальную картину геологического строения местности.

Если бы последняя представляла равнину, то это проведение граничных линий являлось бы простой задачей. Но в большинстве случаев геологу приходится иметь дело с более или менее сложным рельефом, все неровности которого прямо отражаются на расположении граничных линий и делают необходимым более или менее сложные построения для нахождения граничных линий. Поэтому мы должны рассмотреть ряд типичных случаев, показывающих зависимость положения граничных линий от рельефа. Заметим кстати, что граничные линии можно проводить точно только на картах, на которых рельеф выражен горизонталями, а не штрихами или отмывкой. Простейший случай представляет горизонтальное положение пластов (фиг. 108), так как граничные плоскости будут параллельны горизонталям карты и граничные линии или совпадут с последними или расположатся в промежутках между ними, повторяя все их изгибы. Если карта, часть которой изображена на нашей фигуре, имеет масштаб 100 м в 1 см, а горизонтالي проведены на ней через 10 м по вертикали, то пласт в 10 м толщиной, залегающий своей нижней плоскостью напластования на абсолютной высоте 150 м, изобразится на карте в виде заштрихованной полосы между горизонталями 150 и 160. Пласт толщиной в 1 м, лежащий на абсолютной высоте 120 м, изобразится в виде несколько утолщенной горизонтали 120.

Если пласт принадлежит к какому либо крылу крупной складки и в пределах нашей карты имеет прямолинейное простираение и падение, то выходы его на земную поверхность уже не совпадут ни с одной из горизонталей, а представят извилистую или кривую линию. Но в этом случае нам достаточно нанести на карту только один пункт выхода

пласта, чтобы затем помощью простого построения определить все остальное, т. е. получить граничную линию.

Пусть пласт имеет простирание $NO\ 70^\circ$ и падение $SO\ \angle\ 20^\circ$ и мы нашли его выход в точке B (фиг. 108). Проведем через эту точку линию AC под углом 70° к меридиану карты в северо-восточном румбе; это будет линия простирания пласта. На этой линии, где нибудь в стороне на более чистом месте карты (напр., на равнине, в широкой долине) или за ее рамкой в произвольной точке D восстанавливаем перпендикуляр DE в сторону падения пласта, т. е. на SO , и на нем от точки D строим угол EDF , равный углу падения пласта, т. е. 20° . От точки D



Фиг. 108.

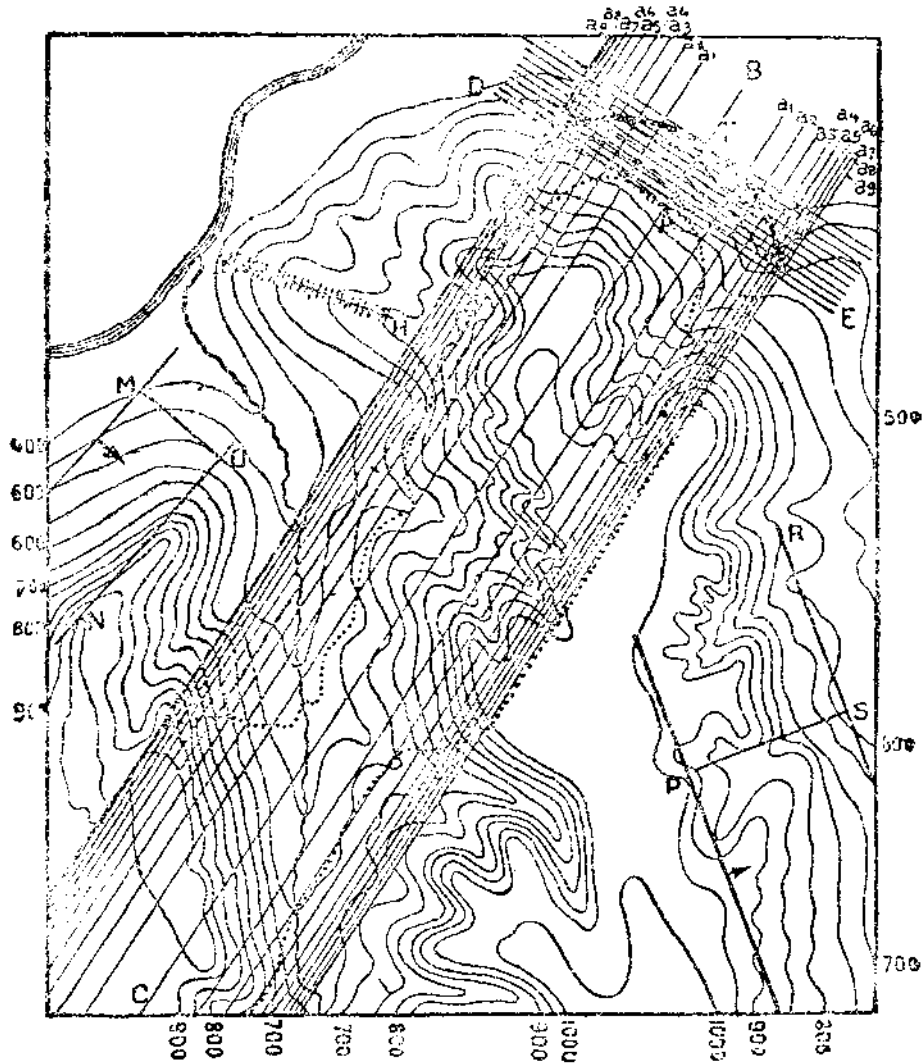
на линии AC в сторону C откладываем в масштабе карты расстояния между ее горизонталями, в данном случае по 10 м столько раз, сколько горизонталей расположено ниже выхода пласта, и через полученные точки проводим линии, параллельные DE , которые пересекут сторону угла DF в соответствующем ряде точек. Через последние проводим линии, параллельные AC , и ищем их пересечения с горизонталями, находящимися ниже выхода пласта, поочередно—первой линии с первой горизонталью, второй линии со второй горизонталью и т. д. Эти точки пересечения соединяем последовательно в обе стороны от точки B друг с другом и получим кривую, изображающую пересечение пласта с земной поверхностью, т. е. его выход на разных уровнях (сплошная линия на фиг. 108). Этот пласт, в зависимости от отношения его угла падения к уклону склона, может выйти на поверхность и выше точки B ; для нахождения соответствующих точек мы проведем дополнительные линии,

параллельные AC , но выше нее по склону, на тех же расстояниях, которые мы получили ниже этой линии, и найдем их пересечение с горизонталями выше точки B . Если бы падение пласта было не $SO \angle 20^\circ$, а обратное — $NW \angle 20^\circ$, мы сделали бы такое же построение, но на перпендикуляре, направленном на NW от точки D и искали бы также пересечения с горизонталями, лежащими ниже и выше точки B (пунктир на фиг. 108). Чтобы не пачкать карту проведением линий, параллельных AC , можно на прямоугольном кусочке тонкого картона отложить расстояния, полученные нами на линии DE (соответствующие расстояниям между горизонталями, измененным согласно углу падения пласта); передвигая такой картон вдоль по линейке, положенной по простиранию пласта, мы можем последовательно отмечать те точки горизонтальной карты, которые придутся на соответствующие деления картона, т. е. последний при передвижении заменит параллельные линии (фиг. 108 справа).

Построение выходов на поверхность криволинейных поверхностей, напр., изогнутых пластов, сложнее, но производится по тому же принципу; берем один пример из Кейльгака (фиг. 109). Нужно построить выходы на поверхность симметричной плоской синклинали шириной в 600 метров и высотой в 150 мет.; ее самая глубокая точка выходит на карте в точке A , а ось простирается $NE 33^\circ$. Проводим через A эту ось AC под углом 33° к меридиану карты и перпендикулярную ей линию DAE , на которой вправо от A в масштабе карты строим плоскую дугу указанной высоты и ширины, высшая точка которой F придется на продолжении оси. Отрезок AF делим на части по 15 мет. (в масштабе карты), так как на карте горизонтали проведены через 15 мет.; таких частей будет 10, так как высота муьды 150 мет.; через точки деления проводим параллели к DAE , а через точки их пересечения с дугой муьды — линии, параллельные FAC с обеих сторон от последней ($a_1, a_2 \dots a_{10}$); теперь ищем точки пересечения обеих линий a_1 с первой горизонталью над точкой A , обеих линий a_2 со второй горизонталью, и т. д. соединяем все полученные точки друг с другом и получим выход муьды на поверхность. И в этом случае линии, параллельные FAC , можно заменить картоном, на который нанесены точки $a_1, a_2 \dots a_{10}$ с одного крыла муьды. Совершенно так же построим выход прямого седла, но только дугу его изобразим так, чтобы высшая точка его F приходилась в точке A , где она выходит на поверхность, а крылья лежали вправо от DAE , т. е. обратно тому, что показано на фиг. 109. Другие примеры разных построений можно найти у Кейльгака.

Необходимо заметить, что подобные построения можно и нужно делать только при картах крупного масштаба, не более 1 версты в дюйме, и при пологом падении пластов. Вертикальный пласт при всяком рельефе изобразится в виде прямой линии, совпадающей с его простиранием; отклонение крутопадающего пласта от этой линии будет так незначительно, что им можно пренебречь и только при угле падения в 30° и меньше оно становится заметным. Наибольшее значение такие построения имеют при составлении пластовых карт и при проектировании раз-

ведочных работ пологопадающих пластов и жил, так как канавы и шурфы могут оказаться заложенными в лежащем боку таковых, т. е. не встретят их, или же встретят не на ожидаемой глубине, если при проектировании этих выработок не будет принято во внимание отклонение выхода пласта или жилы на земную поверхность от прямой линии в связи с рельефом. Из рассмотренных построений можно вывести несколько общих правил:



Фиг. 109.

1) Если две точки пересечения той же горизонтали с граничной линией соединить прямой, то последняя даст нам линию простираения пласта.

2) Если через ближайшую выше- или нижележащую горизонталь провести такую же линию простираения, то параллельность обеих покажет, что граничная поверхность плоская, а схождение их—что она искривлена. Если в первом случае найдем расстояние между параллелями, то на масштабе для покатостей можно непосредственно подсчитать угол падения пласта.

3) Горизонтальные граничные плоскости дают граничные линии, параллельные горизонталям.

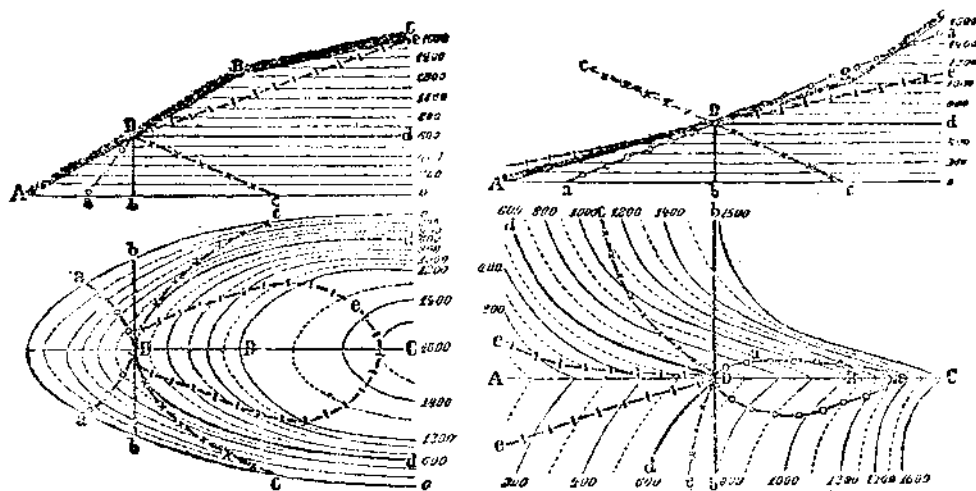
4) Вертикальные граничные плоскости при всяком рельефе мест-

ности и любом простирании имеют на карте прямолинейное направление, согласное с направлением простирания.

5) Наклонные граничные плоскости параллельны горизонталям только при одинаковом простирании тех и других; при различном простирании они должны пересекаться.

6) На склонах долины и на склоне возвышенности наклонные граничные плоскости образуют кривые линии, замкнутые или открытые в ту или другую сторону, в зависимости от соотношения их направления падения и угла падения к уклону склона и его переломам (фиг. 110).

7) Две параллельные граничные плоскости дадут на карте параллельные линии только в тех местах, где горизонтالي параллельны друг



Фиг. 110.

другу (за исключением вертикальных граничных плоскостей, всегда дающих параллельные линии при одинаковом простирании). Промежуток между двумя граничными линиями, т. е. ширина обнажения пласта одинаковой мощности, на карте зависит не только от простирания, падения и мощности пласта, но и от уклона поверхности; на пологих склонах эта ширина будет больше, на крутых—меньше; при пологом падении пласта она будет больше, при крутом—меньше; наибольшей она будет при горизонтальном положении пласта и очень пологом склоне.

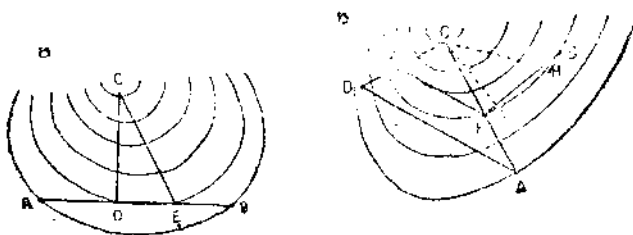
Для кривых граничных плоскостей невозможно вывести подобные же общие положения, так как различно изогнутые могут в одной и той же местности представлять обнажения с совершенно одинаковыми граничными линиями, если падение оси складки различно, а складки с одинаковым поперечным сечением при различных углах падения обнаруживают совершенно различное направление граничных линий.

Иногда на карту мы можем нанести несколько пунктов выхода того же пласта, но по неясности выходов (напр., разрушенных в мелкий щебень) не можем определить непосредственно ни простирания, ни падения. Тогда задача легко решается графически на карте по положению трех точек, не лежащих на одной прямой (при этом предполагается, что пласт не изогнут между данными точками). Возможны три случая:

1) Все три точки лежат на одной и той же горизонтали карты. Вывод: пласт залегает горизонтально.

2) Две точки A и B лежат на одной горизонтали, а третья C выше или ниже их (фиг. 111а). Соединив точки A и B прямой, мы получим линию простирания пласта, направление которой можем определить на карте по компасу или транспортиру. Из C опускаем перпендикуляр CD на линию AB ; это будет направление линии падения. Разность высот между C и A в масштабе карты нанесем от D в виде длины DE , соединим E и C и угол DCE будет углом падения, который можно смерить транспортиром или определить по формуле $\text{tg } DCE = \frac{ED}{DC}$.

3) Все три точки лежат на разных горизонталях (фиг. 111б). Нижнюю точку A соединяем с верхней C , восстанавливаем в C перпендикуляр к AC в направлении, противоположном B , и откладываем на нем в масштабе карты разность высот между A и C до точки D . На этой линии CD откладываем от D разность высот между A и B до точки E и проводим параллели DA и EF . Точка F будет лежать на той же высоте, как и B , и линия BF даст нам линию простирания пласта. Из C мы опускаем перпендикуляр на BF , как в предыдущем случае, и находим линию падения CC' и угол падения GCH .



Фиг. 111.

Нанесение на карту линий дислокаций. Оси седел и мульд, вернее пересечение осевой плоскости таковых с земной поверхностью, обыкновенно не наносятся на геологические карты, так как они не представляют собой граничные линии. Но на специальных тектонических картах нанесение этих осей необходимо, так как они ясно показывают нам как простираются складки, как они располагаются друг относительно друга (параллельны ли, сходятся ли или расходятся, смыкаются ли или отклоняются), где начинаются и где затухают и т. п. На таких картах оси седел и мульд изображаются различными знаками для отличия антиклиналей от синклиналей, напр., различными цветами или одни сплошными линиями, другие пунктирами. Так как эти оси только в редких случаях прямолинейны, т. е. строго сохраняют то же простирание, и вместе с тем, далеко не всегда осевые плоскости вертикальны, то линии, изображающие их на карте, большею частью волнисты или дугообразны. Чем резче перегиб седла или мульды, тем точнее может быть нанесена на карту их ось; при очень плоских складках с широким перегибом точность нанесения только приближительна. Чтобы быть уверенным, что общее простирание оси складки нанесено правильно, нужно иметь хотя бы в двух пунктах достаточно удаленных друг от друга, обнажения места перегиба.

В противоположность осям складок трещины сбросов и сдви-

го в представляют важные граничные линии и потому должны быть нанесены на каждой геологической карте, конечно, за исключением мелких нарушений, не имеющих тектонического значения. К сожалению, трещины сбросов и сдвигов сравнительно редко наблюдаются непосредственно благодаря тому, что по обе стороны трещины пласты горных пород обыкновенно более или менее сильно раздроблены, изогнуты, растянуты, изменены деятельностью подземных вод и потому легче подвергаются разрушительному воздействию атмосферных агентов; вдоль них часто врезаются долины, овраги или рытвины или на продуктах выветривания развивается растительность, вследствие чего место нарушения маскируется. Поэтому даже в местности, богатой обнажениями, последние чаще представляют нам пласты, более или менее удаленные от трещины сброса или сдвига. Даже при довольно крупных сбросах, отразившихся первоначально на рельефе местности и обусловивших столовые возвышенности или уступы, фасы сбросов нередко сильно или даже совершенно сглажены размывом и не обращают на себя внимания наблюдателя. В других случаях рельеф местности сразу наводит на мысль о наличии крупного сброса, но доказать последний бывает трудно, так как опустившееся крыло обыкновенно покрыто наносами и не представляет обнажений коренных пород. Но в таких случаях тот же рельеф большею частью повторяется через известные промежутки; линии резкого понижения являются более или менее параллельными, и при исследовании более значительного пространства косвенные доказательства наличия дизъюнктивных дислокаций умножаются. Напр. окраина столовой возвышенности, горного хребта или массива пересекает породы различного возраста, состава и условий залегания, обнаруживая независимость от направлений складчатости пластов или только слабую связь с таковыми (в Русском Алтае, Забайкальской области и др.). Или же вдоль такой окраины особенно часты выходы одной или разнообразных вулканических пород (в Забайкальской области), которые, очевидно, приурочены к трещинам сброса, давшим им наиболее легкий доступ к поверхности. Но так как далеко не все трещины сбросов, даже крупных, служили такими путями для эффузий, то отсутствие выходов этих пород, при наличии других косвенных доказательств, не может служить достаточным основанием для отрицания наличия дизъюнктивной дислокации. Напр., в Пограничной Джунгарии эти дислокации несомненны и очень крупны, а вулканические породы, вообще очень распространенные в этой местности, большею частью древнее этих дислокаций и потому распределены без связи с таковыми. Равным образом, в Таврическом хребте выходы изверженных пород, частью эффузивных, частью интрузивных гипобиссального типа, не обнаруживают закономерной зависимости от линий дизъюнктивных дислокаций, обусловивших современный рельеф южной части Крыма.

Крупные сдвиги отражаются на рельефе только в том случае, когда разрывают какую-нибудь возвышенность на отдельные части, перемещенные друг относительно друга в горизонтальном направлении, как

напр., в горах Салев во Французской Швейцарии. Такие сдвиги сопровождаются выходами изверженных пород гораздо реже, чем сбросы.

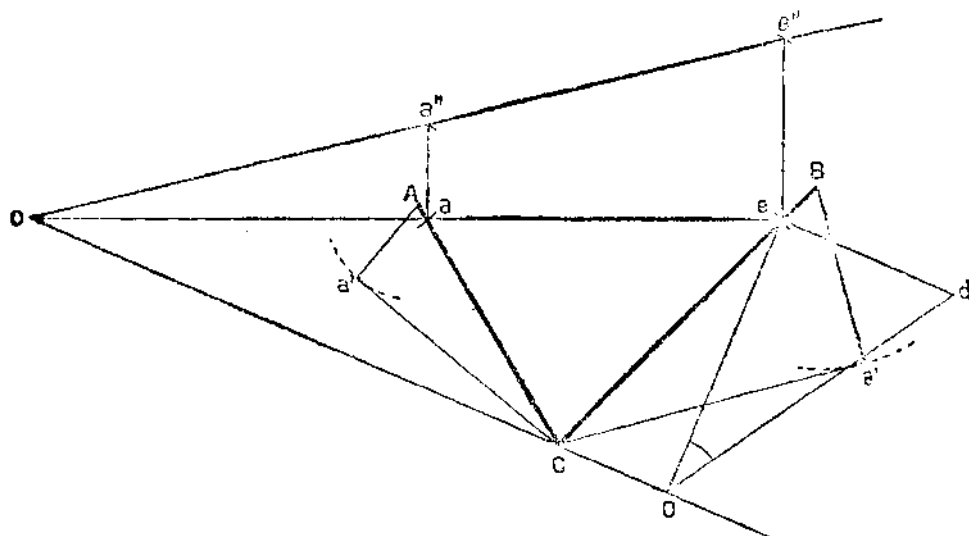
Трещину сброса или сдвига, наблюдаемую непосредственно в обнажениях, мы наносим на карту по тем же правилам, как и граничную плоскость какого либо пласта, т. е. на основании ее простирания, угла и направления падения. Поэтому вертикальные трещины изобразятся в виде прямых линий, независимых от горизонталей, а наклонные трещины будут более или менее отклоняться от прямого направления в зависимости от величины угла падения. Но хотя трещины сбросов и сдвигов чаще, чем оси складок, имеют прямолинейное направление, тем не менее случаи изменения их простирания, т. е. искривление плоскости трещины, довольно обыкновенны. Эти трещины нередко также разветвляются, сходятся, расходятся и даже пересекают друг друга, так что на карте местности, богатой дизъюнктивными дислокациями, мы получим сложную систему линий.

Трещины сбросов и сдвигов, не наблюдаемые непосредственно, а предполагаемые на основании косвенных доказательств (рельефа, выходов вулканических пород, ряда источников воды, нефти или газов, сильного раздробления коренных пород, распределения речных систем и т. п.), конечно, не могут быть нанесены на карту с той же точностью, как трещины наблюдаемые. Напр., при нанесении такой трещины на основании резкого изменения рельефа, мы проведем ее у подножия современного обрыва столовой возвышенности или склона горного хребта, тогда как в действительности она может пролегать на некотором расстоянии от этого подножия в виду того, что обрыв или склон уже отодвинулся от самой трещины, вследствие долговременной деятельности размыва.

При нанесении трещин сбросов и сдвигов те, которые наблюдаются непосредственно или достаточно выяснены косвенным образом, изображаются обыкновенно сплошными линиями, а трещины предполагаемые — пунктиром. В случае сбросов принято отмечать направление перемещения посредством коротких штрихов, перпендикулярных к сплошной или пунктирной линии и проведенных со стороны опущенного крыла. У сдвигов направление перемещения обыкновенно обозначается стрелкой, параллельной линии трещин.

Часто случается, что нигде не виден контакт пластов, разделенных сбросом, хотя последний можно проследить на большое расстояние; тогда для определения простирания и падения сбрасывателя нужно найти три точки в его плоскости, по возможности недалеко друг от друга в горизонтальном направлении, но находящиеся на различной высоте, напр., зеркала на утесах на дне долины и на обоих склонах. Имея эти три точки и измерив горизонтальное или наклонное расстояние между ними, а также азимуты двух линий, соединяющих низшую точку с высшими, мы можем вычислить простирание и падение сбрасывателя тригонометрически или же определить их построением (фиг. 112). Пусть наши три точки будут *A*, *B* и *C*; линия *AC* имеет наклонную длину в 150 м

и азимут 335° ; линия BC —длину в 200 м и азимут 50° ; наносим эти две линии по транспортиру в известном масштабе; теперь на CB , как гипотенузе, строим прямоугольный треугольник с высотой Bb' , равной разности высот C и B по вертикали, напр., 100 м, а на AC такой же треугольник с высотой Aa' , равной разности высот C и A , напр., 50 м; на CB откладываем от C длину полученного катета Cb' до точки b , а на CA длину катета Ca' до точки a ; соединяем точки a и b и продолжаем эту линию влево за a ; треугольник aCb будет горизонтальной проекцией части сбрасывателя между точками A , B и C . В точках a и b восстанавливаем перпендикуляры к линии ab , откладываем на них расстояния $aa'' = Aa'$ и $bb'' = Bb'$, соединяем точки b'' и a'' и продолжаем



Фиг. 112.

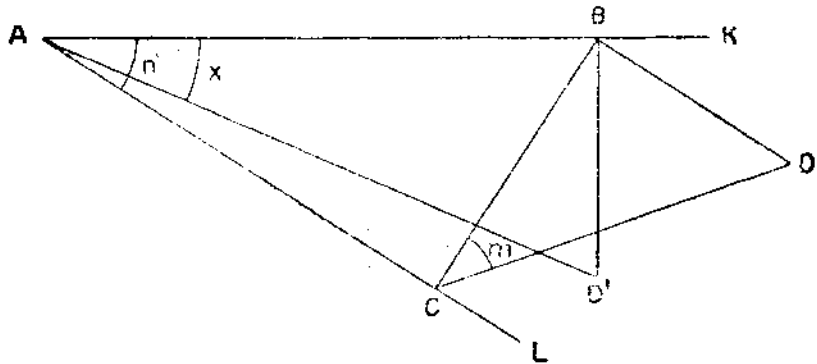
линию $b''a''$ до пересечения с линией ba в точке O , которая будет находиться как в плоскости сбрасывателя, так и в горизонтальной плоскости, проложенной через точку C ; поэтому линия OC будет линией пересечения этих плоскостей, т. е. линией простирания сбрасывателя, азимут которой определим по транспортиру. Если из точки b опустить на эту линию перпендикуляр bD и восстановить к нему перпендикуляр bd , равный по длине Bb' , т. е. разности высот B и C , то, соединив d и D , мы найдем угол падения сбрасывателя bDd , который смерим по транспортиру.

Этим же построением мы можем определить простирание и падение и угол падения пласта, встреченного в трех буровых скважинах, расположенных не на одной прямой.

Часто приходится определять угол пересечения сбрасывателя (или другой наклонной плоскости) с вертикальной плоскостью, не перпендикулярной к его простиранию. Если m —угол падения сбрасывателя и n —угол между его простиранием и вертикальной плоскостью, то угол X между линией пересечения обеих плоскостей и горизонталью определится из уравнения $\operatorname{tg} X = \operatorname{tg} m \cdot \sin n$. Построением эта задача решается так: пусть AK простирание вертикальной плоскости (фиг. 113); про-

ведем линию AL под углом n к ней, возьмем на AL любую точку C и восстановим перпендикуляр CB , на котором строим прямоугольный треугольник с углом m , равным углу падения сбрасывателя; в B восстановим перпендикуляр BD' к линии AK , отложим $BD' = BD$ и соединим A и D' ; угол BAD' есть искомый угол X .

Нанесение на карту жил и различных выходов изверженных пород. Жилы как водного, так и эруптивного происхождения наносятся на карту по тому же методу, как и пласты, т. е. на основании их простирания, направления и угла падения. Но жилы чаще, чем пласты, меняют свою мощность; впрочем, последняя может быть показана в масштабе карты только в случае очень мощных жил; в большинстве же случаев жилы будут изображены в виде более или менее тонкой линии цветной или черной, так что изменения мощности придется игнорировать. Наблюдаемые выходы жилы показываются сплошными линиями, а вероятная связь их друг с другом—пунктиром. Штоки, лакколиты, батолиты и т. п. массивы изверженных пород изображаются в виде целой площади, закрашиваемой определенным цветом или заполняемой штриховкой. При этом желательно выделить действительно наблюдаемые граничные поверхности от предполагаемых, обозначая первые сплошной линией, а вторые—пунктиром. Эти площади обыкновенно имеют неправильно-округлые, овальные или эллиптические очертания, иногда даже совершенно неправильную форму с выступами и выемками. Купола и конусы изображены в виде круга с диаметром, соответствующим масштабу карты. Нэки, ввиду своих в большинстве незначительных размеров получатся в виде точки. Покровы мы покажем в виде более или менее значительной площади с неправильными очертаниями, а потоки—в виде узкой полосы, иногда ветвящейся.



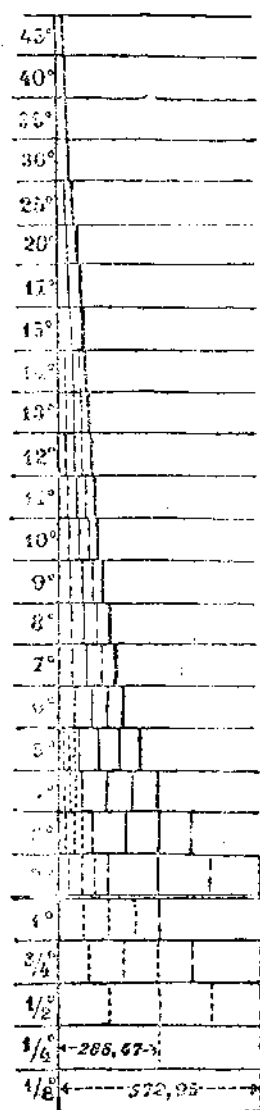
Фиг. 113.

Толщи вулканических пород—брекчий и туфов, делящиеся на пласты, придется наносить, руководствуясь правилами для осадочных пород; но обилие жил и неправильных эффузивных масс, а также резкие колебания мощности брекчий во многих случаях делают изображение трудным.

Пункты, с которых сняты фотографии обнажений или видов местности, также нужно отметить на карте с указанием номера снимка и его направления (посредством стрелки при прямоугольнике, внутри которого будет номер).

Масштаб покатостей имеется не на всех картах, и геологу часто

приходится строить его для определения угла наклона склона между двумя точками. Масштаб покатости есть катет треугольника, вторым катетом которого будет расстояние между горизонталями (изогипсами) данной карты, а противолежащим последнему углом—угол наклона склона. Этот масштаб можно определить тригонометрически по формуле $x = \frac{h}{\operatorname{tg} b}$, где h



Фиг. 114.

расстояние между изогипсами, а b —угол наклона. Построить масштаб для данной карты можно так: проводим ряд параллельных горизонтальных линий на расстояниях, принятых для изогипс карты; у начальной точки, взятой в правом или левом конце нижней линии, строим угол в 1° по транспортиру и тянем его образующую до пересечения со второй горизонтальной линией; в этой точке строим угол в 2° и т. д. Соединив все полученные точки, получим вогнутую кривую, все круче и круче поднимающуюся вверх; из всех точек опускаем перпендикуляры на нижнюю линию, которая и представляет масштаб покатостей нашей карты. Чтобы определить наклон какой либо части склона, измеряем циркулем на карте расстояние между двумя соседними горизонталями и на масштабе отыскиваем такое же расстояние между вертикалями, которому соответствует определенный угол, написанный на нашем масштабе внизу между этими вертикалями. Для нахождения наклонного расстояния между нашими горизонталями мы берем циркулем расстояние между этими же вертикалями по кривой и по масштабу карты найдем его величину в линейных мерах.

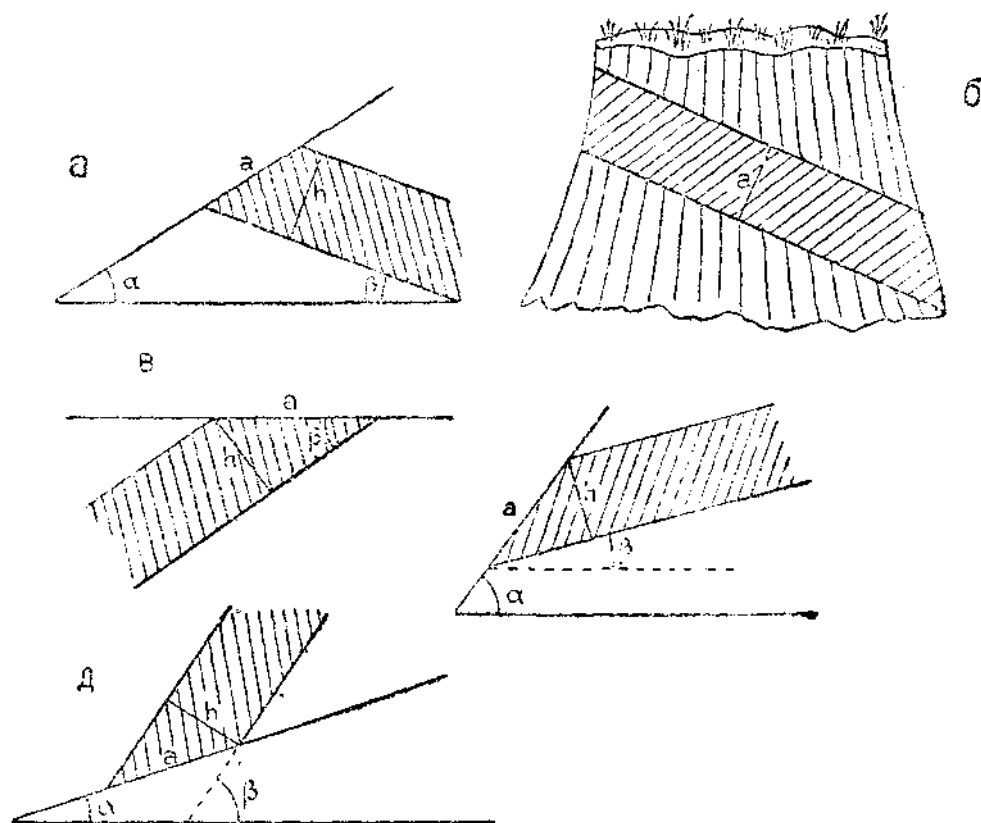
Точный масштаб построить трудно, особенно для малых углов (до 5°), так как точку пересечения образующей угла и горизонтали при малом угле точно определить невозможно. Более точно масштаб строится иначе; сначала вычисляются гори-

зонтальные расстояния между изогипсами по формуле: $x = \frac{h}{\operatorname{tg} b}$; вычислив x для ряда углов по логарифмическим таблицам, наносим полученные расстояния вправо от вертикальной линии по горизонтальным линиям против соответствующих углов (фиг. 114), причем по мере уменьшения последних можно вносить и промежуточные изогипсы, на карте не показанные, в соответствующих промежутках между конечными точками. Такой масштаб годится для карты, у которой вертикальные расстояния между изогипсами соответствуют принятой нами для вычисления величине, напр., 20 м. Чтобы определить наклон какой либо части склона берем циркулем расстояние между двумя сосед-

ними горизонталями карты и на масштабе находим такое же расстояние между вертикалями против соответствующего угла.

При определении выходов пласта на земную поверхность (на фиг. 108) мы уже пользовались масштабом покатостей для угла падения в 20° и проводили линии, параллельные $АС$, на расстояниях, соответствовавших этому масштабу.

Определение истинной мощности пласта или свиты. В обнажении мы часто можем измерить только видимую мощность, так как плоскость



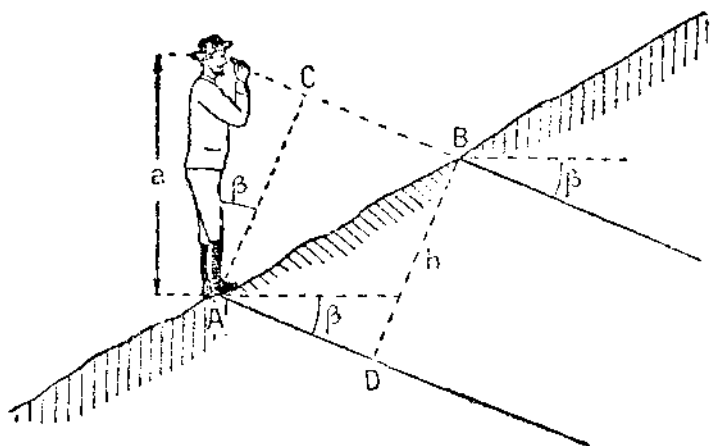
Фиг. 115.

обнажения не перпендикулярна к плоскости падения пласта и часто даже не параллельна его простираению. Истинную мощность можно определить графически или вычислением. Если плоскость обнажения параллельна простираению пластов (фиг. 115а), то истинная мощность h равна видимой a на синус противолежащего угла, который равен сумме углов α и β (наклона обнажения и падения пласта). Если плоскость обнажения пересекает простираение пластов под углом, то видимую мощность нужно измерить не по линии наибольшего уклона обнажения, а по линии, перпендикулярной к висячему и лежащему бокам пласта или свиты, и определить клинометром угол α наклона этой же линии a (фиг. 115б — обнажение спереди) для вычисления по той же формуле $h = a \cdot \sin(\alpha + \beta)$.

При горизонтальном залегании пласта $\beta = 0$, а при измерении видимой мощности на горизонтальной поверхности (фиг. 115в) $\angle \alpha = 0$, т. е. формула упрощается. При падении пласта согласно уклону склона (фиг. 115г), мы получаем не сумму, а разность углов α и β ; $h = a \cdot \sin(\alpha - \beta)$.

При измерении видимой мощности по склону долины или оврага с уклоном дна $\angle \alpha$, пересекающими крутопадающую свиту (фиг. 115д), формула получит вид $h = a \sin (\beta - \alpha)$.

Если сумма¹ или разность углов α и β меньше 45° , то для вычисления можно пользоваться упрощенной формулой Маклорена, основанной на довольно равномерном возрастании синуса от 0° до 45° . По этой формуле истинная мощность $h = \frac{ax}{60}$, где a —видимая мощность, x —сумма или разность углов; пусть $a = 80$ м, $x = 30^\circ$, тогда $h = \frac{80 \cdot 30}{60} = 40$ м.



Фиг. 116.

Имея компас Брунтона, легко определить истинную мощность большой свиты на склоне, доступном для подъема пешехода. Наблюдатель становится ногами на нижнюю граничную поверхность свиты A и ставит уровень компаса с клинометром на угол падения ее, затем визирует на склон впереди себя, замечая точку B , переходит

на эту точку, визирует на следующую и т. д. до верхней граничной поверхности; положим, что ему пришлось переменить место 8 раз; тогда истинная мощность h будет $8a \cdot \cos \beta$, где a —высота наблюдателя от земли до его глаз, а β —угол падения пластов (как видно из фиг. 116, так как $DB = AC = a \cdot \cos \beta$).

Если направление подъема не перпендикулярно к простиранию свиты, то вычисление усложняется согласно формуле $h = s (\sin \delta \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha \pm \cos \beta \cdot \sin \alpha)$, где h —истинная мощность, s —расстояние по склону между началом и концом пересечения, δ —угол между азимутами простирания свиты и направления пересечения, β —угол падения пластов и α —угол наклона склона по линии пересечения; $+$ нужно принять, если наклон склона и падения несогласны, и $-$ если они согласны, т. е. направлены в ту же сторону. Горн. инж. М. В. Абрамович (Баку) указал мне формулу более простую:

$$h = s \cdot \sin \delta \cdot \sin (\alpha \pm \beta),$$

в которой нужно брать $+\beta$ в случае несогласного наклона склона и падения пластов и $-\beta$ в случае согласного наклона; в последнем случае нужно брать $\alpha - \beta$, если α больше β и $\beta - \alpha$, если β больше α .

Графически, но менее точно, истинную мощность можно определять, нанося на миллиметровую бумагу видимую мощность и углы падения α и β (а при косом пересечении также угол δ) и измеряя в том же

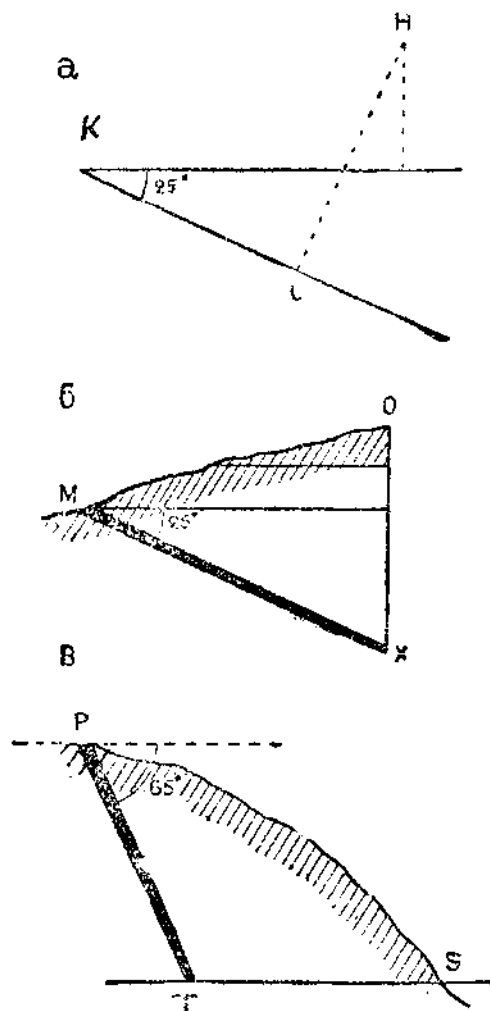
масштабе катет полученного треугольника (при косом пересечении — двух треугольников).

Тем же графическим методом мы можем определить мощность пласта или свиты, верхняя и нижняя граничная линия которых показаны на геологической карте, снабженной горизонталями. Если граничные плоскости горизонтальны, то мощность равна разности абсолютных высот, которую мы можем высчитать по горизонталям карты. Если эти плоскости наклонны, то прибегаем к графическому методу. Пусть (фиг. 109) точка H — изображает положение верхней, а K — нижней граничной плоскости свиты, падающей на $SO \angle 25^\circ$. Расстояние их друг от друга по горизонтали легко определить по масштабу карты, а расстояние по вертикали — по числу горизонталей между ними. Наносим эти точки H и K на миллиметровую бумагу в известном (любом) масштабе по их горизонтальному и вертикальному расстояниям, проводим через K линию, наклоненную под углом 25° к горизонтали и опускаем на нее из точки H перпендикуляр HL , длина которого в принятом для чертежа масштабе будет истинной мощностью свиты (фиг. 117 а).

Определение глубины залегания пластов. При разведках постоянно приходится определять глубину залегания какого либо пласта или жилы, которые необходимо пересечь шурфом, шахтой, или штольной или буровой скважиной в определенном пункте, чтобы вычислить стоимость этой выработки или, наоборот, по заданной глубине определить место заложения выработки. Это определение делается или графически, или тригонометрически.

Для пояснения графического способа возьмем два примера:

1) В точке M (фиг. 109) выходит пласт угля, имеющий простирание $NO \sim 40^\circ$ и падение $SO \angle 25^\circ$; на какой глубине встретит его буровая скважина, заложенная в точке N ? Проводим в M линию простирания пласта, а в N — параллельную ей, опускаем из M перпендикуляр MO . На миллиметровой бумаге отмечаем точки M и O согласно горизонтальному расстоянию MO и вертикальному по числу горизонталей между O и M , в данном случае 2, помноженному на расстояние между ними,



Фиг. 117.

пласта C в точке D будет $Dc = \frac{CD \cdot \sin DCc}{\cos \angle Cc}$. Глубина же пласта A в точке D равна $Ba + Cb + Dc$.

В случае если линия $ABCD$ не перпендикулярна простиранию пластов, формула значительно сложнее и в общем виде такова:

$$d = \frac{s(\sin \alpha \cdot \cos \gamma \cdot \operatorname{tg} \delta \pm \sin \gamma)}{\cos p \cdot (\sin \beta \cdot \operatorname{tg} \delta \pm \operatorname{tg} p)}$$

где:

d — искомая глубина,

s — расстояние по склону между обеими точками,

α — угол между линией простирания пластов и линией, соединяющей обе точки,

γ — уклон склона между обеими точками,

δ — угол падения пластов,

p — угол наклона тоннеля, штольни, скважины,

β — угол между простиранием пластов и направлением шахты, тоннеля, скважины.

При этом нужно брать $+\sin \gamma$, если δ и γ направлены в разные стороны и $-\sin \gamma$, если они направлены в ту же сторону. Нужно брать $+\operatorname{tg} p$, если γ и p направлены в противоположные стороны и $-\operatorname{tg} p$, если они направлены в ту же сторону.

М. В. Абрамович указал мне, что эта формула требует дальнейших пояснений, без которых применение ее крайне затруднительно. Ее числитель, исправленный так:

$$d = s \cdot \sin \alpha (\cos \gamma \cdot \operatorname{tg} \delta \pm \sin \gamma),$$

можно применить к определению глубины залегания пласта в некоторой точке, отстоящей на расстоянии s от выхода пласта и в случае несогласного наклона пласта и земной поверхности. Но лучше придать этой формуле удобный для вычисления вид $d = s \cdot \sin \alpha \frac{\sin(\gamma \pm \delta)}{\cos \delta}$, причем $\gamma + \delta$ нужно брать в случае несогласного наклона пласта и земной поверхности и $\gamma - \delta$ (или $\delta - \gamma$, в зависимости от того, который угол больше), при согласном наклоне.

Графически вычисление заменяется диаграммой, которую дает Hayes (таблица XVIII). По сетке находим точку пересечения линий угла падения и наклона склона (шкалы δ и γ) и соединяем ее с азимутом линии пересечения (шкала α) — справа или слева от вершины сетки, смотря по тому, направлены ли δ и γ в ту же сторону (слева) или в разные (справа); полученную линию продолжаем до шкалы γ и найденную на ней точку соединяем с точкой на соседней шкале s , цифра которой соответствует расстоянию по склону между обеими точками нашей задачи; эту линию продолжаем до нижней шкалы d , где получим численную величину искомой глубины.

Целый ряд задач подобного рода решается очень быстро по таблицам VIII—XI, имеющимся в конце руководства ¹⁾).

Литература: 1) Бауман, В. И. К вопросу об определении падения и простирания пород по данным разведок. „Горн. Журн.“, т. I, стр. 239—249, 1912.

2) Кораухин, И. А. Нанесение некоторых результатов геологических исследований на карту „Горн. Журн.“, т. IV, стр. 207—222, 1906.

3) Hewett, D. F. A graphic method for dips on geological sections. „Econ. Geol.“, VII, № 2, p. 190—191, 1912.

4) Hewett, D. F. Measurements of folded beds. „Econ. Geol.“ XV, pp. 367—385, 1920.

5) Mc. Kinsty, H. E. A protractor for plotting dips on inclined sections. „Econ. Geol.“, № 4, pp. 393—397.

6) Mertie, I. B. Graphical and mechanical computation of thickness of strata and distance to a stratum. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. № 129c, 1921.

7) Palmer, H. S. New graphic method for determining the depth and thickness of strata and the projection of dip. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. № 120 g. 1918.

8) Reid, H. F. Geometry of faults. „Bull. Geol. Soc. America“, XX, pp. 171—196, 1909.

9) Roe, I. W. Application of descriptive geometry to mining problems. Trans. Am. Inst. Min. Eng., XLI, pp. 512—533, 1910.

10) Smit, W. S. Some graphic methods for the solution of geologic problems. „Econ. Geol.“, IX, pp. 25—66 and 136—152, 1914.

11) Smith, W. T. An. apparent-dip protractor. „Econ. Geol.“, № 2, pp. 181—184, 1925.

ГЛАВА X

СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ, КАРТ И ОТЧЕТОВ

Построение геологических профилей. Геологическим профилем или разрезом называется проекция граничных поверхностей на вертикальную плоскость, иначе изображение, которое мы бы получили, если бы рассекли вертикально известный участок земной коры и создали искусственное сплошное обнажение в интересующем нас месте. Эту вертикальную плоскость разреза можно провести в любом направлении, если пласты залегают горизонтально, и только в одном, именно в плоскости падения, т. е. перпендикулярно к простиранию, если пласты наклонены; только при этом условии мы получим нормальный профиль, который покажет нам настоящие углы падения пластов, жил, вообще граничных поверхностей отдельных геологических тел, тогда как при ином направлении секущей плоскости эти углы будут меньше действительных, т. е. профиль представит искаженное изображение. Профиль представляет весьма полезное, а в иных случаях и необходимое дополнение геологической карты. Последняя показывает нам распространение различных

¹⁾ Геологический кружок Московской Горной Академии издал таблицу для графического определения глубины залегания мощности пластов, углов падения и пр., заимствованную у H. S. Palmer.

формаций и горных пород в плане, на горизонтальной плоскости, тогда как на профиле мы видим всю последовательность этих формаций и естественную связь между различными группами пластов и горных пород.

Профили бывают наблюдаемые и построенные: первые представляют результат непосредственного наблюдения шаг за шагом на месте, напр., при изучении какого либо обнажения на более или менее вертикальном обрыве, где можно измерить и мощность, и элементы залегания каждого отдельного пласта. Естественно, что такие профили обнимают незначительный участок данной местности. В построенном же профиле мы дополняем результаты осмотра отдельных обнажений, соединяя их друг с другом на основании построений; поэтому такие профили могут дать понятие о строении обширных пространств. На профиле должен быть указан его масштаб, без которого нельзя судить о действительной мощности отдельных пластов и свит и профиль превращается в схему, дающую только общее понятие об условиях залегания и взаимных отношениях геологических тел.

В нормальном профиле масштаб для вертикальных и горизонтальных расстояний, т. е. для высот и длин, должен быть одинаковый, так как только в этом случае получается картина, соответствующая действительности. Но, иногда, масштаб высот делается в 2—3,5 и даже 10—20 раз больше масштаба длин; особенно часто к этому прибегали в прежнее время, полагая, что при этом профиль выиграет в ясности. Действительно, рельеф земной поверхности в большинстве случаев при изображении высот и длин в том же масштабе оказывается настолько плоским, благодаря необходимому сильному уменьшению (иначе пришлось бы употреблять целые метры бумаги), что горная страна, кроме разве альпийской, на профиле производит впечатление плоских холмов, а холмы сливаются в еле волнистую линию. Если увеличить масштаб высот против масштаба длин, то рельеф кажется более близким к действительному, склоны становятся выше, и на них легче показать отдельные свиты и пласты.

Но в таких профилях картина геологического строения получается более или менее искаженной, так как и мощность свит, и углы падения их увеличиваются против действительности и тем больше, чем положение залегание, как видно из таблицы на стр. 258; только при падении пластов, близком к отвесному, искажение ограничивается преувеличением неровностей рельефа, а мощность и углы падения изображенных свит близки к действительным.

Искаженный профиль может привести к ложным выводам относительно мощности, взаимной связи и залегания свит, так что к нему следует прибегать в исключительных случаях; когда рельеф местности настолько плоский, что при принятом масштабе на склонах высот невозможно изобразить обнажающиеся на них свиты. Отношение масштаба высот к масштабу длин непременно должно быть указано, чтобы пользующийся искаженным профилем имел это в виду.

Наблюдаемый профиль нужно составлять на месте, при самой по-

левой работе. Для построения точного профиля нужно выбрать и измерить у подножия обнажения базис, по возможности горизонтальный, и изобразить его на бумаге в соответствующем масштабе (всего лучше 1:1.000, т. е. каждая клетка миллиметровой бумаги будет соответствовать 1 м. длины и высоты обнажения), отмечая положение всех пунктов, которые лежат на линии базиса и могут служить опорными точками.

Таблица искажений величины угла падения пластов при увеличении вертикального масштаба в 2, 3, 4 и 5 раз.

Угол падения	Вертикальный масштаб больше горизонтального			
	Вдвое	Втрое	Вчетверо	В пять раз
5°	9°55'	14°45'	19°15'	23°30'
10°	19°20'	29°45'	35°	41°30'
15°	28°15'	38°45'	47°	53°15'
20°	37°10'	47°30'	55°30'	61°15'
25°	43°	54°30'	61°45'	66°45'
30°	50°	60°	66°30'	71°
35°	54°30'	64°45'	70°20'	74°10'
40°	59°15'	68°30'	72°30'	76°40'
45°	63°30'	71°45'	76°	78°45'
50°	67°15'	74°30'	78°10'	80°45'
55°	70°45'	76°45'	80°	82°
60°	73°45'	79°	81°45'	83°25'
65°	76°45'	81°10'	83°20'	84°40'
70°	80°	83°5'	84°50'	85°50'
75°	82°30'	85°	86°10'	86°55'
80°	85°	86°40'	87°30'	88°
85°	87°30'	88°20'	88°45'	89°

Примечание. Для преувеличений от 5 до 20 раз диаграмму дает Вебер, „Полевая геология“, стр. 134.

при наблюдении (дерево, скала, угол забора, строения и т. п.). Затем определяем в разных местах высоту обнажения посредством рулетки или по способу, указанному в главе III, и наносим на бумагу верхнюю граничную линию профиля. Если подножие обнажения окаймлено осыпью или откосом, то нужно нанести тем же способом и нижнюю граничную линию профиля, а затем в промежутке между обеими линиями нанести один за другим отдельные пласты или толщи их, определяя их мощность рулеткой, а углы падения—горным компасом. Положение перегибов седел и мульд, трещин сбросов и сдвигов также должно быть нанесено на основании измерения и только при недоступности соответствующих частей обнажения можно наносить эти пункты на глаз, а лучше—засечками с базиса. Чем больше мы сделаем непосредственных измерений—тем точнее будет профиль. Чтобы нарисовать его на глаз без существенных искажений—нужно быть опытным рисовальщиком. Существенную помощь оказывает рисовальная камера, которая позволяет копировать контуры обнажения и отдельные пласты, отброшенные через призму на матовое стекло или на положенный лист бумаги. Поставив у подошвы обнажения

предмет определенной длины (палку, молоток) или человека, можно получить и масштаб для определения высот и мощности на самом рисунке. Еще лучший, более быстрый и точный способ дает фотографический аппарат, о применении которого в таких случаях сказано в главе III. Если стена обнажения не тянется по приблизительно прямой линии, т. е. не лежит в одной вертикальной плоскости, а местами переламывается и получает новое направление, то пункты перелома отмечаются на профиле вертикальными линиями. Так как плоскость обнажения в редких случаях строго перпендикулярна простиранию, т. е. совпадает с плоскостью линии падения, то наблюдаемые профили редко являются нормальными, а большею частью отклоняются от таковых на больший или меньший угол и изображают не действительное падение пластов, а кажущееся в плоскости обнажения, которое мы и будем измерять при составлении профиля, отмечая одновременно истинное падение. Угол отклонения плоскости обнажения от плоскости падения должен быть определен и указан; в случае перелома стены новые направления ее опять таки должны быть определены и указаны.

В виду необходимости затраты значительного времени на составление точного профиля, таковое производится только при детальной работе в особо важных случаях. Обыкновенно же довольствуются составлением так называемых нормальных разрезов, промеряя в разных местах исследуемой площади наиболее высокие и поучительные обнажения для сопоставления их друг с другом. При этом важно выяснить и зарегистрировать общий характер перемежаемости пластов данной свиты, опуская мелкие несущественные детали, так как в большинстве случаев природные явления слишком сложны. Напр., если большая, в общем однообразная толща содержит сотни прослоек разного цвета то нет смысла мерить мощность и записывать цвет каждого из них; достаточно сделать это в нескольких пунктах на разных горизонтах, а если обнажение длинное, то проследить прослойки в том же горизонте, чтобы выяснить себе общий характер перемежаемости, состав и среднюю мощность отдельных прослоек, а затем измерить мощность всей толщи и занести ее в разрез как одно целое. Или, напр., если в толще в общем однообразного известняка видны горизонты кремневых конкреций или в толще песчаника кое где прослойки конгломерата—не нужно мерить и выделять те и другие, а только отметить их мощность и состав при общей характеристике толщи. Но если есть характерные прослои, содержащие, напр., хорошие окаменелости или выделяющиеся по своему составу, то мощность и положение их в разрезе должны быть отмечены так как они могут оказаться руководящими „спорными“ горизонтами и позволят точное сравнение этого разреза с другими.

Расчленив обнажение при общем осмотре на отдельные, отличающиеся друг от друга толщи, начинаем его детальное изучение сверху или снизу, выбрав линию по возможности в плоскости перпендикулярной к простиранию пластов; если таковой нет, то придется определить азимут выбранной линии, для пересчета измеренной мощности в истин-

ную, как указано в главе X. Каждый пласт или толщу однообразных пластов отмечаем буквой латинского алфавита, определяем ее видимую мощность, простирание и падение, собираем образчики породы (или пород, если толща состоит из пластов неодинакового состава или цвета причем эти образчики получают ту же букву, но со значками 1, 2, 3 и т. д.), окаменелости, конкреции, вкрапления и т. п., зарисовывая толщу в книжке с ее характеристикой и всеми замерами, и таким образом пройдем все обнажение сверху вниз или снизу вверх. Если обнажение местами прерывается осыпью или растительностью, то этот пробел также отмечается в книжке и на рисунке с указанием его видимой мощности. Нельзя ограничиться измерением разреза на одной линии, если осмотр обнажения покажет, что в других его частях замечается изменение мощности или состава некоторых толщ или пробелы измеренной линии отсутствуют. Если по соседству имеется другое обнажение, в котором та же свита или часть ее повторяется, то следует произвести точный обмер и его, причем характерные толщи или опорные горизонты позволят связать оба разреза друг с другом. Несколько разрезов той же свиты выяснят нам фациальные изменения, вариации мощности и состава, выклинивание отдельных пластов и появление новых и т. д. и позволят составить для свиты типичную колонку (см. ниже). При занесении разреза в дневник нужно вычертить его по масштабу с раскраской цветными карандашами и нанесением истинной мощности пластов и толщ на основании перечисления видимых мощностей. Копию колонки полезно иметь в книжке или на отдельном листке при себе во время дальнейшей работы.

Такие нормальные разрезы нужно составлять не только при детальной работе, но и при маршрутной; при последней это особенно важно в самом начале, когда встретится хорошее, большое обнажение или несколько по соседству; для этой работы стоит сделать поблизости дневку, так как это поможет потом разбираться быстрее в встречаемых обнажениях той же свиты пород; в случае появления новой свиты придется повторить разрез. Мелкие и малопоучительные обнажения и при детальной работе не требуют точного обмера, если времени для этого недостаточно. Имеющиеся нормальные разрезы позволят быстро определить их соотношение.

Построенные профили вычерчиваются уже при обработке материала полевой работы на основании данных геологической карты и дневника. Они, по возможности, также должны быть нормальными, т. е. плоскость их направления следует выбирать на карте перпендикулярно к господствующему простиранию пластов; если последнее резко меняется, напр., при смене одной геологической свиты другой или при переходе в другое крыло складки или при сбросах и сдвигах, то и плоскость сечения следует изменить согласно новому направлению ¹⁾, поэтому

¹⁾ Если линию разреза на некотором протяжении нельзя повернуть вкрест простирания, то придется перечислять мощности свит, как указано в главе IX.

нередко плоскость профиля изобразится на геологической карте ломаной линией. У начала и конца этой линии, а нередко и в пунктах перелома, ставятся буквы или цифры, изображаемые и на профилях в соответствующих местах и служащие для различения профилей друг от друга, если их несколько.

Масштаб длин для профиля берут обыкновенно тот же, что и масштаб карты, чем облегчается его построение, производимое следующим образом. В зависимости от масштаба карты, берем бумагу, разделенную на миллиметры или на доли дюйма, наносим на нее горизонтальную линию, изображающую уровень моря. Затем ровно обрезанный край бумаги, параллельный этой линии, прикладываем к избранной и начерченной на карте линии профиля и отмечаем на бумаге точками все пункты пересечения профильной линии с горизонталями карты, а также абсолютную высоту последних. Далее переносим эти точки на линию уровня моря и восстанавливаем на них перпендикуляры, на которых откладываем отрезки, равные абсолютной высоте данной горизонтали (в том же масштабе, как на карте, или же в удвоенном, утроенном и т. п., если профиль строится с искажением высот). Соединив концы этих отрезков, мы получим в данном масштабе изображение рельефа земной поверхности в плоскости профиля. Точки перелома последнего должны быть показаны вертикальными линиями в соответствующих местах. При помощи второй бумажной полосы мы переносим теперь на линию уровня моря точки пересечения геологических границ с профильной линией, и восстанавливая перпендикуляр, находим положение этих точек на линии рельефа. На основании данных карты или дневника и эскизов проводим в найденных точках направление граничных линий к горизонту, строя углы падения по транспортиру (и по таблице искажения углов, если масштаб для высот принят иной). Эти определенные наблюдением граничные линии рисуем на профиле сплошными линиями на некоторое расстояние вниз от линии рельефа и получим профиль, соответствующий тому, что мы видели в поле. Остается его дополнить построениями, основанными на предположениях о взаимной связи выходов, виденных в отдельных обнажениях; пласты или свиты, которые считаем тождественными, мы соединяем пунктиром над и под линией рельефа и получаем вероятное положение складок, подземные и воздушные седла и муьды. Принимаем во внимание, конечно, линии найденных сбросов и сдвигов, нарушающих складчатость. Нередко построение приводит к необходимости предположить в том или другом пункте профильной линии наличие сброса или взброса, хотя в природе мы его не видели (или не могли видеть в виду его замаскированности); но допущение такого нарушения позволяет легче и проще построить профиль, а без него тектоника становится крайне сложной или совершенно непонятной¹⁾.

Как и на геологической карте, на профиле обилие деталей прежде

¹⁾ Некоторые детали построения, не указываемые нами, можно найти у В. Вебера в „Полевой геологии“, стр. 126—133.

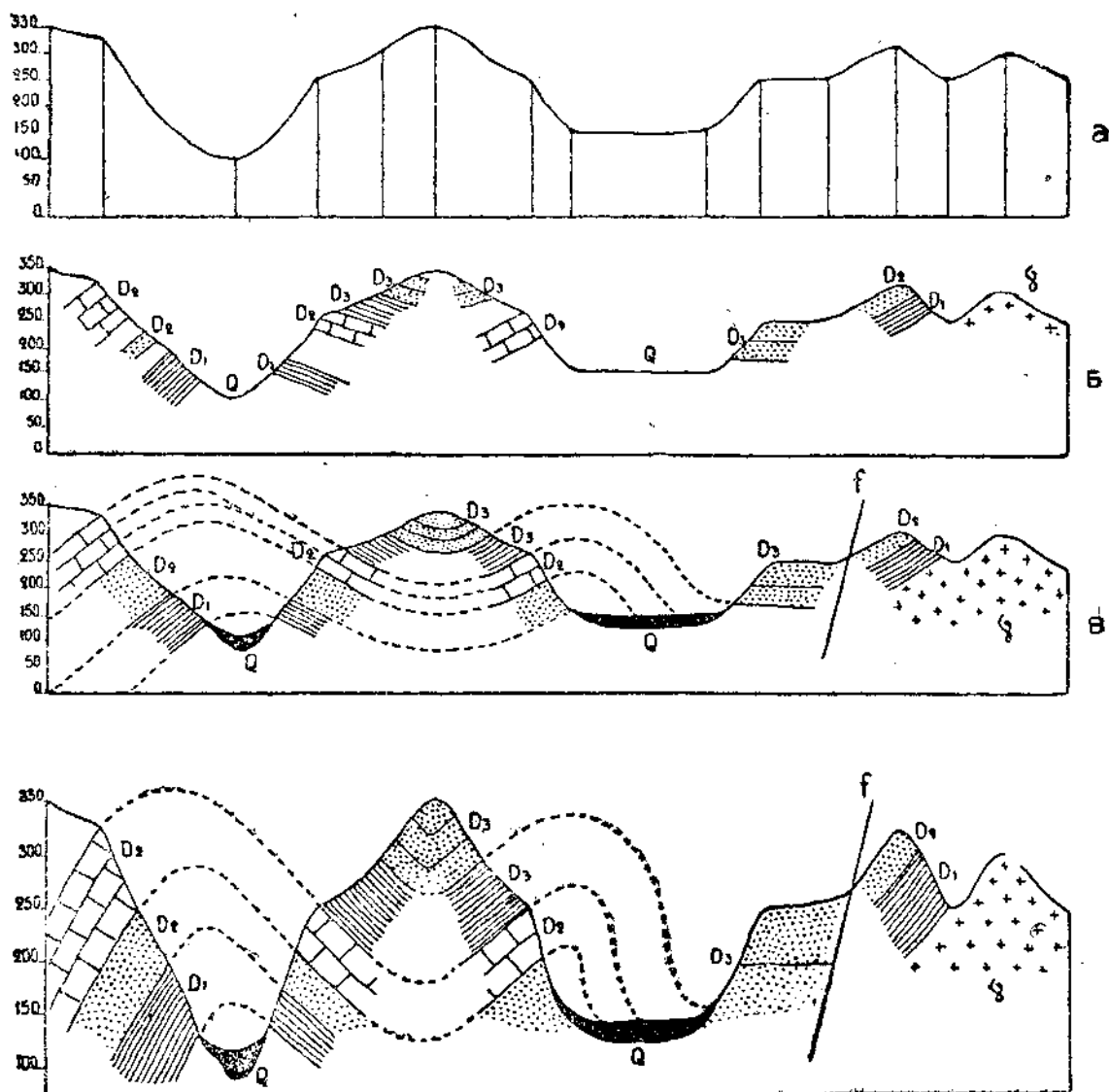
всего зависит от масштаба; на профилях масштаба 40, 20, 10 и даже 5 верст в дюйме не могут быть показаны не только отдельные пласты но даже свиты или зоны, имеющие мощность в 10—20 саж.; свита в 50 саж. мощности выразится линией, толщиной в 0,02 дюйма. При масштабе в 1 версту в дюйме ту же толщину будут иметь пласт в 10 саж. мощности, а менее мощные придется изображать еще более тонкими линиями. Поэтому, ради ясности, принято увеличивать против действительности толщину отдельных пластов или свит, имеющих практическое (уголь, нефтеносные слои, руда) или теоретическое значение. Если таких пластов много, то лучше увеличить масштаб самого профиля против такового карты в 2 или более раз, чтобы можно было показать все более важное без сильного преувеличения естественных размеров. При построении такого профиля нельзя уже обойтись без циркуля, лучше всего пропорционального, которым можно откладывать на линии уровня моря расстояния между горизонталями, пункты пересечения таковых с граничными поверхностями и, на перпендикулярах, отрезки абсолютных высот в масштабе большем, чем на карте.

Если карта не снабжена горизонталями, то можно построить профиль только приблизительный. Выбрав на карте направление, наиболее характерное для разреза, отмечаем его прямой (или ломанной) линией, берем миллиметровую или дюймовую бумагу, проводим линию уровня моря и затем отмечаем на ней вышеуказанным способом все точки, для которых на карте, или в нашем дневнике (по произведенным во время полевой работы барометрическим наблюдениям) имеются абсолютные высоты; восстановив перпендикуляры, наносим на них величину этих высот в соответствующем масштабе. Затем соединяем концы отрезков и проводим линию рельефа местности, сообразуясь с данными карты, наших дневников и эскизов (в которых можно почерпнуть сведения о ширине долин, крутизне склонов, обрывах плоскогорий и т. п.). Конечно, эта линия рельефа будет только приблизительная. Затем отмечаем на линии уровня моря положение всех граничных плоскостей, пересекаемых профильной линией, и в соответствующих точках восстанавливаем перпендикуляры до линии рельефа. Наконец, поступаем, как в предыдущем случае, нанося условия залегания пород линией рельефа и пунктиром намечая тектонику (фиг. 119 А, Б, В показывает три стадии составления профиля, а фиг. 119 Г—тот же профиль, искаженный принятием вертикального масштаба вдвое больше горизонтального).

Если хорошая карта или наброски, сделанные в поле, дают возможность, то профиль дополняют очертаниями ближайших к профильной линии высот, которые наносятся сплошными линиями (в отличие от пунктирных тектонических) над линией рельефа в соответствующих местах и по масштабу. Так как маршрут исследователя идет через перевалы в хребтах, представляющие низшие точки последних, то эти очертания высот, оставшихся в стороне от маршрута, дают понятие о характере хребта. Если в дневнике имеются заметки о составе этих высот, напр., из изверженной породы, или о виденном издали залегании

пластов известного возраста, то можно нанести эти данные в соответствующие места профиля. Примеры таких профилей можно найти у Рихтгофена (China, т. II), Гейма (Mechanismus den Gebirgsbildung) и др.

Вычерченный профиль раскрашивается цветными карандашами или красками или же различные породы и свиты отмечаются штриховкой,



Фиг. 119.

причем условные краски и знаки должны быть те же, которые приняты для карты. В противном случае под профилем должна быть нанесена легенда его красок и знаков. Особую легенду для профилей принимают обыкновенно в том случае, когда профиль строится в более крупном масштабе, чем карта, так что на нем можно изобразить детали, на карте отсутствующие. Великолепные примеры по точности, отчетливости и, красоте исполнения, по разнообразию красок и условных знаков представляют карты и профили Геологического Учреждения Соед. Штатов.

Если строение исследованной местности очень сложное или неодинаковое в различных ее частях, то строят не один профиль, а два

и более, причем в зависимости от условий залегания горных пород линии этих профилей могут быть не параллельны друг другу, а сходиться или даже пересекаться. Каждая из линий отмечается особыми буквами или цифрами, которые выставляются как на карте в начале, в конце (а иногда и на переломе) линии, так и на соответствующем профиле.

Профили помещают или на полях карты (снизу или сбоку—параллельно избранной линии сечения), или на особой таблице или в тексте отчета (в последнем случае—не раскрашенные); иногда его прокладывают на самой карте, прорезав ее по линии разреза белой полосой, в которой и уместается профиль; этим достигается большая наглядность ориентации последнего, но нарушается цельность карты, в особенности, если таких прорезов несколько.

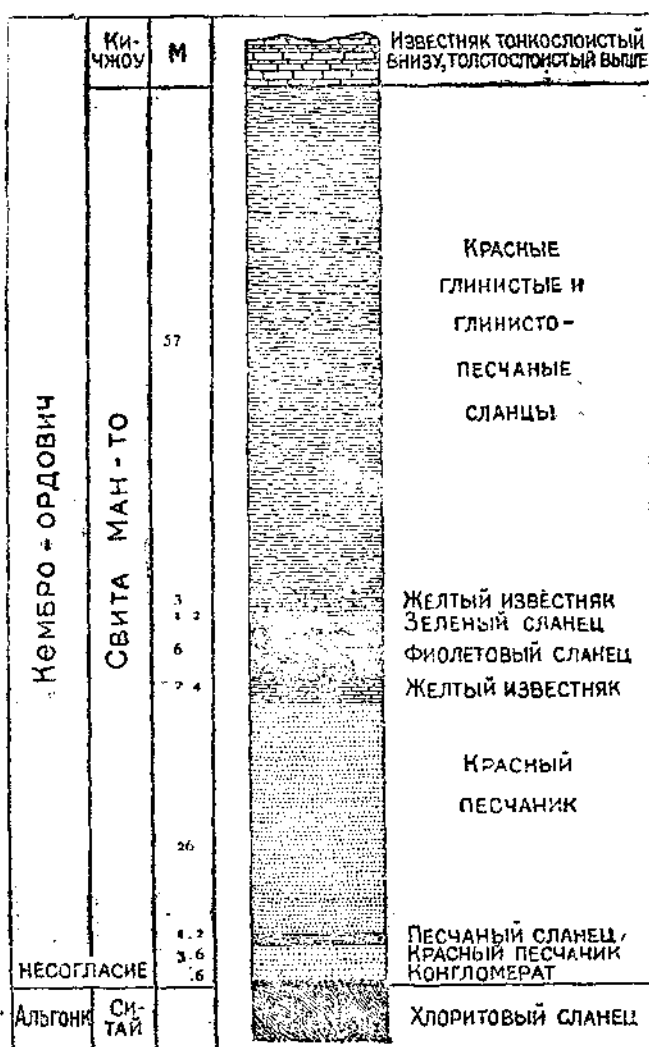
Колонки. По почину Геологического Учреждения Соед. Штатов Америки в последние годы очень распространились схематизированные сводные разрезы отдельных свит, систем или даже комплексов последних встреченных в исследованной местности; эти разрезы, называемые колонками, могут быть даже не приурочены к определенному пункту карты, а составляют как бы итог целого ряда наблюдений, сделанных в разных обнажениях над данной свитой или системой. Для вычерчивания их на бумаге проводят две вертикальные линии на расстоянии 1—2 дм. (в зависимости от принятого масштаба и обилия деталей) друг от друга, и между ними наносят, начиная снизу, все отдельные толщи или даже пласты, слагающие данную свиту или систему, отличая их друг от друга различной штриховкой (как показывает фиг. 120).

При этом, конечно, соблюдается известный масштаб, так что, напр., свита или горизонт, имеющий 12 м мощности, займет в колонке втрое меньше места по вертикали, чем свита или горизонт в 36 м. Отдельные пласты или прослои, напр. угля, руды, окаменелостей могут быть выделены особой штриховкой; обилие конкреций, жил, пустот в какой-либо свите может быть также обозначено значками. Слева от левой вертикали пишется против данного пласта его мощность (в метрах, футах, саженьях), а справа от правой вертикали—краткая характеристика этого пласта или свиты. Таким образом, такой профиль представляет как бы вертикальную идеальную колонну, вырезанную из данной толщи или системы, и наглядно указывает ее литологический состав, мощность отдельных частей, характерные особенности их и пр. Подобные колонки помещают большей частью не на полях геологической карты, как разрезы по определенным линиям, а в тексте отчета, в начале или конце общей характеристики данной свиты, яруса или системы.

Условные цвета и знаки геологических профилей и карт. Различные геологические системы, их отделы, подотделы, ярусы, горизонты и зоны различные изверженные и метаморфические породы обозначаются на геологических картах красками различного цвета или разных оттенков того же цвета, а также штриховкой, пунктиром и другими значками поверх красок или же—на черных картах,—только условными знаками последнего рода. При составлении геологической

карты в поле можно составить себе самому произвольную легенду в зависимости от цвета карандашей или красок, имеющихся у путешественника, и от разнообразия встречающихся в данной местности пород. Вообще же лучше придерживаться легенд, установленных разными геологическими учреждениями для издаваемых ими карт, чтобы легче было сравнивать свою карту с имеющимися картами той же или соседней местности. Конечно, если, напр., геологу досталась область распространения одного только девона (и послетретичных образований), он не станет тратить время на изобретение особых оттенков и штриховок буроватожелтого цвета, принятого для этой системы, чтобы выразить на своей карте найденные им более мелкие подразделения ярусов, отсутствующих в общей легенде. Он будет отмечать их другими цветами, имеющимися в его распоряжении. Но, работая среди разнообразных пород, целесообразнее красить, напр., гранит принятым для него темнорозовым цветом, а юру — голубым, а не наоборот. Будет ли геолог придерживаться общепринятой легенды или составит для черновой карты свою собственную — не так важно. Более важно, чтобы он придерживался одних и тех же обозначений в течение всего периода исследований в данной местности, дополняя легенду в случае необходимости, но не изменяя ее, так как всякие существенные перемены будут вносить путаницу.

Месторождения полезных ископаемых и их разработки, места нахождения окаменелостей того или иного рода, различные условия залегания пластов, трещины и т. п. отмечаются на геологических картах особыми знаками, и путешественнику следует посоветовать руководствоваться общепринятыми знаками, а не изобретать свои. Но для карты, предполагаемой к изданию, нужно пользоваться установленными уже цветами; поэтому мы приводим легенду красок и знаков, принятую Геологическим



Фиг. 120. Разрез свиты Ман-то (кембрий) в обрыве вдоль р. О-шуй, к NW от У-тай-шаня в провинции Шань-си (Китай). (По Б. Уиллису).

Комитетом, таблицу условных знаков (см. таблицу XIV) и выписку на инструкции, касающейся составления геологической карты.

Легенда знаков и красок геологических систем.

Архейская группа или до-кембрий <i>A</i>	}	Сплошной розовый цвет.
Гнейсы, гнейсо-граниты <i>A</i> ₁		
Кристаллические сланцы <i>A</i> ₂		Розовые штрихи вкрест.
Филлиты, метаморфич. сланцы <i>A</i> ₃		То же одного направления.
Кембрийская система <i>Ст</i>		Фиолетово-серый цвет сплошной или по отделам разной штриховкой или разных оттенков.
Нижний отд. <i>Ст</i> ₁ . Средний <i>Ст</i> ₂ .		
Верхний <i>Ст</i> ₃		Серовато-зеленый цвет сплошной, темнее для нижнего, светлее для верхнего отдела.
Силурийская система <i>S</i>		
Нижний отд. <i>S</i> ₁ . Верхний <i>S</i> ₂		Желто-коричневый цвет сплошной, темнее для нижнего, светлее для верхних отделов.
Девонская система <i>D</i>		
Нижний отд. <i>D</i> ₁ . Средний <i>D</i> ₂		
Верхний <i>D</i> ₃		Сепия сплошная, темная для нижнего, светлая или штрихами вкрест верхнего (и среднего) отд. отд.
Каменноугольная система <i>C</i>		Темно-коричневый цвет.
Нижний отд. <i>C</i> ₁ . Верхний <i>C</i> ₂		Красно-коричневый цвет.
(или Средний <i>C</i> ₂ , Верхний <i>C</i> ₃)		Фиолетовый цвет сплошной, темный для нижнего, штриховка вкрест — средний, вертикально — верхний отд.
Пермокарбон <i>РС</i>		
Пермская система <i>P</i>		
Триасовая система <i>T</i>		
Нижний <i>T</i> ₁ . Средний <i>T</i> ₂		
Верхний <i>T</i> ₃		
Юрская система <i>J</i> .		
Нижний отд. <i>J</i> ₁ . Средний <i>J</i> ₂		
Верхний <i>J</i> ₃		
Меловая система <i>Cr</i>		
Нижний отд. <i>Cr</i> ₁ . Верхний <i>Cr</i> ₂		
Третичная система <i>Tr</i>		
Палеоген <i>Pg</i>		
Неоген <i>N</i>		
Послетретичная система <i>Q</i>		
Доледниковые и ледниковые отложения <i>Q</i> ₁ . Новейшие <i>Q</i> ₂ . Осадки бореальной трансгрессии <i>Qb</i> ; лёсс <i>Ql</i> .		

Изверженные породы: γ —граниты, сиениты (кармин), δ —диориты, габбро (темнозеленый), ρ —диабазы, мелафиры, порфириды (тоже или зелено-синий), σ —перидотиты, пироксениты, эмеевики (оливково-зеленый),

π —порфиры (бурокрасный), τ —липариты, трахиты (оранжевый), β —базальты, андезиты (темнокрасный), андезиты отдельно α (фиолетовый). Туфы—значок породы с добавлением γ (пунктир соответ. цвета).

На картах мелкого масштаба обыкновенно можно показать только распространение геологических систем, иногда и их отделов, если они занимают достаточную площадь; на картах крупного масштаба показывают не только отделы, но и ярусы, а на детальных картах—также горизонты и зоны; значки для ярусов составляют из знака соответствующего отдела с добавлением сбоку и сверху цифры; напр., D'_3 будет знак верхнего яруса нижнего отдела девона; горизонты и зоны отмечаются маленькими латинскими буквами, добавляемыми к знаку отдела или яруса, или же системы, напр., Qb —отложения четвертичной бореальной трансгрессии; или же, если карта обнимает область распространения только одной системы, то отдельными буквами, соответствующими названию данного яруса, горизонта, зоны, напр., sn —сенон, ap —апт, sz —сызранский ярус и т. д. Краски комбинируются из разных оттенков цвета данной системы сплошного или в виде штриховки разных направлений или пунктира.

Если карта не раскрашена, то отдельные системы, отделы, ярусы, горизонты изображаются черной штриховкой разных направлений или комбинации, как равно и выходы изверженных пород, для которых приняты разные значки, примеры чего показаны на таблице XVII условных знаков. Такие же знаки употребляются для колонок, рисунков обнажений и профилей, помещаемых в тексте, причем следует придерживаться установленных, напр., изображать известняки кирпичиками, а песчаники—точечным пунктиром, а не наоборот; породы смешанного состава изображаются составными знаками, напр., песчанистый известняк—кирпичики с точками, глинистый песок—точки с черточками и т. п.

Для изображений условий залегания пород как на цветных, так и на черных картах употребляются знаки, показанные в таблице, более длинная черточка наносится на месте наблюдения так, чтобы она тянулась по простиранию пласта, а поперечная к ней стрелка—по падению; поставленная рядом с ней цифра показывает угол падения. Если таких измерений много, то на карту помещают не все, а главные, чтобы было видно общее направление простирания данной свиты, главные изгибы ее, затухания и погружения складок. Месторождения полезных ископаемых показываются или в виде квадрата с поставленным над ним химическим знаком данного элемента (жидкие—в виде кружка), что облегчает чтение, или же значками разных комбинаций—кружков со стрелкой, рождками, чертой, квадратов, треугольников—что заставляет искать объяснение в легенде карты; последний способ приходится употреблять на картах местностей, очень богатых разными месторождениями, или на специальных картах полезных ископаемых, так как значки первого рода слишком перегрузили бы их.

Составление геологической карты. В главе II уже указаны в общих чертах задачи геолога при маршрутных и детальных исследованиях;

теперь нужно очертить их несколько подробнее в отношении собственно картирования. При маршрутных исследованиях площадь, подлежащая изучению, должна быть более или менее равномерно покрыта маршрутами, расположенными преимущественно так, чтобы они пересекали свиты осадочных пород вкрест их простирания, т. е. работа в сущности представляет составление ряда геологических профилей. Основные маршруты должны отстоять друг от друга по возможности на небольшое расстояние (5—10—15 км), определяемое объемом задания, характером и строением местности. Основные маршруты связываются соединительными и дополняются боковыми. Крупные тектонические линии обязательно прослеживаются, насколько допускает обстановка. Выходы интрузивных пород оконтуриваются хотя бы в общих чертах с изучением контактового пояса а в сплошных массивах—явлений, способствующих выяснению их тектоники (слоистость, трещины и т. п.). Геолог изучает также топографические и орографические особенности местности и связь их с геологическим строением, ведет, где это необходимо, барометрическую нивелировку, отмечая неточности и недостатки топографических карт определяет абсолютные и относительные высоты и обращает также внимание на все остальные геологические явления, по возможности изучает послетретичные образования и производит возможно полный сбор петрографического и палеонтологического материалов.

При составлении геологической карты масштаба 10 верст в дюйме, что в сущности является полудетальной работой, руководствуются следующим: в равнинных местностях с пологим залеганием пластов каждая из речных долин, показанных на 10-верстной карте, должна быть непрерывно прослежена и описана; из показанных на той же карте оврагов, балок и прочих неравноностей описываются те, которые необходимы для составления возможно полного разреза. Вне долин геолог изучает морские и озерные берега, террасы, горные цепи, водораздельные массивы и вообще возможно больше естественных обнажений. В заболоченных и трудно проходимых частях равнины работа ведется маршрутно, как сказано выше. В горных местностях со сложным строением необходимо возможно чаще пересекать вкрест простирания изучаемые свиты, по возможности связывая такие пересечения маршрутами в других направлениях для изучения тектоники, стратиграфии и границ распространения геологических образований. В остальном нужно руководствоваться тем, что сказано уже о маршрутной работе.

При исследованиях того и другого рода нужно также осматривать искусственные обнажения и собирать сведения о колодцах, буровых скважинах, выработках полезных ископаемых. Там где есть возможность составить руководящий геологический разрез, последний должен быть выполнен без ограничения временем, масштабом и даже районом общей программы, по возможности в начале съемки.

Детальные съемки масштаба до 1—2 верст в дюйме производятся в районах, содержащих полезные ископаемые—угленосных, нефтеносных, рудоносных; при этой работе картирование ведется пре-

имущественно по простиранию пород, чтобы следить шаг за шагом за изменением условий залегания, мощности и состава отдельных пластов, выбираемых по их особенностям в качестве опорных горизонтов; таковыми являются обуславливающие резкие контуры рельефа или легко узнаваемые по цвету, по характерным окаменелостям по составу. Съёмка начинается общей рекогносцировкой местности для нахождения пунктов, где осадочные свиты обнажены наиболее полно и в возможно менее нарушенном залегании; в этих пунктах производится составление нормальных разрезов, которые затем могут быть пополнены, исправлены, изменены. Рекогносцировкой намечаются также места стоянок, организация передвижения, снабжения и пр. Выработки полезных ископаемых, как открытые, так и подземные, а в нефтеносных районах журналы буровых скважин являются весьма важным материалом для дополнения и корреляции наблюдений в естественных обнажениях, в особенности если последних мало или они недостаточно полны ¹⁾.

Съёмка профлями, примененная впервые в Соед. Штатах Америки и описанная Кемпбелем, состоит в зарисовке обнажений по линиям пересечения местности; она применима при хорошей топографической основе и горизонтальном или очень пологом залегании пластов. Выработав схему записи и приняв масштаб (преувеличенный вертикальный), позволяющий уместить все зарисованные пласты, составляют разрезы на клетчатой бумаге с определением высоты залегания пластов посредством anerоида и уровня, а если время позволяет, то и нивелира, начиная с определенной на карте точки, абсолютная высота которой известна и которую можно принять за нуль для дальнейших высот. Места разрезов должны быть точно обозначены на карте, а если разрезы пересекаются друг с другом, то места пересечения отмечаются на карте и на самых разрезах, как равно и линии сбросов и сдвигов. Сравнением разрезов друг с другом можно определить опорные горизонты и связать все разрезы, принимая во внимание и отклонения от горизонтального залегания, а затем составить и геологическую карту. При углах падения в 10° этот способ уже не применим, так как при преувеличенном вертикальном масштабе съёмки получаются слишком большие искажения наклонов и поэтому неточность или невозможность увязки разрезов друг с другом.

Вычерчивание геологической карты. Во время полевой работы геолог уже составляет черновую геологическую карту, нанося на топографической карте все осмотренные обнажения и определенные им геологические границы в самих обнажениях или в промежутках между ними. Но эта черновая карта в большинстве случаев имеет масштаб слишком крупный для издания, и для отчета приходится составлять новую карту соответствующего масштаба. От этого масштаба зависит

¹⁾ В качестве примеров детальной съёмки В. Вебер (Полевая геология, стр. 98-103) описывает съёмку в Донецком угленосном бассейне и в нефтеносном районе о. Чесапекена с которыми полезно познакомиться (см. список литературы).

что можно показать на геологической карте: чем крупнее масштаб, тем больше будет нанесено деталей. На карте мелкого масштаба могут быть показаны только главные геологические границы, напр., только между различными геологическими системами осадочных пород, между последними и породами изверженными и метаморфическими; изверженные породы разного рода придется соединить в несколько крупных категорий, напр., все кислые обозначить одним цветом, все основные—другим, или же отделить интрузивные от эффузивных; из метаморфических пород придется отделить только кристаллические сланцы от полукристаллических; большинство выходов жильных пород или даже все придется пропустить, чтобы не перегрузить карту красками и не сделать ее неудобочитаемой. Такие обобщения и сокращения делают на картах очень мелкого масштаба, напр., 250, 200 или 100 верст в дюйме, служащих для пояснения геологического строения целого материка или целого большого государства.

Но уже при масштабе в 60, 50 и 40 верст в дюйме могут быть показаны не только геологические системы, но и отделы их, подотделы, ярусы и даже зоны, если таковые занимают более значительное пространство, напр., представляют площади в несколько километров длины и ширины; могут быть показаны главные жилы изверженных пород (конечно с преувеличением их действительной мощности), а также мелкие штоки таких пород и, в виде точек, нэки. Но отдельные пласты, хотя бы очень важные в том или ином отношении (каменного угля, железной руды, пласты особенно богатые окаменелостями) не могут быть изображены на таких картах иначе, как особыми значками, не показывающими условия их залегания.

С дальнейшим увеличением масштаба карты количество деталей, которые могут быть на ней показаны, все более увеличивается и на карте изображаются даже отдельные пласты, если в этом есть надобность. Подобные карты составляются для районов угленосных, рудоносных и нефтеносных и называются *пластовыми*; на них изображаются, конечно, не все пласты, слагающие какую либо осадочную свиту, а только те, которые или содержат полезное ископаемое (напр., пласты угля, руды, пласты, пропитанные нефтью) или по своему характеру (петрографическому или палеонтологическому) являются *руководящими*, т. е. позволяют точно определить положение свиты и, следовательно, положение пластов и содержащихся в ней полезных ископаемых.

В иных случаях, согласно особым задачам работы, на карте приходится показывать на все, что иллюстрирует геологическое строение местности, но зато добавлять то, что на обычных геологических картах отсутствует, напр., условия водоносности, распределение золотоносных россыпей в наносах, или каких либо рудоносных или осадочных пород, различные категории наносов, почв и т. п.

Так как обнажения коренных пород на местности никогда не являются сплошными и, кроме того, в зависимости от степени детальности полевой работы, большая или меньшая часть имеющихся обнажений

остается неосмотренной, то отметки, нанесенные на черновой карте, представляют более или менее многочисленные точки, линии и площадки, рассеянные среди белого, т. е. неизученного пространства. Эти пробелы геолог должен заполнить, изображая на них то, что по всем соображениям должно залегать. Так, промежутки между отдельными выходами одной и той же изверженной породы или осадочной свиты он закрасит цветом этой породы или свиты: отдельные выходы одного и того же пласта или жилы соединит друг с другом сплошной линией (или пунктирной, если нет полной уверенности, что это тот же пласт или та же жила). Геологические границы, не установленные непосредственным наблюдением, проводятся, конечно, приблизительно, по наблюдениям относительно продуктов выветривания, плодородию, растительности, водоносности, речной гальки и пр., как указано в главе IX. Нужно принимать во внимание также сопротивляемость пород выветриванию и размыву и условия их залегания: так, если в одном обнажении залегает порода более сопротивляющаяся, а в соседнем менее, то границу нужно провести ближе к первой, а не на половине расстояния; если в двух соседних обнажениях пласты падают в ту же сторону, то границу следует провести ближе к тому из них, в котором пласты падают от этой границы, а не к ней, так как размыв придерживается уклона пластов.

Таким образом, каждая геологическая карта представляет большее или меньшее количество предположений исследователя. Чем богаче данная местность обнажениями, чем детальнее работа геолога и чем больше его опытность, внимание и усердие—тем больше будет на составленной им карте фактического материала и тем меньше предположений, т. е. тем ближе будет эта карта к действительности.

Так как коренные породы только в редких случаях выходят на земную поверхность сплошными площадями, а обыкновенно в большей или меньшей степени закрыты так называемыми наносами—современными континентальными отложениями, то если бы мы изобразили на карте только то, что видим в действительности, наши карты были бы раскрашены большею частью только цветами различных наносов—аллювия, делювия, элювия, пролювия—среди которых пестрели бы отдельными мелкими и крупными площадками, иногда даже только тонкими линиями, выходы коренных пород. Поэтому, ради ясности, принято изображать строение и состав местности, как бы лишившейся всех этих наносов, и показывать последние только на картах специальных (почвенных, ледниковых), а на общегеологических только там, где обнажения коренных пород совершенно отсутствуют на значительной площади так что всякие предположения о составе местности будут слишком проблематичны. Впрочем, на картах более крупного масштаба, в 20—10 верст и менее, дно и нижнюю часть склонов больших долин обыкновенно показывают покрытыми новыми и древними наносами, хотя бы обнажения склонов долины были настолько многочисленны, что не остается никакого сомнения в том, какие коренные породы залегают под наносом.

Если какой либо пласт выклинивается, то его верхняя и нижняя

границы постепенно сближаются до полного слияния; в этом случае на геологической карте граничные линии соединяют под углом, который будет тем острее, чем выклинивание постепеннее. Чечевицеобразные залежи, напр., в гнейсовой формации, или линзы гипса, руды обозначаются фигурами в виде полумесяца, или с изгибами. Направление заострений дает указание на вероятное дальнейшее направление данной плоскости напластования и на те места, где можно ожидать появления соседних чечевиц. Если залежь представляет более значительную штокообразную массу, то пересечение ее с поверхностью иногда представится не в виде заостренной, а закругленной фигуры. Подобно чечевицам в виде полумесяца на картах изобразятся также древние речные террасы, выклинивающиеся по направлению к краю берега.

В других случаях граничные линии могут соединяться под более или менее острым углом, хотя пласт вовсе не выклинивается. Такие случаи бывают, когда пласты пересечены сбросом или покрыты несогласно более юными пластами, так как линии обнажения плоскости сброса и несогласного напластования сами представляют геологические граничные линии.

На старых картах границам, обыкновенно, придавали более закругленные формы, так что по ним нельзя было узнать ничего определенного насчет характера напластования, мощности и т. п. и часто они давали даже превратное представление о действительных отношениях, напр., если короткая жила изверженной породы была изображена с овальными очертаниями, присущими какому либо своду или залежи.

Часто, вследствие плохих обнажений, невозможно установить непосредственным наблюдением выклинивание пласта и остроугольное его окончание; но и в этом случае нельзя изобразить граничные линии округленными формами, если стратиграфические или тектонические условия требуют изображения заостренных окончаний и углов.

На тщательно и правильно нарисованной геологической карте можно прочесть очень много при внимательном изучении. Пользуясь руководящими положениями, изложенными в главе IX, можно составить себе довольно полное представление о тектонике местности, даже если простирающие и падение пластов совсем не указаны или указаны в немногих пунктах. Необходимо выучиться распознавать, плоски ли граничные поверхности или изогнуты, горизонтальны они или наклонны, имеются, и где именно, изменения простирающих и падения, является ли мощность равномерной или меняется в том или ином направлении, как велика мощность, каково простирающее складок, есть ли сбросы и переброшены, которое крыло поднято или опущено. Строение горстов и грабен, взаимное положение изверженных пород, наличие более значительного несогласного напластования и трансгрессии и многое другое должно быть видно на хорошей карте по соглашению горизонталей и граничных линий и по дополняющим ее профилям. Такое чтение карт достигается практикой; новичок встретит сначала большие затруднения, но постепенно умение его будет увеличиваться, и он будет в состоянии не только

понимать геологическое строение местности, но и по самому способу составления карты судить, представляет ли она результат тщательных исследований или только беглых наблюдений и схематических построений, т. е. надежна ли карта и в какой степени. Он сможет обнаружить те или иные ошибки карты или несогласие ее с текстом отчета в том или другом отношении.

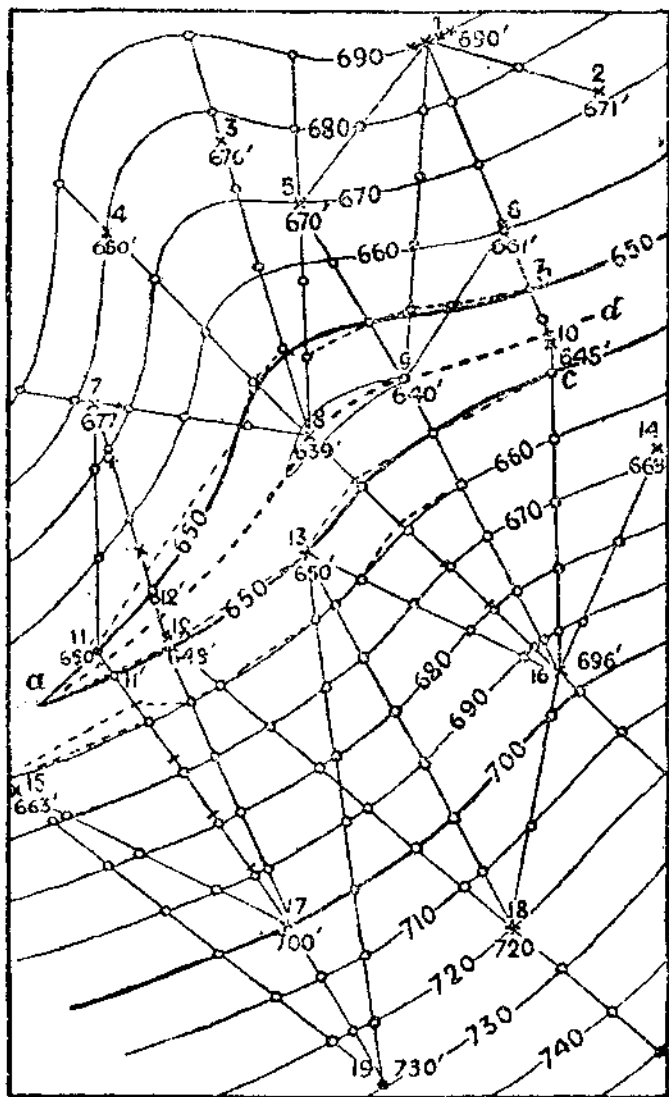
Эти общие правила дополняем еще указаниями из Инструкции Геологического Комитета (для 10-верстной и детальных карт). На геологической карте показываются по возможности все стратиграфические подразделения, фациальные изменения и все типы магматических пород и кристаллических сланцев, которые установлены геологом. В случае надобности на картах, в особенности равнинных мест, фактический материал может быть выделен особым обозначением. Наносы сохраняются только для речных долин и крупных озерных котловин, но границы распространения некоторых характерных наносов (морен, лёсса и т. д.) показываются особыми знаками. Если же распространение коренных пород под наносами неизвестно, то последние сохраняются и показываются с выделением их различных типов. Номера обнажений, описанных в тексте, должны быть проставлены на карте; там, где они слишком скучиваются, можно наносить их с пропусками, оставляя наиболее характерные или интересные. Особыми знаками показываются дислокационные линии, элементы залегания слоев, местоположение полезных ископаемых, минеральных и главных пресных источников, более крупные горные выработки (шахты, карьеры, скважины и пр.). Но эти обозначения не должны затруднять чтение карты, и если их в каком либо месте слишком много, то нужно показывать более важные. Абсолютные высоты показываются для более важных пунктов по выбору автора. Наименования небольших селений, мелкие подробности рельефа могут быть опущены, если не упомянуты в тексте. На карте должен быть заголовок, фамилия составителя, масштаб в верстах и километрах, время производства съемки, объяснение знаков и красок, год издания. Разрезы составляются в том же горизонтальном масштабе (кроме необходимых исключений), как и карта, вертикальный же может быть различен; они помещаются на нижнем или боковых полях.

Изображение подземного рельефа. Для выяснения водоносных горизонтов на гидрогеологических картах и условий залегания пластовых месторождений полезных ископаемых (угля, нефти, горючих сланцев, железных руд, медистых песчаников и сланцев, серы, фосфоритов) необходимо изображение не только выходов данного пласта на земную поверхность, но и его подземного залегания, т. е. тектоники на глубине. Наиболее употребителен метод изображения подземного рельефа горизонталями, позволяющий делать разные необходимые измерения и построения. Для этого на карте проставляют абсолютные высоты всех точек пласта, как на выходах его на поверхность, так и в подземных выработках рудника и в буровых скважинах; чем больше этих подземных данных, тем точнее будет результат. Затем соединяют точки прямыми,

проведенными, по возможности, вкрест простирания, и отрезки между каждыми двумя точками делят на столько частей, сколько между ними должно поместиться горизонталей, принимая во внимание масштаб показаний для угла падения данной линии и расстояние между ними (такое же, как на карте или иное). Если отрезок меньше целого числа горизонталей, т. е. одна из точек или обе лежат не на той абсолютной высоте, через

которую должна пройти горизонталь, то нужно выходить за пределы отрезка.

На карте (фиг. 121) выходы пласта на поверхность показаны крестиками, а дошедшие до него буровые скважины — кружками с указанием абс. высот и номером; эти точки соединены линиями, отрезки которых разделены и деления обозначены кружками; соединяя кружки соответствующие одной и той же абсолютной высоте, мы получим подземные горизонталы пласта. Если нанести их по точкам выхода на поверхность на нашу карту с горизонталями, то на последней в любом пункте легко определить глубины залегания данного пласта, вычислить запас полезного ископаемого до любого уровня, выяснить условия эксплуатации и систему лучшей разработки, выбрать место заложения шахт и штолен для получения достаточных



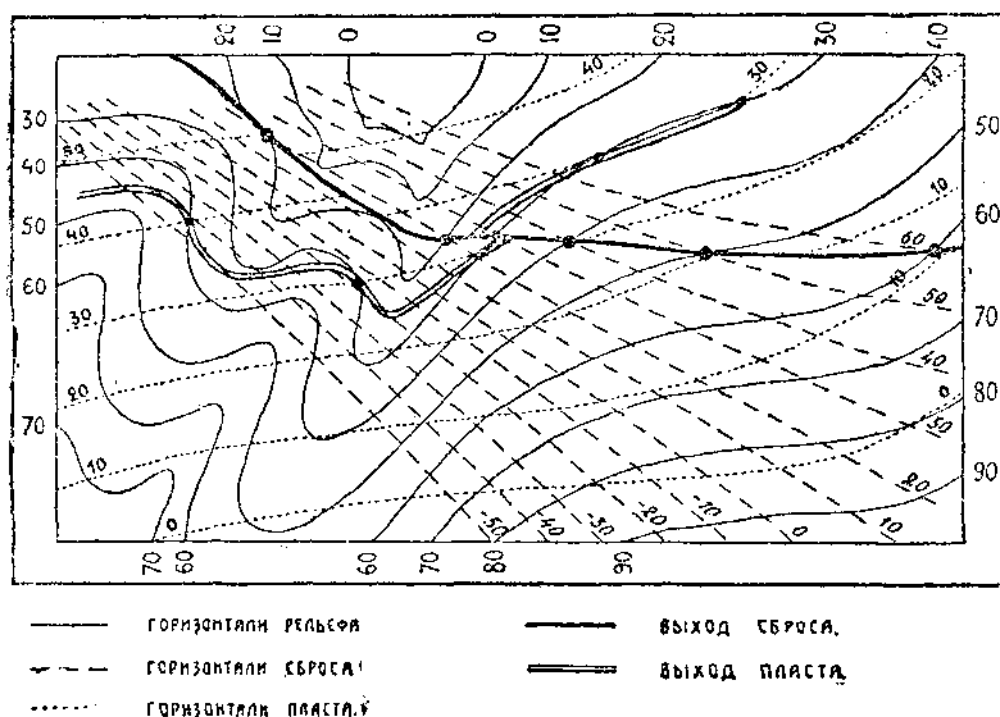
Фиг. 121.

рабочих полей, наметить план водоотлива, вентиляции и откатки, а на гидрогеологической карте определить место с наибольшими запасами воды, глубину колодцев или буровых скважин.

На фиг. 122 (по Веберу) показаны совместно горизонталы поверхности, пласта и пересекающего его сброса. Подземные горизонталы сбросов и сдвигов необходимо наносить (особым цветом или пунктиром) на карту подземного рельефа, так как эти нарушения должны быть приняты во внимание при всяких подсчетах и соображениях о разведке и эксплуатации.

Если в данной местности имеется не один пласт полезного иско-

паемого или водоносный, а несколько, то, составив подземный рельеф для одного пласта, не трудно в большинстве случаев пользоваться им и для остальных, прибавляя или вычитая вертикальные расстояния от этого пласта до выше—или нижележащих. Изображение в плане подземного рельефа границ распространения полезного ископаемого в выгодном для извлечения количестве называют *оконтуриванием*, которое чаще всего употребляется для месторождений нефти, так как для нее и вообще для жидких или подвижных полезных ископаемых оно имеет наибольшее значение, показывая зависимость распространения от рельефа пласта. В месторождениях нефти вопрос осложняется тем,



Фиг. 122.

что мощность пластов нередко меняется быстро, так как это большею частью лагунные отложения, что иногда мы имеем дело с диапировыми складками, т. е. с полным выжиманием ряда пластов и что полезное ископаемое подвижно и может перемещаться по трещинам сбросов в другие горизонты. Поэтому приходится выбрать сначала опорный горизонт, выраженный по всей площади и возможно чаще выходящий на поверхность, и затем составить карту схождения, на которой изображается распределение по площади расстояний между опорным горизонтом и нефтеносными в виде *изохор*, т. е. кривых равного вертикального расстояния. Вычертив эту карту на кальке и наложив ее на карту подземного рельефа опорного горизонта, мы намечаем для нефтеносного пласта ряд точек, имеющих абсолютные высоты в тех круглых числах, через которые должны быть проведены горизонталы подземного рельефа этого пласта. Оконтуривание затем производится обчерчиванием тех площадей, в пределах которых буровые скважины встретили нефть

газ или буровую воду. Но если данные по бурению достаточно густо распределены по нефтеносной площади, то по ним можно непосредственно строить подземный рельеф нефтеносных пластов и производить оконтуривание. Подробнее с этим вопросом можно познакомиться в трудах геологов, изучавших русские нефтеносные районы: Апшеронский, Грозненский, Кубанский и Уральский, в „Геологии нефти“ Калицкого и в американской литературе.

Составление предварительного отчета. По окончании полевых работ геолог составляет предварительный отчет, в котором излагаются главные результаты наблюдений и делаются важнейшие выводы, основанные на таковых. Таковой отчет необходим прежде всего для самого геолога, так как во время полевой работы, когда изо дня в день накапливаются новые данные и вечерние часы еле достаточны для зарегистрирования и приведения в порядок наблюдений данного дня, большей частью нет досуга для более широких обобщений, для сопоставления друг с другом данных различных маршрутов. Это удастся делать во время дневок, но в недостаточной степени, так как собранные коллекции упакованы и частью уже отосланы или сложены где нибудь и нет возможности сравнить друг с другом образчики горных пород и окаменелости различных пунктов. Обобщения, приходящие в голову по поводу того или другого наблюдения, записываются, конечно, в дневник в той или иной форме, но новые данные нередко заставляют видоизменить их или заменить новыми. Одним словом, материал, собранный в поле в виде коллекций, знаков на карте и дневников, является в большей или меньшей степени сырым, нуждающимся в обработке.

Первая стадия такой обработки и происходит при составлении предварительного отчета. Коллекции распакованы и подобраны по номерам, все листы карт и дневники находятся под рукой у геолога, который в обстановке более удобной, чем палатка, юрта или крестьянская изба, и на досуге приступает к общему просмотру собранного материала. Отдельные выводы и обобщения, занесенные в дневники, проверяются и сопоставляются, принимая все более определенный характер и слагаясь в картину, охватывающую все исследованное пространство. При этом выясняются допущенные пробелы, сделанные ошибки и намечаются вопросы, для решения которых нужны или литературные справки, или дополнительные наблюдения. Иногда становится безусловно ясно, что для решения какого либо вопроса, казавшегося уже простым и решенным на основании собранных данных, необходимо вторично посетить какой либо пункт исследованной местности, обратить внимание на обстоятельства, упущенные из вида при первом осмотре, или просто тщательно проверить первые наблюдения, напр., если основанные на них выводы оказываются несогласными с теми, которые дали наблюдения в других частях местности, посещенных позже, или если в вышедшей за время летних работ литературе обнаружены подобные выводы или проводятся какие нибудь новые взгляды и т. п. или, наконец, необходимо сделать дополнительный маршрут.

При составлении предварительного отчета геолог подводит итоги своей полевой работе и уясняет самому себе ее результаты. Этот отчет становится ненужным только в том случае, когда геолог прекращает совершенно работы в данной местности и, возвратившись домой, немедленно приступает к обработке собранного материала и составлению полного отчета. Но если он намерен продолжать исследования в той же или соседней местности, то составление предварительного отчета будет весьма полезно ему самому для выработки плана и задач этих будущих исследований, так как при этом будут использованы приобретенный опыт и знакомство с местностью, а допущенные пробелы и ошибки могут быть исправлены. Даже во время многомесячных продолжительных путешествий необходимо время от времени при первой представившейся возможности, напр., остановке на несколько дней ради отдыха, переселения каравана или по случаю какойнибудь задержки из-за перерыва сообщений (ледоход, ливни, туземные праздники и т. п.), составлять предварительный отчет об исполненных работах, не смущаясь тем, что коллекции недоступны для просмотра, обстановка не комфортабельна и исследования не закончены. Досуг есть, дневники и карты под рукой, как равно и взятая с собой литература о местности. Краткое подведение итогов наблюдениям выяснит самому путешественнику, что он сделал, чего достиг; что упустил и может наверстать так или иначе при продолжении путешествия; иной раз такое подведение итогов заставит его изменить маршрут, вернуться в ту же местность или в соседнюю, прибегнуть к расспросным сведениям для дополнения своих данных и т. п. Так поступали многие путешественники по отдаленным странам, напр., Центральной Азии, Китаю, Сев. Сибири, Камчатке, и никогда не имели основания раскаиваться в том, что затратили труд и время на составление предварительных отчетов в виде путевых писем. Достаточно указать на те письма, которые Рихтгофен посылал во время своего путешествия по Китаю, или на те, которые Пржевальский, Богданович и я писали Географическому Обществу из Центральной Азии, или на сообщения Миддендорфа и Толля из полярной Сибири, Чекановского с Н. Тунгузки, Оленека и Лены.

Не меньшее значение имеют предварительные отчеты для науки, хотя бы некоторые выводы их впоследствии оказались неполными, даже ошибочными. Все-таки каждый отчет приносит новые факты, новые наблюдения, иногда и новые точки зрения и расширяет область геологического знания. И все, занимающиеся геологией данной страны, данного материка, или всего земного шара, читают предварительные отчеты, извлекая из них новые сведения. Чем менее изучена данная местность или чем сложнее ее строение, тем больший интерес представляет отчет геолога. Поэтому так важны путевые письма путешественников в далекие страны, и чем больше в них новых данных и выводов, тем ценнее они для науки.

Составление предварительных отчетов необходимо еще потому, что в иных случаях, в особенности при детальных исследованиях, полевая работа затягивается на много лет и если откладывать подведение итогов

до окончательного отчета, то степень осведомленности других о строении данной местности сильно страдает. Между тем многие наблюдения и выводы, помимо теоретического, имеют и более или менее важное практическое значение, напр., относительно полезных ископаемых и водоносности. Геолог не имеет нравственного права хранить для себя эти данные.

Наконец, составление предварительных отчетов необходимо и потому, что смерть, тяжелая болезнь или перемена деятельности могут помешать геологу не только продолжать предполагаемые исследования, но даже окончить обработку собранного материала и составить полный отчет. В таких случаях, вовсе не редких, наличие предварительного отчета отчасти восполняет ущерб, нанесенный науке и практическим задачам исследования, и во многом облегчают труд того лица, которому придется заместить выбывшего геолога и продолжать его полевые работы или обработать собранный им материал.

В виду указанного приходится сожалеть о том, что инструкция Геологического Комитета, обязывающая геологов представлять предварительные отчеты, далеко не всегда соблюдалась и что, благодаря этому, много ценного материала пропало для науки. Нельзя отнестись иначе, как с безусловным осуждением к тем геологам, которые считают предварительные отчеты ненужными, а составление их — излишней тратой времени и труда. Они оправдываются обыкновенно теми соображениями, что при продолжающихся в течение нескольких лет исследованиях той же местности наблюдения одного года недостаточны, выводы неполны или малообоснованы и что им неприятно отказываться от них или видоизменять их, что от этого страдает достоинство науки, что они предпочитают дать сразу полную и окончательную картину по завершении всей работы и т. п. Часто эти соображения прикрывают просто лень, свойственную русскому человеку, вообще же, как ясно из вышеизложенного, должны быть признаны неуважительными.

Чтобы показать, какой вред приносит отсутствие предварительных отчетов, достаточно привести два примера. Геологическая часть бывшего Кабинета е. в., производившая исследования Алтайского горного округа, считала печатание предварительных отчетов ненужным и складывала их в архив. Исследования затянулись на много лет, а опубликование полных отчетов все более и более запаздывало. Благодаря этому, несмотря на то, что полевые работы захватили к 1914 г. уже значительную часть центрального Алтая, ученым приходилось основывать свои суждения о строении этой горной системы на данных сороковых—шестидесятых годов XIX века. Все добытое новыми наблюдениями оставалось тайной для посторонних. Между тем, в этом округе много месторождений полезных ископаемых и существовало старинное горное дело, все более клонившееся к упадку. В задачи исследования входило и изучение месторождений, и своевременное опубликование новых наблюдений, и должно бы было дать практические результаты в виде выработки мер для поднятия горного промысла, инициативы новых разведок, промышленных пред-

приятый и т. п. Для практической геологии опубликование предварительных отчетов имело бы значение еще и потому, что все геологи, работавшие на Алтае от Кабинета, как кончившие университет, не имели достаточной подготовки по горному делу и не были компетентны в горно-промышленных вопросах. Их отчеты показали бы своевременно, что самая постановка исследований неправильна и практических результатов дать не может.

Второй пример—детальное исследование Крыма, производившееся много лет геологами по поручению Геологического Комитета. За немногими исключениями, эти геологи не давали предварительных отчетов и помещали только очень краткие и часто слишком неопределенные данные о результатах работ в годовых отчетах Комитета. Составленная ими в 1910 г. геологическая карта Крыма в масштабе 10 верст в дюйме, издана только в 1926 г. без объяснительного текста, а данные о строении этой крайне интересной и сложной по генезису части Союза мы вынуждены почерпнуть, главным образом, из сочинений XIX века, в значительной степени устаревших.

В предварительном отчете должны быть указаны: 1) исследованный район (с перечнем маршрутов при маршрутной работе); 2) общее распространение каждой из наблюдавшихся геологических систем и главнейших групп кристаллических сланцев и изверженных пород, причем нужно преимущественно обращать внимание на факты, новые для этого района или особенно интересные в геологическом отношении; 3) характеристика тектоники района; 4) краткие данные о месторождениях полезных ископаемых, как изученных автором, так и вновь открытых и их возможном экономическом значении и 5) объяснение причин неудачи или неполноты исследований, если таковые имели место, и соображения о выяснившихся новых задачах и вопросах, требующих разрешения при продолжении исследований. Если работа производилась в местности, для которой ранее не было никаких геологических карт или имеющиеся очень устарели, то к предварительному отчету необходимо приложить карту, хотя бы схематическую, и 1—20 главных разреза.

Окончательный отчет основывается на полной обработке собранных материалов по данному району или листу геологической карты и должен содержать в себе:

1) Полный обзор всей литературы по орографии и геологии района или листа в хронологическом порядке с указанием существенного содержания каждого труда, новых достижений сравнительно с предшественниками, ошибочных выводов и допущенных пробелов.

2) Орографический и гидрографический очерк страны, размер которого, краткий и сжатый для равнинных и географически изученных местностей, должен быть значителен для местностей гористых, а также мало исследованных географически. Сюда должны войти указания на замеченные погрешности топографического материала.

3) Подробное геологическое описание речных долин, водоразделов и всех естественных и искусственных обнажений. Описание ведется

сначала по основным долинам, потом по их боковым притокам и наконец, по водоразделам. Распределение описания обнажений (вверх по реке или вниз по ней) должно быть однообразно во всем сочинении.

Описываемые в тексте обнажения сопровождаются порядковыми номерами, а в скобках указываются соответственные коллекционные номера. Во всем отчете должна быть по возможности проведена одна общая нумерация. При описании обнажений автор использует и вполне достоверный литературный материал, каждый раз ссылаясь на источник.

Каждый палеонтологически и литологически отличимый горизонт отмечается особым знаком, постоянным для означенного горизонта. Знаки эти для систем и главнейших подразделений указаны в легенде. Для более дробных подразделений нужно употреблять буквы латинского алфавита и другие, не вошедшие в картографическую легенду, знаки. Напластования с подчиненными им полезными ископаемыми и водовосными горизонтами описываются в каждом приводимом обнажении и типичном разрезе в их естественной последовательности в нисходящем порядке. При каждом пласте приводится список окаменелостей.

Если обнажение сложено кристаллическими породами, то дается краткая петрографическая характеристика последних.

4) Полный обзор входящих в исследованную область образований по геологическим системам, начиная с древнейших. Геологические системы и их подразделения описываются тут в литологическом и палеонтологическом отношениях с полным списком определенных при обработке материалов и указанных другими авторами ископаемых для каждого различаемого исследователем горизонта. Указывается видимое и предполагаемое распространение каждого яруса и слоя и взаимное положение по отношению друг к другу. Каждый слой описывается под тем знаком, под которым его выходы были указаны в предыдущей главе.

Для кристаллических сланцев и массивных пород дается петрографическое описание их с указанием распространения, возраста, возможной связи между отдельными группами, сопутствующим массивным породам контактовых явлений, и, в необходимых случаях, с приведением их химического состава.

При списках окаменелостей желательно, чтобы ископаемые, считающиеся автором характерным для выделяемых им горизонтов, были изображены по экземплярам из изученной местности.

5) Тектонический и геоморфологический очерк.

6) Гидрогеологический очерк.

7) Очерк месторождений полезных ископаемых.

8) Указатель упоминаемых в описании местностей.

К отчету прилагается карта маршрутов автора и геологическая карта с разрезами.

Литература. Кроме руководств по полевой геологии, указанных в введении, более или менее полно разбирающих вопросы о составлении геологических профилей и карт, где можно указать еще следующие сочинения.

- 1) Вебер, В. и Калицкий, К. Челекен. Тр. Геол. Комит. Н. С., вып. 63, 1911.
- 2) Голубятников, Д. Детальная геологическая карта Апшеронского полуострова. Биби-Эйбат. Тр. Геол. Комит. Н. С., вып. 106 и 141, 1914 и 1916 (оба эти сочинения дают пример детальной съемки нефтеносных районов разного строения).
- 3) Детальная геологическая карта Донецкого каменноугольного бассейна. Описание планшетов. Изд. Геол. Ком. с 1910 г. (Еще не окончено; пример детальной съемки угленосного бассейна).
- 4) Калицкий, К. Геология нефти. Серия ред. журн. „Нефт. и Славц. Хоз.“, Петроград, 1921 (главы III по VI).
- 5) Инструкции лицам, командированным Геологическим Комитетом для геологических исследований. Изв. Геол. Ком., 1882, прот. 24; 1883, прот. 75—85 и 115—129, 1885, прот. 16—17; 1898, прот. 57—59; 1901, прот. 89—90 и 117—119; 1909, прот. 161—163; 1910, прот. 125—127 и 1924, прот. 159—168.
- 6) Кузнецов, Н. Очерк организации геологических съемок в Соединенных Штатах. Тр. I съезда деят. практ. геол., 47—70, СПб. 1908.
- 7) Федоров, Е. О постановке детальной геологической съемки России по частной инициативе. Там же, 71—82.
- 8) Campbell, M. Rapid-section-work in horizontal rocks. Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 26, p. 298, 1897.
- 9) Powell, I. W. Conventional symbols for geologic maps. 10-th Ann. Rep. U. S. Geol. Surv., pp. 67—79, 1888-89.
- 10) Ostwald, W. Die Farbenfibel. Leipzig, 1924. (Характеристика красок, их оттенков и подбора.)
- 11) Staff, H. v. Ueber Strukturisohypsen. Zur Einführung in das Verständniss geologischer Karten. „Zschr. f. prakt. Geol.“, H. 3, 1911.
- 12) Chalmers, R. Geological maps. The determination of structural detail. London, 175 pp. 1926.
- 13) Harker, A. Notes on geological map-reading. 2 edit. Cambridge, 66 pp. 1926.
- 14) Philipp, N. und Warneck, W. Geologische Anfängerübungen zur Einführung in das Verständniss geologischer Karten und Profile. Braunschweig, 1922.
- 15) Schöndorf, F. Wie sind geologische Karten zu verstehen und praktisch zu verwerten? 2. Aufl. Berlin. 1922.
- 16) Platt, I. L. A series of elementary exercises upon geological maps. London, 1929.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица I

Геометрические формулы

Окружность круга $= 2 \pi r$.	Объем шара $= 4,19 r^3$.
($\pi = 3,1416$)	Сторона вписанного куба $= 1,15 r$.
Площадь круга $= \pi r^2$.	Поверхность куба $= 6,935 r$.
Радиус круга $= 0,159$ окружности	Площадь $\Delta = a \cdot \frac{h}{2}$
Сторона вписанного $\Delta = 1,732 r$.	Площадь эллипса $= 0,785 a \cdot b$
Сторона вписанного $\square = 1,41 r$.	(a и b — его диаметры).
Поверхность шара $= 4 \pi r^2$.	

Площадь параллелограмма $=$ длине основания \times на высоту.

„ трапецоида $= \frac{1}{2}$ сумме \parallel сторон \times на высоту.

„ трапеции $=$ площади двух слагающих ее Δ .

„ правильного многоугольника $=$ сумме его сторон \times на $\frac{1}{2}$ перпендикуляра из центра на одну из них.

Поверхность цилиндра или призмы $=$ площади обоих оснований $+$ $+$ высота, умноженная на окружность.

Объем цилиндра или призмы $=$ площади основания \times на высоту.

Поверхность конуса $=$ окружности основания \times на $\frac{1}{2}$ длины образующей $+$ площадь основания.

Поверхность пирамиды $=$ периметру основания \times на $\frac{1}{2}$ апофемы $+$ $+$ площадь основания.

Объем конуса или пирамиды $=$ площади основания $\times \frac{1}{3}$ высоты.

Поверхность усеченного конуса (или пирамиды) $=$ сумме окружностей (или периметров) обоих оснований \times на $\frac{1}{2}$ высоты образующей (или апофемы) $+$ площади оснований.

Объем тех же тел $=$ квадрату корню из произведения площадей оснований; к результату прибавить сумму этих площадей и умножить результат на $\frac{1}{3}$ высоты.

Площадь круга, вписанного в квадрат, $= 0,7854$ площади квадрата.

Таблица II

Решение треугольников:

1. Прямоугольного: a и b катеты, c —гипотенуза; противолежащие углы A , B и C (90°).

Даны	Искомы	Ф о р м у л ы
a, c	A, B, b	$\sin A = \frac{a}{c}; \quad \cos B = \frac{a}{c}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}, \quad \text{площадь} = \frac{a}{2} \sqrt{c^2 - a^2}$
a, b	A, B, c	$\operatorname{tang} A = \frac{a}{b}; \quad \operatorname{tang} B = \frac{b}{a}; \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\text{площадь} = \frac{ab}{2}$
A, a	B, b, c	$B = 90^\circ - A; \quad b = a \cdot \operatorname{cotang} A$ $c = \frac{b}{\sin A}; \quad \text{площадь} = \frac{a^2 \operatorname{cotang} A}{2}$
A, b	B, a, c	$B = 90^\circ - A; \quad a = b \cdot \operatorname{tang} A$ $c = \frac{b}{\cos A}; \quad \text{площадь} = \frac{b^2 \cdot \operatorname{tang} A}{2}$
A, c	B, a, b	$B = 90^\circ - A; \quad a = c \cdot \sin A; \quad b = c \cdot \cos A$ $\text{площадь} = \frac{c^2 \sin A \cdot \cos A}{2} \quad \text{или} \quad \frac{c^2 \sin 2A}{4}$

2. Косоугольного: a, b, c — стороны; A, B, C — противолежащие углы.

Даны	Искомы	Ф о р м у л ы
A, B, a	C, b, c площадь s	$C = 180^\circ - (A + B); b = \frac{a \cdot \sin B}{\sin A}$ $c = \frac{a \cdot \sin (A + B)}{\sin A}; s = \frac{ab \cdot \sin C}{2}$
A, a, b	B, C, c площадь s	$C = 180^\circ - (A + B); \sin B = \frac{b \cdot \sin A}{a}$ $c = \frac{a \cdot \sin C}{\sin A} = \frac{b \cdot \sin C}{\sin B}; s = \frac{ab \cdot \sin C}{2}$
C, a, b	A, B, c площадь s	$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos C}; s = \frac{ab \cdot \sin C}{2}$ $\sin A = \frac{a \cdot \sin C}{c}; \sin B = \frac{b \cdot \sin A}{a}$
a, b, c $\frac{a+b+c}{2} = m$	A, B, C площадь s	$\sin A = \frac{2\sqrt{m(m-a)(m-b)(m-c)}}{bc}$ $\tan \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(m-a)(m-c)}{m(m-b)}}$ $\cos \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{m(m-c)}{ab}}$ $s = \sqrt{m(m-a)(m-b)(m-c)}$ $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$ $\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$ $\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$
A, B, c	C, a, b площадь s	$b = \frac{c \cdot \sin B}{\sin C}; C = 180^\circ - (A + B)$ $a = \frac{c \cdot \sin A}{\sin C}; s = \frac{bc \cdot \sin A}{2}$

Таблица III

Квадраты, кубы, квадратные и кубические корни

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
1	1	1	1,000	1,000	26	676	17576	5,099	2,962
2	4	8	414	260	27	729	19683	196	3,000
3	9	27	732	442	28	784	21952	292	037
4	16	64	2,000	587	29	841	24389	385	072
5	25	125	236	710	30	900	27000	5,477	3,107
6	36	216	449	817	31	961	29791	568	141
7	49	343	646	1,913	32	1024	32768	657	175
8	64	512	828	2,000	33	1089	35937	745	208
9	81	729	3,000	080	34	1156	39304	831	240
10	100	1000	3,162	2,154	35	1225	42875	5,916	271
11	121	1331	317	224	36	1296	46656	6,000	302
12	144	1728	464	289	37	1369	50653	083	332
13	169	2197	606	351	38	1444	54872	164	362
14	196	2744	742	410	39	1521	59319	245	301
15	225	3375	3,873	466	40	1600	64000	6,325	3,420
16	256	4096	4,000	520	41	1681	68921	403	448
17	289	4913	123	571	42	1764	74088	481	476
18	324	5832	243	621	43	1849	79507	557	503
19	361	6859	359	668	44	1936	85184	633	530
20	400	8000	4,472	2,714	45	2025	91125	708	557
21	441	9261	583	759	46	2116	97336	782	583
22	484	10648	690	802	47	2209	103823	856	609
23	529	12167	796	844	48	2304	110592	6,928	634
24	576	13824	4,899	884	49	2401	117649	7,000	659
25	625	15625	5,000	924	50	2500	125000	7,071	3,684

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
51	2601	132651	7,141	3,708	77	5929	456533	8,775	254
52	2704	140608	211	733	78	6084	474552	832	273
53	2809	148877	280	756	79	6241	493039	888	291
54	2916	157464	343	780	80	6400	512000	8,944	4,309
55	3025	166375	416	803	81	6561	531441	9,000	327
56	3136	175616	483	826	82	6724	551368	055	344
57	3249	185193	550	849	83	6889	571787	110	362
58	3364	195112	616	871	84	7056	592704	165	380
59	3481	205379	681	893	85	7225	614125	220	397
60	3600	216000	7,746	3,915	86	7396	636056	274	414
61	3721	226981	810	936	87	7569	658503	327	431
62	3844	238328	874	958	88	7744	681472	381	448
63	3969	250047	7,937	3,979	89	7921	704969	434	465
64	4096	262144	8,000	4,000	90	8100	729000	9,487	4,481
65	4225	274625	062	021	91	8281	753571	539	498
66	4356	287496	124	041	92	8464	778638	592	514
67	4489	300763	185	062	93	8649	804357	644	531
68	4624	314432	246	082	94	8836	830584	695	547
69	4761	328509	307	102	95	9025	857375	747	563
70	4900	343000	8,367	4,121	96	9216	884736	798	579
71	5041	357911	426	141	97	9409	912673	849	595
72	5184	373248	485	160	98	9604	941192	899	610
73	5329	389017	544	179	99	9801	970299	9,950	626
74	5476	405224	602	198	100	10000	1000000	10,000	4,642
75	5625	421875	660	217					
76	5776	438976	718	236					

Таблица IV

Некоторые иррациональные числа

	n	$1/n$	$\log n$		n	$1/n$	$\log n$
π	3,142	0,3183	0,4971	$\sqrt{\pi}$	1,772	0,5642	0,2486
2π	6,283	0,1592	0,7982	$\sqrt{\pi:4}$	0,8362	1,128	1,9475
4π	12,57	0,07958	1,0992	$\sqrt[3]{\pi:6}$	0,8060	1,241	1,9063
$\pi:3$	1,047	0,9549	0,0200	$\sqrt[3]{4\pi:3}$	1,612	0,6204	0,2074
$\pi:4$	0,7854	1,273	1,8951	$\sqrt{2}$	1,414	0,7071	0,1505
$\pi:6$	0,5236	1,910	1,7190	$\sqrt{3}$	1,732	0,5774	0,2386
$4\pi:3$	4,189	0,2387	0,6221	$\sqrt{5}$	2,236	0,4472	0,3495
$\pi:180$	0,01745	57,30	2,2419	e	2,718	0,3679	0,4343
π^2	9,870	0,1013	0,9943	M	0,4343	2,303	1,6378

$$\pi = 3,14159265359$$

$$e = 2,71828182846$$

$$M = \log_{10} e = 0,434294481903$$

$$1:M = \log_e 10 = 2,30258509299$$

$$180^\circ : \pi = 57^\circ 17' 44,8'' = 57,29578^\circ.$$

Таблица V

Сравнение барометрических шкал

В миллиметрах и английских дюймах

мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы
730	28,7407	747	29,4100	764	30,0793
731	28,7800	748	29,4493	765	30,1187
732	28,8194	749	29,4887	766	30,1580
733	28,8588	750	29,5281	767	30,1974
734	28,8982	751	29,5675	768	30,2368
735	28,9375	752	29,6068	769	30,2761
736	28,9769	753	29,6468	770	30,3155
737	29,0163	754	29,6856	771	30,3549
738	29,0556	755	29,7246	772	30,3942
739	29,0950	756	29,7643	773	30,4336
740	29,1344	757	29,8037	774	30,4730
741	29,1738	758	29,8431	775	30,5124
742	29,2131	759	29,8924	776	30,5517
743	29,2525	760	29,9218	777	30,5911
744	29,2919	761	29,9612	778	30,6305
745	29,3312	762	30,0005	779	30,6698
746	29,3706	763	30,0399	780	30,7092

Таблица VI

Сравнение термометров

Градусы термометров Реомюра, Цельсия и Фаренгейта относятся друг к другу как 4 : 5 : 9; поэтому:

$$1^{\circ} \text{ C.} = \frac{4^{\circ}}{5} \text{ R.} = \frac{9^{\circ}}{5} \text{ F.}; 1^{\circ} \text{ R.} = \frac{5^{\circ}}{4} \text{ C.} = \frac{9^{\circ}}{4} \text{ F.}; 1^{\circ} \text{ F.} = \frac{4^{\circ}}{9} \text{ R.} = \frac{5^{\circ}}{9} \text{ C.}$$

Для превращения положительных градусов R. и C. в градусы F. нужно к произведению, полученному при помощи этих коэффициентов, прибавить 32, а для отрицательных градусов такое же произведение вычесть из 32.

$$\text{Напр., } 8^{\circ} \text{ R.} = \frac{8.5}{4} = 10^{\circ} \text{ C.} = \frac{8.9}{4} + 32 = 50^{\circ} \text{ F.}$$

$$\text{или } -8^{\circ} \text{ R.} = -10^{\circ} \text{ C.} = 32 - \frac{8.9}{4} = +14^{\circ} \text{ F.}$$

$$-24^{\circ} \text{ R.} = -30^{\circ} \text{ C.} = 32 - \frac{24.9}{4} = 32 - 54 = -22^{\circ} \text{ F.}$$

Для превращения градусов F. в градусы R. или C. нужно вычитать 32 из данного числа градусов F., безразлично положительных или отрицательных, и затем остаток умножить на коэффициенты $\frac{4}{9}$ или $\frac{5}{9}$.

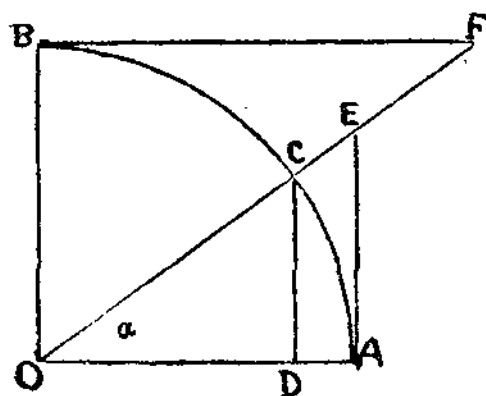
$$\text{Напр. } +68^{\circ} \text{ F.} = 68 - 32 = 36; \quad \frac{36.4}{9} = +16^{\circ} \text{ R.}, \quad \frac{36.5}{9} = +20^{\circ} \text{ C.}$$

$$+23^{\circ} \text{ F.} = 23 - 32 = -9; \quad \frac{9.4}{9} = -4^{\circ} \text{ R.}; \quad \frac{9.5}{9} = -5^{\circ} \text{ C.}$$

$$-22^{\circ} \text{ F.} = -22 - 32 = -54; \quad \frac{54.4}{9} = -24^{\circ} \text{ R.} = -30^{\circ} \text{ C.}$$

Таблица VII.

Тригонометрические функции и длина дуги



$$\begin{array}{ll} CD = \sin \alpha & OE = \sec \alpha \\ OD = \cos \alpha & OF = \operatorname{cosec} \alpha \\ AE = \tan \alpha & OC = r \text{ (радиус)} = 1 \\ BF = \cotang \alpha & AC = \text{arcus (дуга } \angle \alpha) \end{array}$$

arcus	°	sin	cosec	tang	cotg	sec	cos	°	
0,0000	0	0,0000	∞	0,0000	∞	1,00	1,000	90	1,5708
0,0175	1	0,0175	57,3	0,0175	57,3	1,00	1,000	89	1,5533
0,0349	2	0,0349	28,7	0,0349	28,6	1,00	0,999	88	1,5359
0,0524	3	0,0523	19,1	0,0524	19,1	1,00	0,999	87	1,5184
0,0698	4	0,0698	14,3	0,0699	14,3	1,00	0,998	86	1,5010
0,0873	5	0,0872	11,5	0,0875	11,4	1,00	0,996	85	1,4835
0,1047	6	0,105	9,57	0,105	9,51	1,01	0,995	84	1,4661
0,1222	7	0,122	8,21	0,123	8,14	1,01	0,993	83	1,4486
0,1396	8	0,139	7,19	0,141	7,12	1,01	0,990	82	1,4312
0,1571	9	0,156	6,39	0,158	6,31	1,01	0,988	81	1,4137
0,1745	10	0,174	5,76	0,176	5,67	1,02	0,985	80	1,3963
0,1920	11	0,191	5,24	0,194	5,14	1,02	0,982	79	1,3788
0,2094	12	0,208	4,81	0,213	4,70	1,02	0,978	78	1,3614
0,2269	13	0,225	4,45	0,231	4,33	1,03	0,974	77	1,3439
0,2443	14	0,242	4,13	0,249	4,01	1,03	0,970	76	1,3265
0,2618	15	0,259	3,86	0,268	3,73	1,04	0,966	75	1,3090
0,2793	16	0,276	3,63	0,287	3,49	1,04	0,961	74	1,2915
0,2967	17	0,292	3,42	0,306	3,27	1,05	0,956	73	1,2741
0,3142	18	0,309	3,24	0,325	3,08	1,05	0,951	72	1,2566
0,3316	19	0,326	3,07	0,344	2,90	1,06	0,946	71	1,2392
0,3491	20	0,342	2,92	0,364	2,75	1,06	0,940	70	1,2217
0,3665	21	0,338	2,79	0,384	2,61	1,07	0,934	69	1,2043
0,3840	22	0,375	2,67	0,404	2,48	1,08	0,927	68	1,1868
0,4014	23	0,391	2,56	0,424	2,36	1,09	0,921	67	1,1694
0,4189	24	0,407	2,46	0,445	2,25	1,09	0,914	66	1,1519
0,4363	25	0,423	2,37	0,466	2,14	1,10	0,906	65	1,1345
0,4538	26	0,438	2,28	0,488	2,05	1,11	0,899	64	1,1170
0,4712	27	0,454	2,20	0,510	1,96	1,12	0,891	63	1,0996
0,4887	28	0,469	2,13	0,532	1,88	1,13	0,883	62	1,0821
0,5061	29	0,485	2,06	0,554	1,80	1,14	0,875	61	1,0647
0,5236	30	0,500	2,00	0,577	1,73	1,15	0,866	60	1,0472
0,5411	31	0,515	1,94	0,601	1,66	1,17	0,857	59	1,0297
0,5585	32	0,530	1,89	0,625	1,60	1,18	0,848	58	1,0123
0,5760	33	0,545	1,84	0,649	1,54	1,19	0,839	57	0,9948
0,5934	34	0,559	1,79	0,675	1,48	1,21	0,829	56	0,9774
0,6109	35	0,574	1,74	0,700	1,43	1,22	0,819	55	0,9599
0,6283	36	0,588	1,70	0,727	1,38	1,24	0,809	54	0,9425
0,6458	37	0,602	1,66	0,754	1,33	1,25	0,799	53	0,9250
0,6632	38	0,616	1,62	0,781	1,28	1,27	0,788	52	0,9076
0,6807	39	0,629	1,59	0,810	1,23	1,29	0,777	51	0,8901
0,6981	40	0,643	1,56	0,839	1,19	1,31	0,766	50	0,8727
0,7156	41	0,656	1,52	0,869	1,15	1,33	0,755	49	0,8552
0,7330	42	0,669	1,49	0,900	1,11	1,35	0,743	48	0,8378
0,7505	43	0,682	1,47	0,933	1,07	1,37	0,731	47	0,8203
0,7679	44	0,695	1,44	0,966	1,04	1,39	0,719	46	0,8029
0,7854	45	0,707	1,41	1,000	1,00	1,41	0,707	45	0,7854
	°	cos	sec	cotg	tang	cosec	sin	°	arcus

Таблица VII

Таблица для определения истинной мощности

По видимой мощности пласта или свиты в отвесной стене, зная ее угол падения, можно определить истинную мощность по таблице, если взять в строке, соответствующей данному углу падения, величину a (верхние строки) для соответствующих метров. Пример: видимая мощность 185 м, угол падения 15° .

Вместо 100 м получим	96,6
„ 80 „ „	77,3
„ 5 „ „	4,8
<hr/>	
Истинная мощность 178,7 м.	

По той же таблице определяется истинная мощность пласта или свиты по углу падения и мощности, полученной в вертикальной буровой скважине (величины a), а также расстояние от устья скважины до выхода пласта или свиты на земную поверхность (величины b , нижние строки). Пример: угленосная свита, падающая $\angle 50^\circ$, пройдена скважиной на глубине от 215 до 339 м, т. е. имеет 124 м видимой мощности.

		Выход всячего бока:	
Вместо 100 м получим	64,3	Вместо 200 м	167,8
„ 20 „ „	12,86	„ 10 „	8,39
„ 4 „ „	2,57	„ 5 „	4,2
<hr/>		<hr/>	
Истинная мощность . . . 79,73 м		Расстояние 180,39 м	

Висячий бок выйдет в 180,4 м от устья скважины.

По той же таблице можно вычислить обратно на какой глубине скважина встретит пласт, падающий под истинным углом, если ее заложить на таком то расстоянии от его выхода. Пример: расстояние 110 м, $\angle 30^\circ$.

103,92	соответствуют	60,00 м
5,20	„	3,00 м
0,88	„	0,51 м
<hr/>		<hr/>
110,00 м	глубина	63,51 м

$\Gamma =$	1 м	2 м	3 м	4 м	5 м	6 м	7 м	8 м	9 м
5° a	0,996	1,992	2,989	3,985	4,981	5,977	6,973	7,970	8,966
b	11,430	22,860	34,290	45,720	57,150	68,580	80,010	91,440	102,870
10° a	0,985	1,970	2,954	3,939	4,924	5,909	6,894	7,878	8,863
b	5,671	11,343	17,014	22,688	28,357	34,028	39,699	45,371	51,042
15° a	0,966	1,932	2,898	3,864	4,830	5,796	6,761	7,727	8,693
b	3,732	7,464	11,196	14,928	18,660	22,392	26,124	29,856	33,588
20° a	0,940	1,879	2,819	3,759	4,698	5,638	6,578	7,518	8,457
b	2,747	5,495	8,242	10,990	13,737	16,485	19,232	21,980	24,727
25° a	0,906	1,813	2,719	3,625	4,532	5,438	6,344	7,250	8,157
b	2,145	4,289	6,434	8,578	10,723	12,867	15,012	17,156	19,301
30° a	0,856	1,732	2,598	3,464	4,330	5,196	6,062	6,928	7,794
b	1,732	3,464	5,196	6,928	8,660	10,392	12,124	13,856	15,588
35° a	0,819	1,638	2,457	3,277	4,096	4,915	5,734	6,553	7,372
b	1,428	2,856	4,284	5,713	7,141	8,569	9,997	11,425	12,853
40° a	0,766	1,532	2,298	3,064	3,830	4,596	5,362	6,128	6,894
b	1,192	2,384	3,575	4,767	5,959	7,151	8,342	9,534	10,726
45° a	0,707	1,414	2,121	2,828	3,536	4,243	4,950	5,657	6,364
b	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
50° a	0,643	1,286	1,928	2,571	3,214	3,857	4,500	5,142	5,785
b	0,839	1,678	2,517	3,356	4,196	5,035	5,874	6,713	7,552
55° a	0,574	1,147	1,721	2,294	2,868	3,441	4,015	4,589	5,162
b	0,700	1,400	2,101	2,801	3,501	4,201	4,901	5,602	6,302
60° a	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
b	0,577	1,155	1,732	2,309	2,887	3,464	4,041	4,619	5,196
65° a	0,423	0,845	1,268	1,690	2,113	2,536	2,958	3,381	3,804
b	0,466	0,933	1,399	1,865	2,332	2,798	3,264	3,730	4,197
70° a	0,342	0,684	1,026	1,368	1,710	2,052	2,394	2,736	3,078
b	0,364	0,728	1,092	1,456	1,820	2,184	2,548	2,912	3,276
75° a	0,259	0,518	0,776	1,035	1,294	1,553	1,812	2,071	2,329
b	0,268	0,536	0,804	1,072	1,340	1,608	1,876	2,144	2,412
80° a	0,174	0,347	0,521	0,695	0,868	1,042	1,216	1,389	1,563
b	0,176	0,353	0,529	0,705	0,882	1,058	1,234	1,411	1,587
85° a	0,087	0,174	0,261	0,349	0,436	0,523	0,610	0,697	0,784
b	0,087	0,175	0,262	0,350	0,437	0,525	0,612	0,700	0,787

Таблица IX

Перевод меридианов

При пользовании географическими картами разного издания с градусами долготы, идущими то от меридиана Ферро, то от Гринвича, то от Парижа или Пулкова, часто приходится делать перевод с одного меридиана на другой, что облегчит следующая табличка.

	Ферро	Гринвич	Париж	Пулково
Ферро	—	+ 17°39'51"	+ 20° — —	+ 47°59'30"
Гринвич . . .	— 17°39'51"	—	+ 2°20' 9"	+ 30°19'39"
Париж	— 20° — —	— 2°20' 9"	—	+ 27°59'30"
Пулково . . .	— 47°59'30"	— 30°19'39"	+ 27°59'30"	—

Примеры: какому меридиану от Гринвича соответствует 85° в. д. от Пулкова? Ответ: прибавить 30°19'39" к 85°.

Какому меридиану от Пулкова соответствует 150° в. д. от Ферро? Ответ: вычесть 47°59'30" из 150°.

Таблица X

Определение истинной мощности и глубины залегания наклонных пластов (из Lahee, app. XIV)

Зная угол падения пласта и его видимую мощность на (горизонтальной) поверхности земли, мы можем определить его истинную мощность, разделив видимую на 100 и помножив на число, стоящее во втором столбце против данного угла падения. Задавшись горизонтальным расстоянием от всякого бока пласта (вкост его простираия) до места предполагаемой скважины или шахты, мы определим вертикальную глубину, на которой она встретит пласт, разделив это расстояние на 100 и помножив на число, стоящее в третьем столбце против данного угла падения.

Пример: Пласт падает $\angle 40^\circ$, видимая мощность 20 м, предполагается шахта в 120 м от выхода: $20 : 100 = 0,2$; для 40° находим во втором столбце 64,28; помноженное на 0,2, оно даст истинную мощность 12,86 м; $120 : 100 = 1,2$; для 40° в третьем столбце стоит 83,91; помноженное на 1,2, оно даст 100,7 м—на этой глубине шахта встретит всякий бок пласта. Эта задача по данной таблице решается проще, чем по таблице VII.

Угол	Мощ- ность	Глу- бина	Угол	Мощ- ность	Глу- бина	Угол	Мощ- ность	Глу- бина
1'	1,75	1,75	31°	51,50	60,09	61°	87,46	180,40
2°	3,49	3,49	32°	52,99	62,49	62°	88,29	188,07
3°	5,23	5,24	33°	54,46	64,94	63°	89,10	196,26
4°	6,98	6,99	34°	55,92	67,45	64°	89,88	205,03
5°	8,72	8,75	35°	57,36	70,02	65°	90,63	214,45
6°	10,45	10,51	36°	58,78	72,65	66°	91,35	224,60
7°	12,19	12,28	37°	60,18	75,36	67°	92,05	235,59
8°	13,92	14,05	38°	61,57	78,13	68°	92,72	247,51
9°	15,64	15,84	39°	62,93	80,98	69°	93,36	260,51
10°	17,36	17,63	40°	64,28	83,91	70°	93,97	274,75
11°	19,08	19,44	41°	65,61	86,93	71°	94,55	290,42
12°	20,79	21,26	42°	66,91	90,04	72°	95,11	307,77
13°	22,50	23,09	43°	68,20	93,25	73°	95,63	327,09
14°	24,19	24,93	44°	69,47	96,57	74°	96,13	348,74
15°	25,88	26,79	45°	70,71	100,00	75°	96,59	373,21
16°	27,56	28,67	46°	71,93	103,55	76°	97,03	401,08
17°	29,24	30,57	47°	73,14	107,24	77°	97,44	433,15
18°	30,90	32,49	48°	74,31	111,06	78°	97,81	470,46
19°	32,56	34,43	49°	75,47	115,04	79°	98,16	514,46
20°	34,20	36,40	50°	76,60	119,18	80°	98,48	567,13
21°	35,84	38,39	51°	77,71	123,49	81°	98,77	631,38
22°	37,46	40,40	52°	78,80	127,99	82°	99,03	711,54
23°	39,07	42,45	53°	79,86	132,70	83°	99,25	814,43
24°	40,67	44,52	54°	80,90	137,64	84°	99,45	951,44
25°	42,26	46,63	55°	81,92	142,81	85°	99,62	1.143,01
26°	43,84	48,77	56°	82,90	148,26	86°	99,76	1.430,07
27°	45,40	50,95	57°	83,87	153,99	87°	99,86	1.908,11
28°	46,95	53,17	58°	84,80	160,03	88°	99,94	2.863,63
29°	48,48	55,43	59°	85,72	166,43	89°	99,98	5.729,00
30°	50,00	57,74	60°	86,60	173,21	90°	100,00	—

Таблица XI

Таблица поправок угла падения при пересечениях, не перпендикулярных к простиранию пластов

Истинный \angle падения	Угол между простиранием и линией пересечения							
	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°
10°	9°51'	9°40'	9°24'	9°5'	8°41'	8°13'	7°41'	7°6'
15°	14°47'	14°31'	14°8'	13°39'	13°34'	12°28'	11°36'	10°4'
20°	19°43'	19°23'	18°53'	18°15'	17°30'	16°36'	15°35'	14°25'
25°	24°48'	24°15'	23°39'	22°55'	22°0'	20°54'	19°39'	18°15'
30°	29°37'	26°9'	28°29'	27°37'	26°34'	25°18'	23°51'	22°12'
35°	34°36'	34°4'	33°21'	32°24'	31°13'	29°50'	28°12'	26°20'
40°	39°34'	39°2'	38°15'	37°15'	36°0'	34°30'	32°44'	30°41'
45°	44°34'	44°1'	43°13'	42°11'	40°54'	39°19'	37°27'	35°16'
50°	49°34'	49°1'	48°14'	47°12'	45°54'	44°17'	42°23'	40°7'
55°	54°35'	54°4'	53°19'	52°18'	51°3'	49°29'	47°35'	45°17'
60°	59°37'	59°8'	58°26'	57°30'	56°19'	54°49'	53°0'	50°46'
65°	64°40'	64°14'	63°36'	62°45'	61°42'	60°21'	58°40'	56°36'
70°	69°43'	69°21'	68°49'	68°7'	67°12'	66°8'	64°55'	62°46'
75°	74°47'	74°30'	74°5'	73°32'	72°48'	71°53'	70°43'	69°14'
80°	79°51'	79°39'	79°22'	78°59'	78°29'	77°51'	77°2'	76°0'
85°	84°56'	84°50'	84°41'	84°29'	84°14'	83°54'	83°29'	82°57'
89°	88°59'	88°58'	88°56'	88°54'	88°51'	88°47'	88°42'	88°35'

Истинный \angle падения	Угол между простиранием и линией пересечения							
	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°
10°	6°28'	5°46'	5°2'	4°15'	3°27'	2°37'	1°45'	0°53'
15°	9°46'	8°44'	7°38'	6°28'	5°14'	3°33'	2°40'	1°20'
20°	13°10'	11°43'	10°19'	8°45'	7°6'	5°23'	3°37'	1°49'
25°	16°41'	14°58'	13°7'	11°9'	9°3'	6°53'	4°37'	2°20'
30°	20°21'	18°19'	16°6'	13°43'	11°10'	8°30'	5°44'	2°53'
35°	24°14'	21°53'	19°18'	16°29'	13°28'	10°16'	6°56'	3°30'
40°	28°20'	25°42'	22°45'	19°31'	16°0'	12°15'	8°17'	4°11'
45°	32°44'	29°50'	26°33'	22°55'	18°53'	14°30'	9°51'	4°59'
50°	37°27'	34°21'	30°47'	26°44'	22°11'	17°9'	11°41'	5°56'
55°	42°33'	39°20'	35°32'	31°7'	26°2'	20°17'	13°55'	7°6'
60°	48°4'	44°47'	40°54'	36°14'	30°29'	24°8'	16°44'	8°35'
65°	54°2'	50°53'	46°59'	42°11'	36°15'	29°2'	20°25'	10°35'
70°	60°29'	57°36'	53°57'	49°16'	43°13'	35°25'	25°30'	13°28'
75°	67°22'	64°58'	61°49'	57°37'	51°55'	44°1'	32°57'	18°1'
80°	74°40'	72°75'	70°34'	67°21'	62°43'	55°44'	44°33'	26°18'
85°	82°15'	81°20'	80°5'	78°19'	75°39'	71°20'	63°15'	44°54'
89°	88°27'	88°15'	88°0'	87°38'	87°5'	86°9'	84°15'	78°41'

Пример: пересекаем обнажение по линии, образующей $\angle 40^\circ$ с простиранием свиты; видимый угол падения пластов 35° . В вертикальном столбце для 40° находим $32^\circ 44'$ и $37^\circ 27'$, соответствующие истинным углам падения в 45° и 50° ; истинное падение пластов будет около 47° (точнее $47^\circ 30'$).

Таблица XII

Эквиваленты углов падения и процентов уклона

Так как при инженерных работах уклон склонов и других поверхностей часто выражается в процентах (угла в 45°), то приходится пересчитывать их в соответствующие им углы падения в градусах; иногда интересен и обратный пересчет—углов падения в проценты. В таблице минуты приведены с округлением до 5, что достаточно для геологических задач.

Процен- ты	Углы на- клона	Процен- ты	Углы на- клона	Процен- ты	Углы на- клона
1	35'	10,50	6°	20,50	11°35'
1,50	52'	11,00	6°15'	21,00	11°50'
1,75	1°	11,50	6°35'	21,25	12°
2,00	1°10'	12,00	6°50'	22,00	12°25'
2,50	1°25'	12,25	7°	23,00	13°
3,00	1°45'	12,50	7°10'	24,9	14°
3,50	2°	13,00	7°25'	26,8	15°
4,00	2°15'	13,50	7°40'	28,7	16°
4,50	2°35'	14,00	8°	30,6	17°
5,00	2°50'	14,50	8°15'	32,5	18°
5,25	3°	15,00	8°30'	34,4	19°
5,50	3°10'	15,50	8°50'	36,4	20°
6,00	3°25'	15,85	9°	38,4	21°
6,50	3°45'	16,00	9°5'	40,4	22°
7,00	4°	16,50	9°20'	42,5	23°
7,50	4°15'	17,00	9°40'	46,6	25°
8,00	4°35'	17,65	10°	50,9	27°
8,50	4°50'	18,00	10°10'	57,7	30°
8,75	5°	18,50	10°30'	60,0	31°
9,00	5°10'	19,00	10°45'	65,0	33°
9,50	5°25'	19,45	11°	70,0	35°
10,00	5°45'	20,00	11°20'	84,0	40°
				100,0	45°

Таблица XIII

Длина градусов долготы под широтами от 30° до 80° в английских морских милях или минутах градуса экватора

(Эллипсоидальность земли принята в 1 : 304)

Градус широты	Длина градуса долготы	Градус широты	Длина градуса долготы	Градус широты	Длина градуса долготы
30°	52,004	47°	40,992	64°	26,372
31°	51,475	48°	40,220	65°	25,426
32°	50,930	49°	39,437	66°	24,471
33°	50,370	50°	38,642	67°	23,509
34°	49,793	51°	37,834	68°	22,540
35°	49,202	52°	37,015	69°	21,564
36°	48,596	53°	36,185	70°	20,581
37°	47,975	54°	35,343	71°	19,592
38°	47,339	55°	34,490	72°	18,596
39°	46,688	56°	33,627	73°	17,595
40°	46,021	57°	32,754	74°	16,588
41°	45,346	58°	31,870	75°	15,577
42°	44,654	59°	30,977	76°	14,560
43°	43,948	60°	30,074	77°	13,539
44°	43,229	61°	29,161	78°	12,514
45°	42,495	62°	28,240	79°	11,485
46°	41,750	63°	27,310	80°	10,452

(Из „Hinst to travellers“, I, tab. XXIII).

Для перевода морских миль в версты нужно помножить их на 1,74, а в километры—помножить на 1,85. Напр., под 60° северной широты длина градуса будет $30,074 \times 1,74 = 52$ версты 164 саж. или $30,074 \times 1,85 = 55$ км 637 м.

Таблица XIV

Уд. вес и вес разных материалов (в англ. фунтах в куб. футах)

1 англ. фунт = 1,108 русск. фунта = 453,6 г.

Материалы	Уд. вес	В е с	Материалы	Уд. вес	В е с
1. Металлы, сплавы:			4. Горные породы:		
Алюминий	2,55—2,75	165	Базальт	2,7—3,2	184
„ бронза	7,7	481	Габбро	2,9—3,1	184
Бронза (7,9 14% Sn)	7,4—8,9	509	Гнейс, амфиболит	2,4—2,7	159
Золото	19,25—19,35	1.205	Гранит, сиенит	2,5—3,1	175
Железо (чугун)	7,2	450	Диорит	2,7—3,0	180
Железо (кованое)	7,6—7,9	485	Доломит	2,9	181
Марганец	7,2—8,0	475	Известняк, мрамор	2,5—2,8	165
Медь	8,8—9,0	556	Мергель, глина	1,8—2,6	137
Никкель	8,9—9,2	565	Мел	1,8—2,6	137
Олово	7,2—7,5	459	Перидотит, пироксенит	3,3—3,5	212
Платина	21,1—21,5	1.330	Порфир	2,6—2,9	172
Ртуть	13,6	849	Пемза	0,37—0,9	40
Серебро	10,4—10,6	656	Песчаник	2,2—2,5	147
Свинец	11,37	710	Сланец глинистый	2,7—2,9	175
Сталь	7,8—7,9	490	Трапп, диабаз	2,8—3,2	187
Цинк	6,9—7,2	440			
2. Минералы:			5. Руды:		
Апатит	3,2	200	Вольфрамит	7,1—7,5	456
Азбест	2,1—2,8	153	Галенит	7,3—7,6	465
Барит	4,5	281	Гематит	5,2	325
Боксит	2,55	159	Касситерит	6,4—7,0	418
Гипс	2,3—2,8	159	Лимонит	3,3—3,9	225
Кварц	2,5—2,8	165	Магнетит	4,9—5,2	315
Магнезит	3,0	187	Пирит, халькопирит	4,1—4,3	262
Ортоклаз	2,5—2,6	159	Пирролизит	3,7—4,6	259
Рог. обманка	3,0	187	Сидерит	3,7—3,9	239
Тальк	2,6—2,8	169	Цинковая обманка	3,9—4,2	253
			Шеслит	5,9—6,1	375
3. Битумы:			6. Почвы:		
Асфальт	1,1—1,5	81	Песок чист.	1,4—1,6	81—112
Антрацит	1,4—1,7	97	„ с гравием	1,7—1,8	122—128
Кам. уголь	1,2—1,5	84	Галечник с песком	1,8—2,3	128—163
Лигнит	1,1—1,4	78	Чернозем	0,8	56—58
Нефть	0,79—0,92	54			
Торф	0,65—0,85	47			

Так как 1 м³ воды весит 1.000 кг, т. е. 1 т, то уд. веса материалов прямо выражают вес куб. метра в тоннах; напр., 1 м³ ртути весит 13,6 т. Для получения веса 1 куб. саж. в пудах нужно умножить приведенный в таблице вес 1 куб. фута в англ. фунтах на 9,5. Напр., вес 1 куб. саж. гематита будет $325 \times 9,5 = 3.087,5$ пуд. (при точном подсчете через куб. метры и тонны получим 3.083 пуд.).

Таблица XV

Содержание золота в россыпях

Прежде оно исчислялось в долях или золотниках на 100 пуд. золотосных песков. Позже вошла в употребление куб. сажень, вес которой принимается в 1.200 пуд. С переходом на метрические меры необходимо перечисление.

Куб. сажень = 1.200 пуд. = 19,346 англ. тонн (по 62,05 пуд.)
Куб. метр = 123,56 пуд. = 2.024 кг; его вес можно принять достаточно точно в 2 метр. тонны (по 61,05 пуд.), а куб. сажень принимать равной 10 м³. Тогда получаем следующую сравнительную таблицу содержания золота, принимая стоимость золотника шлихового золота в 4 руб. 26 коп. или стоимость грамма 1 руб.

В 100 п.	В куб. саж.	Копеск	В куб. метре	В метрической тонне		
				Долей	Грамм	Копеск
5 дол.	60 дол.	264	6 дол.	3 дол.	0,13	13
10 "	120 "	528	12 "	6 "	0,26	26
48 "	576 "	2.534	57,6 "	28,8 "	1,28	128
72 "	864 "	3.802	86,4 "	43,2 "	1,92	192
1 зол.	12 зол.	5.112	1,2 зол.	57,6 "	2,55	255
5 "	60 "	25.580	6 "	3 зол.	12,78	1.278
10 "	120 "	51.160	12 "	6 "	25,56	2.556
48 "	576 "	245.376	57,6 "	28,8 "	122,69	12.269
1 фунт	12 фунт.	490.372	1,2 фунт.	57,6 "	245,38	24.538

Примечание: золотник чистого золота стоит 5 руб. 51 коп., а грамм 1 руб. 30 коп. Цена 4 руб. 26 коп. соответствует пробе 773. Поэтому, если золото данной россыпи имеет пробу выше или ниже, нужно рассчитать стоимость грамма по пропорции $x : 130 = a : 1000$, где a — проба золота россыпи. Пример: проба 910; $x : 130 = 910 : 1000$. Стоимость грамма 1 руб. 18 коп.

Таблица XVI

Коэффициенты для перевода русских мер в метрические и
обратно

Чтобы перевести:

Граны в граммы	нужно умножить на	0,065
Грамм в граны	" "	15,4
Фунты в килограммы	" "	0,41
Килограммы в фунты	" "	2,44
Золотники в граммы	" "	4,236
Грамм в золотники	" "	0,234
Доли в граммы	" "	0,044
Грамм в доли	" "	22,5
Пуды в килограммы	" "	16,38
Килограммы в пуды	" "	0,061
Пуды в метр. тонны	" "	0,016
Метр. тонны в пуды	" "	61,05
Англ. long ton в метр. тонны	" "	1,016
" short ton в " "	" "	0,908
Дюймы в миллиметры	" "	25,4
Миллиметры в дюймы	" "	0,04
Футы в метры	" "	0,3048
Метры в футы	" "	3,28
Вершки в сантиметры	" "	4,445
Сантиметры в вершки	" "	0,225
Аршины в метры	" "	0,71
Метры в аршины	" "	1,406
Сажени в метры	" "	2,134
Метры в сажени	" "	0,469
Версты в километры	" "	1,067
Километры в версты	" "	0,937
Statute miles в километры	" "	1,61
Nautical miles в километры	" "	1,852
Ярды в метры	" "	0,9144
Кв. дюймы в кв. сант.	" "	6,45
Кв. сант. в кв. дюймы	" "	0,155
Кв. футы в кв. метры	" "	0,093
Кв. метры в кв. футы	" "	10,76
Кв. вершки в кв. сант.	" "	19,76
Кв. сант. в кв. вершки	" "	0,05
Кв. аршины в кв. метры	" "	0,5
Кв. метры в кв. аршины	" "	1,98
Кв. сажени в кв. метры	" "	4,55
Кв. метры в кв. сажени	" "	0,22
Кв. версты в кв. километры	" "	1,138
Кв. километры в кв. версты	" "	0,88
Десятины в гектары	" "	1,09
Гектары в десятины	" "	0,92
Кв. мили в кв. километры	" "	2,59
Куб. дюймы в куб. сант.	" "	16,39
Куб. сант. в куб. дюймы	" "	0,061

Чтобы перевести:		
Куб. футы в куб. метры	нужно умножить на	0,0283
Куб. метры в куб. футы	" "	35,31
Куб. сажени в куб. метры	" "	9,713
Куб. метры в куб. сажени	" "	0,103
Куб. версты в куб. килом.	" "	1,214
Куб. килом. в куб. версты	" "	0,823
Ведро в литры	" "	12,3
Литры в ведра	" "	0,08
Англ. галлоны в литры	" "	4,546
Баррели " "	" "	163,4
" " ведра	" "	13,29
Географ. мили в версты	" "	6,96
" " в километры	" "	7,42
Морские мили в версты	" "	1,74
" " в километры	" "	1,85

Географическая миля составляет $\frac{1}{15}$ градуса экватора, т. е. равна 4 минутам долготы; английская морская миля составляет $\frac{1}{60}$ градуса экватора, т. е. равна 1 минуте долготы; географическая миля = 4 морским милям; англичане называют свою морскую милю также географической.

1 тройунция = 20 pennyweight = 31,103 г = 7,291 зол.

1 pennyweight (dwt) = 1,555 г = 34,99 дол.

1 long ton = 2,240 англ. фунт. = 62,028 пуд.

1 short ton (амер.) = 2.000 англ. фунт. = 55,375 пуд.

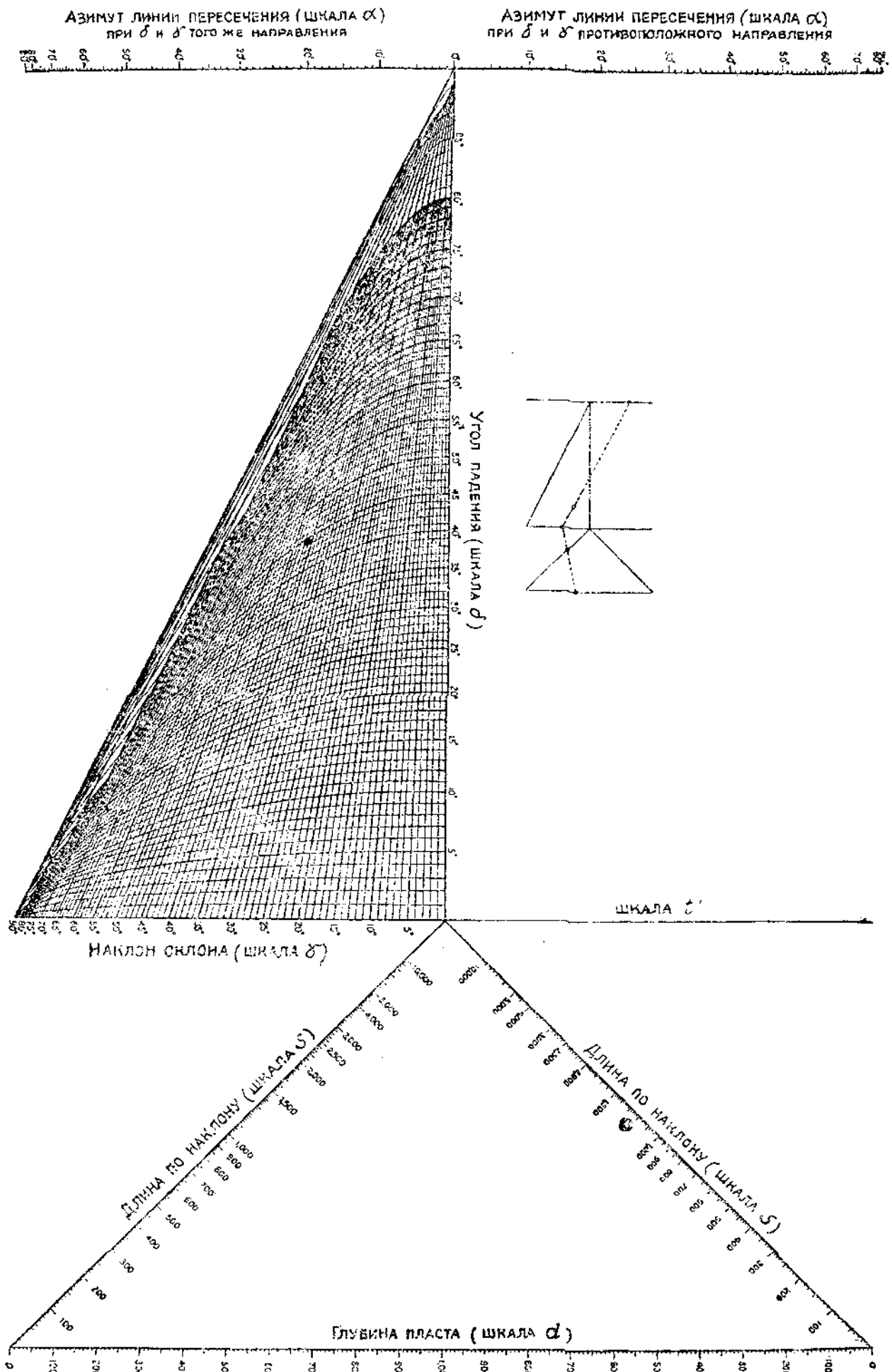
1 баррель = 35 англ. или 42 амер. галлонов = 135 кг нефти.

Таблица XVII

Таблица главных условных знаков

	Горизонтально залегающие пласты.		Месторождение железных руд.
	Пласты, падающие под $\angle 40^\circ$.		Медный рудник.
	Вертикальные пласты.		Брошенный свинцовый рудник.
	Антиклиналь (седло).		Открытая разработка серы.
	Синклиналь (мульда).		Соляной источник.
	Периклинальные пласты, купол.		Нефтяной источник.
	Ось антиклинали.		Коренное месторождение золота
	Ось синклинали.		Золотонесная россыпь.
	Сброс, падающий по $\angle 70^\circ$.		Месторождение железных руд.
	Сброс предполагаемый.		Месторождение медных руд.
	Сдвиг.		Месторождение свинцовых руд.
	Шурф.		Месторождение каменного угля.
	Шахта.		Месторождение гипса.
	Буровая скважина.		Каменоломня.
	Штольня.		
	Разрабатываемое месторождение.		Валунная глина, брекчия.
	Заброшенное месторождение.		Лёсс.
	Пласт с окаменелостями.		Изверженные породы различного состава.
	Известняк, доломит.		
	Мергель.		
	Глин. сланец, глина.		
	Песчаник, песок.		
	Конгломерат, галечник.		

Таблица XVIII



О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие к четвертому изданию	3
Предисловие ко второму и третьему изданиям	4
Введение	5
ГЛАВА I. Полевое снаряжение: молоток, зубила, компас, лупа, бискаит, кислота, рулетка, циркуль и масштаб, карты, записная книжка, карандаши, сумка и сетка, ярлыки, мешочки, коробки, вата, бумага, клей, дневник, бинокль, анероид, термометр, гипсотермометр, горизонтметр, нивеллир, буссоль, фото-графический аппарат, паяльный набор, ручной бур. Дорожные ящики и сумы, палатки, юрта, печка, освещение, постель, стол и сиденье, кухня, провизия, белье, платье и обувь, аптечка, мелкие инструменты. Верховые и вьючные животные, седла. Лодочная работа. Литература	9
ГЛАВА II. Общие задачи и приемы полевой работы. Подготовка. Общие задачи. Обнажения естественные и искусственные. Маршрутные исследования. Выбор маршрута. Полудетальные и детальные исследования. Изучение обнажений. Определение условий залегания горных пород. Приемы коллектирования. Качество, формат, число образчиков. Окаменелости. Запись наблюдений. Этикетирование и мешочки. Ручное бурение. Ведение дневника и его необходимость. Зарисовка обнажений. Упакровка и перевозка коллекций. Полевой режим. Указатели геологической литературы	55
ГЛАВА III. Карты, ведение съемки и нивелировки. Топографические и геологические карты СССР. Маршрутная съемка. Определение склонения. Увязка съемки. Лодочная съемка. Буссоли Шмалькальдера и Брунтона. Фотографирование. Геологическая фотограмметрия. Определение высот. Нивелировка анероидом; походные нивелиры. Определение высоты разных пунктов и расстояний. Вычисление высот. Курвиметр. Литература	79
ГЛАВА IV. Наблюдения над осадочными породами. Условия залегания. Особенности разных осадочных пород. Характер напластования. Рябь. Волно-прибойные знаки. Косая слоистость. Нормальное и опрокинутое положение. Конкреции, секреции, вкрапления, включения. Трещиноватость и отдельность. Пржилки и жилы. Расположение гальки. Цвет. Несогласное залегание: транс-грессия, скрытое несогласие, параллельное налегание, несогласное и параллельное прилегание, дислокационное несогласие. Фации континентальные, среды лагун и устьев, перитические, батинальные и абиссальные. Водоносность. Полезные ископаемые. Выветривание. Литература	107
ГЛАВА V. Сбор органических остатков. Значение и распространение „окаменелостей“. Общие правила поисков и сбора ископаемых. Сбор беспозво-ночных. Сбор микрофауны. Сбор позвоночных животных. Сбор ископаемой флоры. Литература	128
ГЛАВА VI. Наблюдения над изверженными породами. Условия и формы залегания абиссальные, гипоабиссальные и поверхностные. Цвет, текстура и структура. Шлиры, включения и вкрапления. Секреции. Граничные поверх-ности. Эндоконтактовые явления. Аутометаморфизм. Фации и фазы интрузивов и эффузивов. Полезные ископаемые. Водоносность. Явления выветривания. Трещиноватость и отдельность. Гранитовая „тектоника“. Изомарты. Сбор образчиков. Определение времени, характера и последовательности извержений. Связь с тектоникой. Литература	143
ГЛАВА VII. Наблюдения над метаморфическими породами. Причина и агенты метаморфизма. Метаморфизм в поверхностных толщах; ауто- и алло-метаморфизм. Геотермический м. Дислокационный м. Типы тектонитов: тектоно-бластиты (какириты, катаклазиты); тектонопластиты (месио, милониты); тектоно-бластиты. Пиззокристаллизация и кристаллизационная сланцеватость. Контакто-вый м.: каустический, нормальный в разных породах, пневматолитовый и инъекционный. Влияние абиссальных и гипоабиссальных пород. Ретромета-	

морфизм. Пиззоконтактовый и. Метаморфизм глубин. Инъекцированные породы: вениты и магматиты. Условия и формы залегания. Характер наслоения. Трещиноватость и отдельность. Цвет, структура и текстура. Граничные поверхности. Включения. Прожилки и жилы. Вкрапления. Полезные ископаемые. Водоносность. Выветривание. Определение времени и причин метаморфизма. Механический контакт. Сбор образчиков. Литература	170
--	-----

ГЛАВА VIII. Наблюдения над явлениями дислокаций. Первичное негоризонтальное залегание. Признаки пликативной дислокации. Формы складок. Оси, их затухание и погружение. Определение простирания осей складок. Направление орогенетического давления. Сочетания складок. Складчатость в разнородных толщах. Признаки дизъюнктивных дислокаций. Сочетания дизъюнктивных дислокаций. Экзокинетические трещины. Сочетание пликативных и дизъюнктивных дислокаций. Глыбовые надвиги. Признаки шаррижа. Повторная складчатость. Дислокации альпинотипные и германотипные. Орогенез и эпигрогенез. Магматические поднятия. Известковые рифы. Дислокации в древних кристаллических сланцах. Глыбовая и покровная складчатость. Влияние дислокаций на рельеф. Направление дизъюнктивных движений. Типы складчатых и сбросовых гор. Орогенетические формы Штилле. Определение времени дислокаций. Сбор образчиков. Литература	197
--	-----

ГЛАВА IX. Наблюдения между обнажениями. Определение геологических границ. Геологические границы и определение их по продуктам выветривания, растительности, плодородию, рельефу местности, водоносности, речной гальке. Нанесение геологических границ на карту. Нанесение выходов пластов, линий дислокаций, жил и выходов изверженных пород. Масштаб показностей. Определение истинной мощности пласта и свиты. Определение глубины залегания пластов. Литература	232
---	-----

ГЛАВА X. Составление геологических профилей, карт и отчетов. Построение геологических профилей: наблюденный профиль, нормальный разрез, построенный профиль, колонка. Условные цвета и знаки геологических карт и профилей. Составление геологической карты при маршрутной и детальной съемке. Съемка профилями. Вычерчивание геологической карты. Изображение подземного рельефа. Оконтуривание залежей. Составление предварительного отчета. Окончательный отчет. Литература	256
--	-----

Приложения:

Таблица I. Геометрические формулы	282
" II. Решение треугольников	283
" III. Квадраты, кубы, квадратные и кубические корни	285
" IV. Некоторые иррациональные числа	287
" V. Сравнение барометрических шкал	—
" VI. Сравнение термометров	288
" VII. Тригонометрические функции и длина дуги	—
" VIII. Определение истинной мощности пластов и расстояния выхода их на поверхность	290
" IX. Перевод меридианов	292
" X. Определение истинной мощности и глубины залегания наклонных пластов	—
" XI. Поправки угла падения при пересечениях, не перпендикулярных к простиранию пластов	294
" XII. Эквиваленты углов падения и процентов уклона	295
" XIII. Длина градусов долготы под широтами от 30° до 80°	296
" XIV. Уд. вес и вес разных материалов	297
" XV. Содержание золота в россыпях	298
" XVI. Коэффициенты для перевода русских мер в метрические и обратно	299
" XVII. Таблица главных условных знаков	301
" XVIII. Диаграмма Гауза для определения мощности и угла падения пластов при пересечении, не перпендикулярном к их простиранию	302

