

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР
Ленинградский орденов Ленина и Трудового Красного Знамени
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ
им. Г. В. Плеханова
Кафедра общей геологии



В. И. СЕРПУХОВ

В В Е Д Е Н И Е
В ПОЛЕВУЮ ГЕОЛОГИЮ

Ленинград
1962

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР
Ленинградский орденов Ленина и Трудового Красного Знамени
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ
им. Г. В. Плеханова
Кафедра общей геологии

В.И. СЕРПУХОВ

ВВЕДЕНИЕ В ПОЛЕВУЮ ГЕОЛОГИЮ

Учебное пособие
для студентов 1-го и 2-го курсов

Ленинград
1962

ВВЕДЕНИЕ

В курсе общей геологии мы познакомились с современными представлениями о строении и составе нашей планеты, а также с широким кругом геологических процессов и с их результатами, которые используются геологами для восстановления сложной и длительной истории формирования Земли и, особенно, земной коры и для решения различных теоретических и практических задач. При этом наши представления о строении, составе и развитии Земли опираются, главным образом, на данные изучения земной поверхности до глубин, покуда не превышающих 7 км. Изучение более глубоких недр планеты производится при помощи геофизики. Однако большую часть геофизических наблюдений трудно использовать для геологических целей, не прибегая к сравнению полученных результатов с результатами изучения физических свойств приповерхностных образований.

Иными словами, решающая роль в развитии геологических знаний принадлежит полевой геологии - науке, изучающей и разрабатывающей методику геологических исследований поверхности Земли. Совокупность полевых исследований, необходимых для всестороннего изучения геологического строения местности, называют геологической съемкой или геологическим картированием, поскольку эти исследования всегда сопровождаются или составлением геологической карты, или опираются на геологическую карту и вносят в нее те или иные дополнения и уточнения.

В настоящее время геологическое строение всей территории Советского Союза уже изучено, хотя и с различной степенью детальности. Для любого района есть геологические карты и часто очень обширная литература, имеются коллекции ископаемых органических остатков, образцов горных пород и руд и не только точная топооснова для геологического картирования, но и дополняющие ее материалы аэрофотосъемки. Полевые

исследования в настоящее время сводятся, следовательно, к дополнительному сбору материалов для уточнения имеющихся геологических карт или для составления новых карт в более крупных масштабах, необходимых для успешного решения основных задач геологической с^емки - ПОИСКОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ или удовлетворения других запросов народного хозяйства, требующих уточнения (а иногда и пересмотра) имеющихся данных при помощи новейших более совершенных методов.

Этого, конечно, нельзя сделать без тщательного изучения собранных ранее материалов по району предстоящих работ. То-есть любые полевые геологические исследования должны начинаться с ознакомления их исполнителей с имеющимися материалами. Перед выездом в поле геолог обязан подобрать необходимые картографические материалы, ознакомиться с литературой (включая и фондовую) и с коллекциями образцов горных пород, руд и окаменелостей. Все это вместе с хозяйственными хлопотами (составление смет, подбор сотрудников, приобретение инструментов, оборудование и снаряжение, решение транспортных задач и пр.) составляет сущность ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА геологической с^емки.

Геологические исследования и сбор материалов непосредственно в районе работ получили название ПОЛЕВОГО ПЕРИОДА.

Однако в полевой период очень многие весьма существенные исследования провести либо вовсе нельзя из за недостатка необходимого оборудования, нужных специалистов и времени, либо нецелесообразно проводить, так как в условиях стационарных лабораторий такие исследования можно сделать значительно более надежно, точно и дешево (имеются в виду многие анализы, петрографическое изучение горных пород и руд, точное определение ископаемой фауны и флоры, определение абсолютного возраста горных пород и т.п.). Все подобные исследования производятся по возвращении с полевых работ и составляют КАМЕРАЛЬНЫЙ ПЕРИОД гео-

логической с^емки.

Прежде чем перейти к детальному рассмотрению основных этапов геологических исследований, рассмотрим кратко содержание геологического картирования.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ С^еМКИ и ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Изучение геологического строения земной поверхности затрудняется не только огромными размерами многих объектов исследований, что приводит к необходимости изображать их графически в масштабах, уменьшающих натуральную величину в сотни, тысячи и миллионы раз, но также ПЛОХОЙ ОБНАЖЕННОСТЬЮ - почти повсеместным распространением на поверхности Земли современных образований.

Современные образования - почвенный и растительный покров, продукты выветривания, аллювиальные и эоловые отложения и пр. - вся эта пестрота, непрерывно и быстро меняющаяся толща составляет предмет изучения многих естественных наук, но лишь частично используется геологией и в огромном большинстве случаев очень затрудняет геологические исследования, скрывая от геолога основной объект изучения - коренные породы. Это определяет, как мы увидим, точность, масштаб и в весьма значительной степени стоимость геологических исследований и имеет решающее значение для выбора методики геологического картирования. Поэтому ОБНАЖЕННОСТЬ РАЙОНА (частота выходов на поверхность коренных пород) и мощность современных рыхлых образований имеет первостепенное значение при планировании и производстве геолого-с^емочных и поисковых работ и всегда учитывается.

Даже при самых благоприятных условиях геологической с^емки значительная часть района работ бывает скрыта под наносами. В подавляющем же большинстве случаев обнаженность оказывается далеко недостаточной

и выходы коренных пород встречаются редко и обычно беспорядочно расбросаны. Если вспомним при этом, что крупные геологические структуры типа антиклинорий и синклинорий распространяются на огромные пространства, измеряемые тысячами квадратных километров, и усложняются, вдобавок, многочисленными дислокациями более мелких размеров, легко поймем, что большинство обнажений открывает лишь ничтожные фрагменты геологических структур. Каждое обнажение, взятое отдельно, еще не делает геолога, хотя и может в некоторых случаях дать очень ценные материалы для расшифровки геологического строения района с "емки. Гораздо чаще изучение отдельного обнажения позволяет лишь выяснить или уточнить весьма небольшую и, главное, случайную деталь геологической структуры. При этом никак не исключается, что эта структура окажется не основной, а второстепенной (например, частью крыла мелкой складки, осложняющей более крупную). Изучая одно обнажение, мы не видим обычно других. При этом часто обнажения, следующие одно за другим по маршруту, не обнаруживают никакого сходства (одно, например, сложено осадочными породами, другое - изверженными, а контакт между ними скрыт под наносами и не видно, то-ли изверженные прорывают осадочные, то-ли перекрываются ими). Иными словами, переходя от обнажения к обнажению геолог видит случайно и беспорядочно расположенные обрывки структур разных масштабов и происхождения, на основании которых он должен восстановить геологическое строение расположенных между ними участков, лишенных обнажений. В некоторых случаях эта задача решается относительно просто и надежно, в других - она оказывается весьма сложной и требует проведения длительных, трудоемких и дорогостоящих работ по созданию дополнительных искусственных обнажений при помощи проходки горных выработок (канав, шурфов, буровых скважин и пр.). Но во всех случаях без нанесения на план или на карту деталей геологического строения,

выявленных при изучении обнажений (и при том без точного нанесения), эта задача невыполнима. То-есть изучение геологического строения любого района немислимо без составления геологической карты этого района, если только целью исследований не является уточнение или детализация существующих карт.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТОЙ называется выполненное в определенном масштабе обобщенное изображение на плоскости выходов на поверхность Земли горных пород и других особенностей геологического строения местности - разрывов, складок, элементов залегания горных пород, рудопроявлений и месторождений полезных ископаемых и пр. При этом осадочные породы выделяются по возрасту с указанием в некоторых случаях состава, а изверженные - по составу и по условиям образования (выделяются эффузивные и интрузивные) с указанием возраста, когда это возможно. Современные образования (наносы, почвенный и растительный покров и пр.) на геологические карты наносятся лишь в случае необходимости, например, когда их мощность и площадь распространения велики (исключение составляют лишь некоторые геологические карты специального назначения - четвертичных отложений, гидрогеологические, инженерно-геологические и т. п.).

Составленная таким образом карта отражает не только схему расположения выходов различных горных пород и полезных ископаемых под чехлом современных образований, но дает представление о последовательности образования горных пород (поскольку показывается их относительный возраст), и о структуре (поскольку показываются формы залегания горных пород и их взаимоотношения). То-есть, по образному выражению С. А. Музылева, "геологическая карта представляет собою сводку данных о геологическом строении района, выраженную скупым и точным языком гра-

фики".

В идеале изображение на геологической карте контуров, положения, взаимосвязей и возраста наносимых объектов должно быть точным. Однако это достижимо далеко не всегда. Во-первых, потому, что (как уже указывалось) геологическое строение покрытых наносами участков показывается на карте в результате интерполяции данных, полученных на смежных обнажениях. Во-вторых, потому, что имеющиеся в районе обнажения (и естественные и искусственные) часто не дают ответа на существеннейшие вопросы. Например, возраст горных пород на основании полевых материалов далеко не всегда можно определить и этот основной вопрос геологического картирования приходится решать по различным косвенным признакам (по аналогии со смежными районами, по степени метаморфизма и по другим соображениям, обычно не дающим однозначного решения и допускающим разные толкования, одинаково правомочные). Примерно так же обстоит дело и с выношенным характером некоторых геологических структур. Наконец, многие мелкие, но часто очень существенные детали геологического строения (малые интрузии, жилы, трещины разломов, выходы осадочных пород небольших размеров и т.п.) в силу их незначительной величины могут быть нанесены на карту только в искаженном масштабе или условными знаками. Однако таких деталей часто оказывается настолько много, что полностью показать их на карте невозможно. Поэтому очень важно так отобразить и обобщить изображаемые объекты, чтобы карта давала правильное представление о геологическом строении района съемки и, в зависимости от целевого назначения последней, отражала наиболее существенные и важные особенности геологии.

Учитывая изложенное, можно дать еще одно определение геологической карты. Она представляет собой выраженный графически синтез полевых наблюдений геолога-съемщика, основанный на результатах изучения

разрозненных выходов коренных пород и некоторых других особенностей местности, так или иначе связанных с ее геологическим строением (рельеф, характер гидросети, состав и характер новейших рыхлых образований, геофизические аномалии и пр.). В любой, следовательно, геологической съемочной работе помимо сбора и анализа фактических материалов содержится элемент индивидуального творчества исследователя, его предположения и допущения, которые неизбежно уточняются и меняются со временем по мере поступления и накопления новых фактов. Все это отражается и на геологической карте, которая, таким образом, передает лишь приближенное изображение геологического строения местности, точность которого в значительной мере определяется знаниями, опытом и способностями исследователя, а не только детальностью съемки.

Отсюда следует очень важный вывод: фактические данные не только должны быть показаны на карте с исчерпывающей точностью и полнотой, но также и строго отграничены от объектов, которые съемщиком непосредственно не наблюдались и нанесены на карту по его предположениям и допущениям, сколько бы достоверным это ни казалось.

МАСШТАБЫ и РАЗНОВАДНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМОК и КАРТ, ПРИНЯТЫЕ в СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

В настоящее время в СССР производятся геологические съемки и составляются карты масштабов 1:1.000.000, 1:500.000, 1:200.000, 1:100.000, 1:50.000 и 1:25.000.

Номенклатура геологических карт (также как и соответствующих им по масштабу топографических) определяется по международной метрической разграфке поверхности Земли на листы карты м. 1:1.000.000. Северное полушарие в этой разграфке разделено на 60 меридиональных секто-

ров по 6 градусов в каждом. Секторы обозначены цифрами от 1 до 60 в направлении с запада на восток. От экватора к полюсу северное полушарие разделено на 23 ряда по 4 градуса в каждом. Ряды обозначены заглавными буквами латинского алфавита от А до W. Для обозначения листа карты м.1:1.000.000 нужно указать букву ряда и номер сектора. Например, О - 36 (Ленинград), М - 37 (Москва) и т.п.

Планшеты карты м.1:500.000 получают путем разграфки листа карты м.1:1.000.000 на 4 части. Северо-западный планшет (левый сверху) обозначается буквой А, северо-восточный - В, юго-западный - В и юго-восточный - Г. Например, московский лист карты м.1:1.000.000 - М - 37 делится на 4 листа карты масштаба 1:500.000 с номенклатурой М - 37-А, М - 37-Б, М - 37-В, М - 37-Г.

Планшеты карты м.1:200.000 получают путем разграфки листа карты м.1:1.000.000 на 36 частей. Их обозначают римскими цифрами от 1 до XXXVI в направлении слева направо и сверху вниз, причем в каждом ряду, расположенном южнее предыдущего, нумерация идет снова с запада на восток (рис.1). В номенклатуре указывается индекс листа масштаба 1:1.000.000 и порядковый номер планшета м.1:200.000. Например,

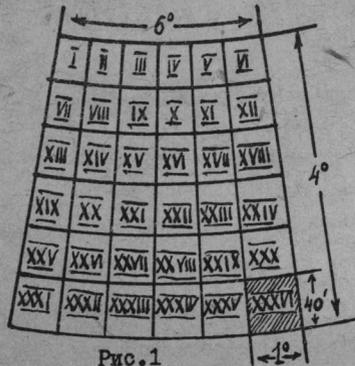


Рис.1

М - 37-Ш, М - 37-ХХ, М - 37-ХХХ1 и т.п.

Планшеты карты м.1:100.000 получают при разграфке листа карты масштаба 1:1.000.000 на 144 части, образующих 12 рядов по 12 планшето в каждом. Планшеты нумеруются с запада на восток арабскими цифрами от 1 до 144. Индекс каждого планшета состоит из номенклатуры листа м.1:1.000.000 и

порядкового номер планшета. Например, М - 37-5, М - 37-124 и т.п.

Планшеты карты м.1:50.000 получают путем разграфки листов карты м.1:100.000 на 4 части, каждая из которых обозначается заглавной буквой русского алфавита слева направо и сверху вниз (рис.2). Номенклатура листа состоит из индекса листа карты м.1:100.000 и соответствующей буквы. Например, М - 36-14-А, М - 36-14-Г и т.п.

Планшеты карты м.1:25.000 получают путем разграфки листов карты м.1:50.000 на 4 части, каждая из которых обозначается малыми буквами русского алфавита также, как и в предыдущем случае. Номенклатура листа состоит из индекса листа карты м.1:50.000 и соответствующей буквы. Например, М - 36-В-а, М - 36-В-г и т.п. (рис.2).

Геологические съемки и карты м.1:1.000.000 и 1:500.000 называются мелкомасштабными. На каждом листе этих карт могут поместиться значительные участки геосинклиналей или платформ, крупные складки и разрывы, магматические тела типа батолитов, больших лакколитов, лополитов и т.п., то-есть такие intrusion и структуры, для изображения которых в более крупных масштабах (1:200.000, 1:100.000 и др.) понадобится несколько планшето. Этим определяется и целевое назначение мелкомасштабных карт: они широко используются для общих геологических построений и обобщений, в целях планирования, для выделения крупных структур и площадей, перспективных для поисков каких-либо полезных ископаемых в тех случаях, когда эти

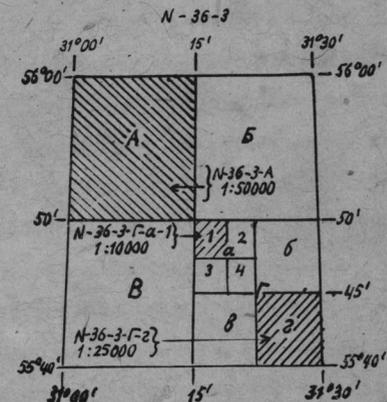


Рис.2.

структуры и площади достаточно велики для изображения их в более крупных масштабах. Мелкомасштабные геологические карты дают общее представление о строении огромных регионов и их возможных горно-экономических перспективах.

С"емки м.1:500.000 производятся в районах со сложным геологическим строением, показать которое в м.1:1.000.000 нельзя.

В настоящее время геологические карты м.1:1.000.000 для территории СССР уже составлены. Уточнения и коррективы, необходимость которых выясняется при более детальных исследованиях, вносятся на эти карты путем картосоставительских работ, обычно без выезда в поле.

Геологические с"емки и карты м.1:200.000 и 1:100.000 называются среднемасштабными. Масштаб позволяет наносить на планшеты карт этой группы окладки второго порядка, усложняющие более крупные структуры, разрывные нарушения с амплитудой в несколько метров, зоны смятия, небольшие трещины, ореолы контактово-измененных пород и другие специфические особенности геологического строения, позволяющие решать некоторые важные теоретические и практические задачи. Расчленение осадочных пород на картах средних масштабов должно быть произведено до свиты или яруса, включительно, а изверженных - до комплексов разного возраста с выделением важнейших интрузивных фаз внутри каждого комплекса (см.1, 1960 г., стр.298-299). В процессе с"емки в обязательном порядке нужно изучать и наносить на карту все известные и обнаруженные в процессе работы рудопоявления и месторождения полезных ископаемых, а также все образования, в той или иной мере контролирующее оруденение (разломы, зоны смятия и дробления, контактово-измененные породы и др.), которые могут быть использованы при более детальных геолого-поисковых и разведочных работах в дальнейшем (см.1, 1960 г., стр.598-612).

При этом необходимо оценить перспективы района в отношении каждого встреченного вида минерального сырья и выделить участки для более детальных с"емок и поисков.

Геологические карты м.1:100.000 отличаются от карт м.1:200.000 большей детальностью и более высокой точностью контуров выхода на поверхность горных пород и тектонических нарушений.

Все основные горно-рудные и интересные в промышленном отношении районы СССР в настоящее время в значительной мере уже покрыты или покрываются геологическими с"емками м.1:200.000 и (если их строение достаточно сложно) - м.1:100.000.

Крупномасштабными называют с"емки и карты м.1:50.000 и 1:25.000.^{х)} Это уже достаточно детальные исследования, позволяющие решать многие реальные практические задачи. Масштаб этих с"емок позволяет (и обязывает) изучать и наносить на карту также тектонические структуры, небольшие интрузии и жильные образования, которые в силу своих малых размеров не могут быть показаны на средне- и, тем более, на мелкомасштабных картах, хотя и имеют часто очень большое значение для поисков и разведки многих полезных ископаемых.

Крупномасштабные с"емки обычно направлены на изучение какого-нибудь одного полезного ископаемого при обязательном, однако, попутном изучении и всех других, известных или выявленных в процессе работы. В

х) Геологические с"емки м.1:25.000 причисляют и к крупномасштабным и к детальным. Их производство далеко не всегда целесообразно: масштаб с"емки не позволяет без искажения показывать на карте небольшие дайны, жилы и другие мелкие детали геологического строения, имеющие часто решающее значение при поисках и разведке, а более крупные детали можно показать и на картах м.1:50.000. Поэтому выбор масштаба с"емки 1:25.000 всегда необходимо тщательно обдумать и убедительно обосновать.

Автор

результате должна быть дана первая оценка размеров и значения выявленных в районе месторождений и рудопоявлений минерального сырья и определены границы площадей для более детальных поисков и разведки.

ДЕТАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ относятся уже к разведочной стадии изучения районов месторождений и обычно выполняются геологами-разведчиками. Геологическая съемка при производстве этих работ неотделима от поисковых операций. И поиски и составление карты обычно выполняются одним и тем же лицом.

Масштабы детальных съемок - 1:10.000 и 1:5.000. Более крупные масштабы (1:2.000, 1:1.000 и 1.500) применяются в основном для изучения площадей выхода полезных ископаемых на поверхность, а также для детального изучения участков месторождений в условиях интенсивной нарушенности и метаморфизма.

Во всех детальных съемках особое внимание обращается на тектонические структуры, а также на тектурные особенности горных пород, обусловленные тектоническими причинами, которые не всегда заметны невооруженным глазом (ориентировка минералов, кляваж, пльчатость, сланцеватость и пр.). Детальные геологические карты прежде всего должны быть структурными картами, поскольку основной задачей съемки, в данном случае, является обнаружение на исследуемом участке выходов на поверхность ВСЕХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ИЗУЧЕНИЕ ФОРМЫ РУДНЫХ ТЕЛ и ИХ ОЦЕНКА. При этом нужно иметь в виду запросы будущего предприятия. Например, указывает В.М.Крейтер, если будущему медному руднику нужны кварцевые флюсы - надо обращать внимание не только на кварцевые жилы и кварциты, но и на их состав. Если, например, на участке съемки присутствуют не промышленные золотосодержащие и вовсе незолотосодержащие кварцевые жилы, их надо строго разграничивать, так как все золото из золотосодержащих жил при

металлургическом процессе перейдет в штейн и будет получено попутно. Необходимо обращать самое серьезное внимание на качество руд, распределение их по сортам и пр., а также на строительные материалы и вообще на все породы, имеющиеся в районе, так как при благоприятных экономических условиях каждая горная порода может быть полезным ископаемым. Особое внимание нужно обращать на изучение гидрогеологии и покрова рыхлых отложений с обязательным составлением гидрогеологической карты и карты четвертичных отложений, без которых в настоящее время строительство горных предприятий немислимо.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ГЕОЛОГИЧЕСКИМ СЪЕМКАМ И КАРТАМ РАЗЛИЧНЫХ МАСШТАБОВ, предусматриваются специальными инструкциями министерства геологии и охраны недр. Их рассмотрение не входит в задачи данного пособия. Заметим, однако, что плотность наблюдений, обязательная для карт того или иного масштаба, вообще говоря, определяется густотой маршрутов и точек наблюдения (при условии выполнения всех других требований, обеспечивающих качество исследований и кондиционность геологических карт). Для предварительных расчетов при составлении проекта работ обычно принимаются следующие нормы маршрута для освещения единицы площади в разных масштабах: для съемок м. 1:1000000 на каждые 10 км² площади должен приходиться 1 линейный км маршрута. Для съемок м. 1:500000 1 км маршрута должен освещать 5 км² площади, для съемок м. 1:200000 1 км маршрута должен приходиться на 2 км² площади, для съемок м. 1:100.000 1 км маршрута должен освещать 1 км² площади, для м. 1:50.000 - 1 км маршрута должен освещать 0,5 км² площади, для м. 1:25.000 - 1 км маршрута должен приходиться на 0,25 км² площади.

Для детальных геологических съемок и карт применяются другие расчеты. Понять детали геологического строения любого района возможно

лишь при достаточном количестве обнажений. При этом чем сложнее строение района, тем большее количество обнажений необходимо изучить для составления его детальной геологической карты. Обычно считают, что для с"емок м. 1:10.000 в зависимости от сложности района надо просмотреть от 5 до 40 обнажений на 1 км². Для с"емок м. 1:5.000 - от 10 до 100 обнажений на 1 км². Для с"емок м. 1:2.000 и 1:1.000 - от 300 до 500 обнажений на 1 км². Обычно такого количества естественных обнажений не встречается и их приходится делать искусственно при помощи закопшек, канав, шурфов, буровых скважин и пр.

СВОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Кроме геологических карт перечисленных масштабов широко распространены сводные геологические карты, отражающие особенности геологического строения крупных регионов - горных систем, целых стран, частей света и всего земного шара. Сводные карты составляются без полевых исследований - путем картосоставительских работ, то-есть путем сводки и уменьшения геологических карт более крупных масштабов. Сводные карты необходимы для решения различных теоретических проблем, для представления о геологическом строении нашей планеты и ее крупнейших частей, для целей планирования и пр. Они составляются в различных масштабах, начиная от 1:1.500.000 и более мелких.

КАРТЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Для специальных целей обычной геологической карты иногда бывает недостаточно. В этих случаях составляются геологические карты специального назначения, в которых основной упор делается на какую-нибудь деталь геологического строения (на тектонику, на литологию, на полезные ископаемые, на подземные воды и т.п.). Основой для составления всех таких карт является геологическая карта, при чем чем детальнее и

точнее она, тем содержательнее и карта специального назначения. В настоящее время составляются литолого-петрографические, тектонические и структурные, геоморфологические, фациальные и палеогеографические, гидрогеологические, инженерно-геологические, различные геофизические карты, карты полезных ископаемых и металлогенические и карты четвертичных отложений.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Принятые для геологических карт в Советском Союзе условные обозначения приводятся в таблице в конце данного пособия (приложение 1) Здесь мы напомним лишь, что горные породы на геологических картах показываются различными цветами, причем на мелкомасштабных картах (до 1:200.000, включительно) должна в обязательном порядке применяться стандартная международная расцветка, утвержденная международным геологическим конгрессом в 1881 году. Каждый цвет сопровождается соответствующим индексом (см. приложение 1)

ПОДГОТОВКА К ПОЛЕВОЙ РАБОТЕ

Во время подготовительного периода геолог обязан, как мы видели, ознакомиться с имеющимися материалами по геологии и полезным ископаемым района предстоящих исследований и организовать работы.

ИЗУЧЕНИЕ ИМЕЮЩИХСЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ сводится к ознакомлению с литературой (включая и фондовую) и с собранными ранее в районе коллекциями горных пород и окаменелостей. При ознакомлении с литературой необходимо выяснить, что сделано ранее с тем, чтобы новые работы в какой то мере были продолжением старых, опирались на них и их результаты, но отнюдь не повторяли их. Изучение литературы в настоящее время облегчается наличием сводных работ по каждому региону, составленных сравнительно недавно. Однако не следует забывать, что изучение геологи-

ческого строения СССР происходит очень интенсивно и часто установившиеся и казавшиеся неизменными представления меняются коренным образом на наших глазах. Поэтому ознакомление с новейшими литературными и, особенно, с фоновыми материалами перед выездом в поле совершенно необходимо. При ознакомлении следует сразу же составлять картотеку с изложением краткого содержания каждой прочитанной работы. Очень полезно также выписывать стратиграфические схемы и разрезы, составлять конспекты выводов авторов по тектонике, магматизму и полезным ископаемым, отмечать неразрешенные вопросы или такие, которые по тем или иным соображениям представляются недостаточно обоснованными и требуют проверки и подтверждения. Иногда разные геологи приходят к различным, часто противоречивым выводам из одного и того же ряда фактов. Иногда по разному описываются и освещаются и сами объекты наблюдений. Такие противоречия надо тщательно конспектировать и запоминать с тем, чтобы проверить их в поле и составить собственное суждение, аргументировав его должным образом.

ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. МАТЕРИАЛЫ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Параллельно с изучением литературы следует тщательно просматривать и весь графический материал - имеющиеся топографические и геологические карты и разрезы, карты специального назначения (если они есть) и аэрофото материалы. Последние обычно изготавливаются в виде серий достаточно крупных (18x18, 24x24, 30x30 см) контактных отпечатков с негативов в виде, так называемого, накладного монтажа. Фотоснимки производятся с самолета, летящего по заранее рассчитанным параллельным маршрутам на определенной высоте. На каждом маршруте снимки делаются через определенные промежутки времени и частично перекрывают друг друга на определенный процент площади. Так же перекрываются снимки и двух параллельных маршрутов, то-есть в сериях контактных отпечатков имеются си-

стематические продольные (60 процентов площади) и поперечные (40 процентов площади) перекрытия. В накладном монтаже все контактные отпечатки наложены один на другой в той же последовательности, в которой они снимались. Также связываются между собой и соседние маршруты. Таким образом вся площадь района покрывается фотоснимками и выглядит как своеобразная фото-карта.

Как контактные отпечатки, так и накладной монтаж в большей или меньшей степени искажены вследствие неизбежных изменений высоты полета, кренов самолета и т.п., однако эти искажения компенсируются наличием топографических карт м.1:100.000, составленных по материалам аэрофотосъемки и соответствующим образом обработанных с исправлением всех искажений.

Материалы аэрофотосъемки особенно интересны, так как они "с фотографической точностью" и детальностью передают изображение поверхности и дают не только точное представление о рельефе, обнаженности, проходимости и других особенностях местности, но часто позволяют обнаружить также геологические структуры, которые в процессе наземных исследований бывает не только трудно, но иногда и невозможно выявить. Подобные структуры выявляются по фиксируемым только фотографией деталям рельефа, особенностям гидросети, характеру растительного покрова, различиям в окраске горных пород и ряду других признаков, каждый из которых в отдельности ни о чем не говорит, а в совокупности с другими - заметной только на аэрофотоснимках - вскрывает иногда многие характерные и важные особенности геологического строения, ускользающие при наземных исследованиях из внимания наблюдателя. Так, например, фиксируются многие скрытые под наносами разрывные нарушения, уточняются контуры выхода на поверхность интрузий и пластов осадочных пород, выявляются структурные несогласия и другие особенности геологического строения, так или иначе

отраженные в ландшафте.

Все изложенное делает совершенно обязательным изучение и предварительную стадию дешифрирования аэрофотоснимков уже в процессе подготовки к полевым работам. Именно, в это время нужно выделить все бросающиеся в глаза особенности ландшафта, связь которых с геологическим строением предполагается, чтобы в процессе геологической съемки это проверить. Изучение и дешифрирование контактных отпечатков производится с помощью стереоскопов, которые облегчают дешифрирование и улучшают его качество, потому что смежные перекрывающиеся друг друга снимки составляют стереопары, позволяющие с помощью стереоскопа получить объемное восприятие рельефа.

ИЗУЧЕНИЕ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение собранных ранее в районе предстоящих работ образцов горных пород, особенно руд и фауны - также крайне желательно (для начинающих геологов обязательно), так как это значительно облегчает определение пород и их возраста в полевой обстановке и повышает точность этих определений. Очень неплохо иметь при себе изображения (фотографии, рисунки, атласы) руководящих и наиболее характерных для данного района окаменелостей.

В итоге изучения перечисленных материалов должен быть составлен план исследований и намечен ряд вопросов, не решенных ранее или нуждающихся в проверке и уточнении. При составлении плана учитывается срок полевых работ, климатические условия, рельеф, характер растительности, обремененность и необходимость создания дополнительных искусственных обнажений, удаленность от населенных пунктов и возможность найма на месте рабочих, наличие и состояние путей сообщения, условия снабжения продовольствием и другие обстоятельства, имеющие прямое или косвенное отношение к работе. С учетом всего этого надо выбрать ту или иную ме-

тодику полевых исследований и определить характер, объем и стоимость необходимых для выполнения задания вспомогательных работ (горных выработок, геофизических и геохимических исследований, топографических работ и пр.). При этом следует, по возможности, заранее наметить точки, на которых с наименьшей затратой сил, времени и средств и с наибольшим эффектом (отдачей) вспомогательные работы могут быть выполнены.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА геолого-съемочных и поисковых экспедиций и партий в настоящее время очень сложна. Крупные экспедиции и партии вооружаются мощной техникой. Многие имеют свой буровой парк, различные машины для проходки горных выработок, разнообразную аппаратуру для производства геофизических и геохимических исследований, различные лаборатории, свои самолеты, автотранспорт, ремонтные мастерские, бухгалтерию и снабженческий аппарат. Характеристики этого громадного хозяйства не входят в наши задачи и составляет предмет изучения многих специальных дисциплин, осваиваемых студентами на старших курсах. Мы ограничимся краткой характеристикой некоторых разновидностей транспорта, оборудования, снаряжения и материалов, лично используемых геологами на полевых работах, и лишь частично коснемся назначения и области применения некоторой вспомогательной аппаратуры и методов (геофизических, геохимических), используемых при геологическом картировании и поисках.

ТРАНСПОРТ, используемый на полевых работах в настоящее время, различен в разных районах. Среди других видов транспорта все большее и большее распространение получает автомобиль. Кроме грузовых автомобилей, которыми снабжается большинство партий, широко используются легковые автомашины Горьковского автозавода ГАЗ-69, отличающиеся высокой проходимостью. Во многих промышленно-важных районах с широко разверну-

тым фронтом геолого-поисковых работ эти машины незаменимы - значительно облегчают труд и увеличивают производительность и продуктивность исследований (имеются в виду такие районы как Забайкалье, Тува, Минусинские котловины, Кавказ, Средняя Азия, Крым и другие районы УССР и др.).

Там, где имеются подходящие условия, используется водный транспорт - лодки (если возможно с рульмотором) и катеры.

Далеко еще не утратили значения и транспортные животные: лошади, верблюды, ослы, олени, собаки. Конный транспорт используется для верховой езды и вьючных перевозок в участках, непроходимых для автотранспорта. Для верховой езды обычно употребляются кавалерийские, реже назацьи седла, обязательно снабженные подперсьем (нагрудным ремнем, не позволяющим седлу сползать на круп лошади на крутых подъемах) и подфеей (ремнем, пропускаемым под репицу хвоста для удержания седла от сползания на холку лошади на спусках). Для перевозки вьюков можно использовать как кавалерийские, так и специальные вьючные седла, непригодные для верховой езды. Кладь (оборудование и снаряжение, коллекции, инструменты, кухонная утварь и пр.) при вьючных перевозках укладывают в специальные переметные сумы, вьючные ящики и брезентовые мешки.

Олени также используются под верх и под вьюк. Верховое оленье седло не имеет стремли и по форме отличается от конских седел. Оно кладется на холку, так как спина у оленя слаба и не выдерживает человека. Под верх пригодны лишь крепкие, специально обвезженные олени. Вьючные седла для оленей весьма просты и изготавливаются на месте оленеводами, а вьюки, примерно, в два раза легче конских (на коня можно вьючить до 80 кг, на оленя - 30-40 кг). Соответственно и размеры вьючных сум и ящиков в два раза меньше. В условиях тайги и тундры оленьи транспорт незаменимы. Круглый год олени обходятся подножным кормом, требуют значи-

тельно меньше по сравнению с лошадьми обслуживающего персонала (оленьевод обслуживает 10-15 животных), а проходимость оленя по болотам и узким тропам значительно выше проходимости лошади (в тайге олень передвигается, примерно, в два раза быстрее коня).

Собаки для езды и транспортировки груза обычно используются лишь в упряжи в зимнее время.

ОБОРУДОВАНИЕ, СНАРЯЖЕНИЕ И МАТЕРИАЛЫ, используемые лично геологом в поле, состоят из набора топографических карт и аэрофотографий, многочисленных инструментов, приборов и аппаратуры, чертежных и канцелярских принадлежностей, мешочков и бумаги для упаковки образцов. Партии снабжаются палатками, спальными мешками, складными столами, стульями, кроватями, кухонной утварью, инструментами, необходимыми для простейших горных работ и быта (кайлы, лопаты, топоры, пилы, лотки для отмывки шихта и т.п.) и материалами, нужными для лагерной жизни. В районах, удаленных от населенных пунктов, партии снабжаются походными радиостанциями.

Перед выездом в поле геолог должен позаботиться о личном снаряжении, различном для разных географических зон и районов.

КАРТЫ. При полевых исследованиях геологическая карта составляется в 2-х экземплярах - черновом и чистовом. Масштаб карт служащих топоосновой для составления полевой геологической карты, должен быть крупнее заданного масштаба с темки не менее чем в 2 раза, так как на крупной основе легче разместить детали геологического строения и многочисленные обозначения. Топооснова должна быть подобрана из числа карт последнего выпуска, утвержденных государственными органами. Черновой экземпляр карты заполняется в поле и для удобства разрезается на прямоугольники по размеру полевой сумки или записной книжки и наклеивается на материя с таким расчетом, чтобы наклеенная карта компактно

складывалась и не истиралась (т.е. промежутки между наклеенными прямоугольниками должны быть достаточно большими - 2-3 мм). Второй экземпляр карты не разрезается и остается в лагере. Вечерами на него переносятся все данные геологических наблюдений с черновой карты.

Если имеются контактные отпечатки аэрофотосъемки, с них следует сделать выкопировки гидросети и результаты полевых наблюдений нанести не только на черновую карту, но и на них.

ИНСТРУМЕНТЫ, которыми пользуется в поле геолог, немногочисленны и просты. Это прежде всего горный компас, с устройством и применением которого вы познакомились на лабораторных занятиях по курсу общей геологии (1, 1960 г., стр. 188-191) и геологический молоток. Молотком раскалываются камни, извлекаются из пород окаменелости, отбираются пробы, выкальваются образцы горных пород, руд и минералов. Молотки имеют разные формы и размеры и выпускаются в достаточном количестве. Кроме молотка нужно иметь зубило, иногда незаменимое при выкальвании образцов (особенно фауны). Наконец, во время работы у геолога должен быть фотоаппарат, лупа и в некоторых случаях - бинокль, анероид-высотомер и термометры (водные и воздушные).

В процессе исследований часто приходится измерять небольшие расстояния, например, мощности различных объектов. Для этой цели обычно используются 2-х, 10-ти и 20-тиметровые рулетки. Удобно также разметить ручку молотка через определенные промежутки (обычно через 5 см).

В течение последних лет геологическая съемка сопровождается в обязательном порядке радиометрическими исследованиями. Поэтому геологу часто приходится пользоваться **РАДИОМЕТРАМИ** - приборами, определяющими качественно и количественно излучения, испускаемые радиоактивными элементами, содержащимися в горных породах. Эти излучения попадают в при-

емник радиометра, в котором возникает электрический ток в виде кратковременных импульсов. Импульсы с помощью специальной радиотехнической схемы усиливаются, выравниваются по величине и поступают в регистратор. Для регистрации небольших активностей применяются электромеханические счетчики телефонного типа. Если интенсивность излучения велика пользуются пересчетными устройствами, передающими на счетчик кратные импульсы. Большинство радиометров имеет несколько шкал различной чувствительности с переключением на панели управления. Кроме электромеханического счетчика или стрелочного индикатора в радиометрах обычно есть телефон для непрерывного прослушивания интенсивности излучения (частоты импульсов) при полевой съемке.

Радиометры используются для регистрации гамма-излучений (гамма-счетчики) и бета-излучений (бета-счетчики). В настоящее время применяются сцинтилляционные счетчики, состоящие из сцинтиллятора (кристалла или органической жидкости, люминесцирующих под воздействием заряженных частиц) и фотоэлектронного умножителя, позволяющего регистрировать слабые световые потоки, возникающие при сцинтилляции (сцинтилляция - кратковременная слабая вспышка света, возникающая при поглощении заряженных частиц средой, способной люминесцировать).

В зависимости от назначения радиометры делятся на поисковые, рудничные, автомобильные, самолетные и каротажные. В большинстве конструкций поисковых гамма- и бета-радиометров приемник состоит из выносной гильзы, соединенной с остальной схемой радиометра гибким шлангом. На рис. 3 приводится схема портативного радиометра типа РП-1, предназначенного для измерения гамма- и бета-активности горных пород. Это легкий прибор (вес рабочего комплекта 2,8 кг), рассчитанный для измерения радиоактивности от 8 до 2.000 гамм при температурном диапазоне нормальной работы от (минус) 10° до (плюс) 40°С. Комплект питания при-

бора состоит из 6 последовательно соединенных батарей типа ГВ-75-0,06, обеспечивающих непрерывную работу при измерении средней активности в течение 500-700 часов. Прибор состоит из выносной гильзы со съемным чехлом (чехол снимается при бета-измерениях), в которой помещен газонаполненный счетчик и усилительный элемент, и из пульта управления с элементами регистрирующей схемы и комплектом батарей питания. На передней панели пульта управления вынесены: телефон для приема активности на слух, стрелочный индикатор, ручка потенциометра для установки нормального режима и переключатель.

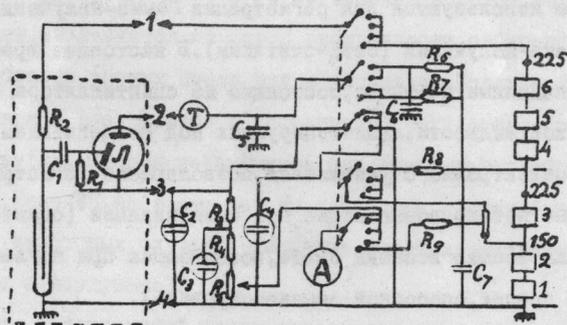


Рис. 3. Схема гамма-радиометра РП-1. Пунктиром очерчена часть схемы, относящаяся к гильзе.

Для приема радиоактивных излучений в приборе используется счетчик СТС-8 или СТС-6. Усиление и формирование импульсов от счетчика производится с помощью безнакального тиратрона типа МТХ-90 (на рис. 1). Часть общего напряжения регулируется потенциометром Р и используется для питания тиратрона Л. Последовательно с тиратроном включен телефон Т и микроамперметр А для измерения среднего значения силы тока в цепи тиратрона. $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ - сопротивления, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ - конденсаторы, 1, 2, 3...6 - батарей питания прибора.

Из ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ во время полевой работы может понадобиться соляная кислота для определения осадочных пород и некоторых рудных минералов (касситерита, шеелита), а также тяжелая жидкость - например, жидкость ТУЛЕ ($2K_2HgJ_2$), максимальный удельный вес которой 3,19. Эта жидкость в любой пропорции может разбавляться водой и снова концентрироваться без разложения, что позволяет получать растворы с уд. весом от 1 до 3,19. Пользование тяжелой жидкостью очень просто и в некоторых случаях она необходима для правильной диагностики минералов в поле (например, неотличимых по внешнему виду чешуек молибденита и графита. Молибденит тяжелее жидкости Туле и тонет в ней, а графит всплывает). Нужно иметь также цинковую пластинку для получения оловянного зеркала и металлическое олово для определения иногда очень трудно диагностирующегося шеелита (зерна касситерита кладут на цинковую пластинку и поливают соляной кислотой. Касситерит вскоре покрывается оловянным зеркалом. Если реакция задерживается - пластинку нужно слабо подогреть на свече. Шеелит со стружкой металлического олова и соляной кислотой подогревается на часовом стекле. Зерна шеелита окрашиваются в синий цвет, а испарившийся раствор оставляет на стекле синий или голубой ободок). Для работы в нефтеносных районах надо брать бензол для простейшего определения нефтяных битумов.

ОСТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ. Геологические партии обычно снабжаются походными гидрохимическими лабораториями. Широкое распространение получила лаборатория ВСЕГЕИ, сконструированная А. Резниковым и рассчитанная на 30-50 анализов. Небольшой вес (1 кг) и размеры (10x18x20 см) позволяют брать эту лабораторию в маршруты.

Для записи наблюдений, ведения дневника и составления геологической карты в партии должны быть в достаточном количестве записные

книжки, тетради, карандаши (черные и цветные для составления карты), стиральные резинки, тушь различных цветов, линейки, треугольники, чертёжные и канцелярские принадлежности.

Чтобы не перепутать образцы, взятые во время маршрута из разных обнажений, нужно иметь комплект небольших пронумерованных мешечков (образцы пород, взятые в каждом обнажении, до их упаковки помещаются в мешечек, номер которого записывается). Для упаковки и регистрации образцов в лагере должна быть в достаточном количестве оберточная бумага, вата, шпагат и книжечки с корешками для отрывных этикеток.

Остальное лагерное и походное снаряжение — палатки, мебель, спальные мешки, рюкзаки, полевые сумки, кухонная утварь, пилы, топоры, лопаты, кайлы, лотки для отбивки шпиха, охотничье оружие и пр. — выпускается в большом количестве, стандартных размеров и не нуждается в особой характеристике. При приобретении личного снаряжения особое внимание надо уделять обуви. Обувь должна быть легкой, прочной и подобранной по ноге. В течение полевого сезона обычно снашивается 2, 3 и больше пар обуви.

Одной из важных задач подготовительного периода является составление ПЛАНА и СМЕТ на производство работ. Однако это делается под руководством начальника партии и не входит в задачи данного пособия, предназначенного для студентов 1 и 2-го курсов.

ПОЛЕВОЙ ПЕРИОД ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Цель геологического картирования сводится к изучению и точному нанесению на карту выходов на поверхность и под чехлом рыхлых современных образований горных пород и месторождений полезных ископаемых в их коренном залегании. При этом должен быть определен состав пород, их взаимоотношения, положение в пространстве (элементы залегания) и возраст. Отсюда ясно, что наиболее

важными задачами геологической съемки являются:

1. Составление нормального стратиграфического разреза (колонки)^{x)}, в котором показываются все распространенные в районе комплексы нормально-осадочных и вулканогенных пород в их естественной последовательности, то-есть с указанием возраста, литологического состава, взаимоотношений и мощности. На колонке условно показываются также встреченные в районе интрузивные породы и их взаимоотношения между собой и с осадочными породами.

2. Тщательное изучение и точное изображение на карте геологических границ — т.е. линий пересечений с поверхностью земли поверхностей соприкосновения (контактов) различных геологических тел, например, интрузий и вмещающих их пород, различных по составу или возрасту осадочных, вулканогенных и метаморфических пород и т.д. Геологические границы должны наноситься на карту непосредственно в поле (на обнажениях, а не в палатке) с разделением границ на достоверные (наблюденные), которые проводятся сплошной линией, и предполагаемые, которые показываются пунктиром.

3. Изучение и нанесение на карту элементов тектоники и структуры (элементов залегания, разрывных нарушений и т.п.).

Понятно, что выполнение перечисленных операций производится постепенно, в процессе изучения и картирования выходов на поверхность коренных пород (обнажений), а также других особенностей строения, состава и физических свойств приповерхностных образований, связанных с геологическим строением поверхности Земли. Для решения этих задач обычно применяются следующие методы, выработанные и проверенные многолетней практикой: 1) Метод прослеживания контактов между породами по простиранию.

2) Метод точного оконтуривания и изучения всех коренных обнажений.

^{x)} Такой разрез дает колонка вертикальной буровой скважины в горизонтально залегающих породах. Отсюда и название ("колонка" или нормальный, то-есть перпендикулярный разрез).

тяжело отразится на работе. Поэтому на титульном листе книжки (на первой странице) обязательно должно быть указано: 1) учреждение, от которого производится работа, и его адрес; 2) название партии или экспедиции; 3) фамилия и инициалы владельца книжки; 4) год работы; 5) просьба доставить книжку по указанному адресу в случае ее утери.

Кроме книжки съемщику нужно иметь толстую тетрадь для ведения ДНЕВНИКА, в который вечерами заносится сводка и анализ результатов всех сделанных за день наблюдений.

Записи в записной книжке делаются на правой странице, а левая служит для зарисовок разрезов и обнажений, характерных ландшафтов, схем и т.п., иллюстрирующих записи. На левой странице указываются также номера обнажений и образцов, точек наблюдения, высотных отметок (показаний anerоида-высотомера), номеров фотоснимков и пр.

Каждый день записи должен начинаться датой с указанием участка съемки. Если в какой-либо день исследования не производились — это также отмечается в книжке. То-есть каждый день пребывания в поле вместе с его результатами должен фигурировать в записной книжке. Все записи должны быть сделаны простым карандашом, четко и понятно для любого человека, а не только для владельца книжки. Всегда надо помнить, что в случае, например, болезни исполнителя или по другим причинам работу будет вынужден продолжать другой геолог, также как и владельцу книжки в случае необходимости возможно придется заменять своего товарища. Наконец, нельзя забывать, что записная книжка — это важный документ, регистрирующий только геологические наблюдения, и всякие посторонние записи (адреса, расходы и пр.) в ней недопустимы.

ОПИСАНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД должно производиться послойно с указа-

нием порядка напластования, состава, цвета и других специфических особенностей каждого слоя или пласта, его мощности, взаимоотношений с другими пластами, выходящими в данном обнажении, условий и элементов залегания, а также характеристики органических остатков и признаков оруденения, если таковые имеются.

Классификация, особенности состава, структуры и текстуры главнейших разновидностей осадочных пород приводились в курсе общей геологии (1, 1960 г., стр. 165-194). Приведенные там сведения следует использовать при полевых наблюдениях. Здесь мы коснемся лишь некоторых наиболее характерных и важных признаков осадочных пород и методов их изучения в полевой обстановке.

ОКРАСКА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД — первое, что бросается в глаза исследователю и во многих случаях является не только одним из наиболее характерных внешних признаков их, но отражает условия образования и последующие изменения первичного осадка и осадочной породы, а также (и это очень важно) часто характеризует специфические особенности среды осадконакопления, влекущие за собой многие практически важные следствия. Так, концентрация в осадке некоторых ценных полезных ископаемых (урана, ванадия, железа, марганца и др.) определяется, помимо всего прочего, характером среды осадконакопления — ее кислотностью, нейтральностью или щелочностью. Но о характере среды осадконакопления во многих случаях можно судить по окраске пород. То-есть в ряде случаев окраска породы является важным и надежным поисковым признаком.

Окраска породы может быть первичной, образованной в процессе отложения осадка и при диагенезисе, и вторичной — появившейся в результате воздействия на уже окаменелую породу различных геологических процессов. Так, первичный цвет пород часто меняется при выветривании, а также под воздействием подземных вод или застывающих вблизи интрузий.

Для поисковых и палеогеографических целей важно установить первичную сингенетическую окраску породы, поскольку именно эта окраска позволяет судить об особенностях среды осадконакопления и формирования породы. Очень важно, например, бывает в некоторых случаях установить смену во времени и пространстве окислительных

условий восстановительными, так как с этим связывается выпадение из циркулирующих в породе растворов ценных компонентов (например, урана и его спутников). Это фиксируется сменой рассеянных в породе красных окислов железа его закисными соединениями, окрашенными в зеленый цвет. То-есть сменой в разрезе первично красноцветных пород породами серо-зеленого цвета.

Надо, однако иметь в виду, что поверхностная окраска пород часто бывает вторичной и с удалением от поверхности изменяется. Часто, например, кирпично-красный цвет пород на поверхности сменяется на зеленовато-серый в забоях горных выработок или в кернах скважин, что связано с окислением в зоне выветривания рассеянных в невыветрелой породе закисных соединений железа.

Для выяснения природы и происхождения окраски осадочных пород надо тщательно проследить, как эта окраска распределяется на выветрелой поверхности и в невыветрелых участках (например, в свежем наломе крупных глыб), вдоль рассекающих породу трещин, а также в породах равного литологического состава. А.В.Хабаков (2, 1954, стр. 94) относит к решающим доводам в пользу одновременного с отложением происхождения окраски наличие цветных окатышей гравия и елама внутри породы или на границе с вышележащими толщами. Он считает также, что "послойная окраска, точно совпадающая с плоскостями наложения и с границей пластов, почти одинаковая как на поверхности, так и в самых свежих глубоких расколах пород или, по крайней мере, не соответствующая отдельности, трещинам, водоносным и выветрелым зонам, является первичной. Явно не совпадающая со слоистостью поверхностная окраска, к тому же тяготеющая к наиболее проницаемым, выветрелым и тре-

циноватым зонам и участкам толщ, вероятно является вторичной".

При геолого-съемочных и поисковых работах надо учитывать следующие основные цветовые тона пород: белый, серый, черный, красный, коричневый, желтый, зеленый, синий и фиолетовый, различая их оттенки (например, кирпично- или винново-красный, оливково-зеленый, темно-зеленый и т.п.). Надо также иметь в виду, что впечатление цвета меняется от условий освещения и от влажности пород.

СЛОИСТОСТЬ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД в общих чертах была охарактеризована в курсе общей геологии (1, 1960 г., стр. 183-187), здесь мы коснемся лишь методики полевых наблюдений над особенностями слоистости осадочных толщ. При изучении слоистости прежде всего надо помнить, как указывал В.Н.Вебер (3, 1937 г., стр. 137), что "в природе разрез обычно бывает гораздо оловнее, чем та запись, которую надо сделать" и при описании его "не следует гнаться за очень большими подробностями, потому что за деталями очень легко потерять общий характер перемежаемости пластов"... "в некоторых случаях нет никакой надобности замерять прослойки и даже пласты"... "Если вся толща однообразна, несмотря на ее мощность, то она должна быть омерена как одно целое, а для примера перемежаемости можно омерить пачку десятка в 2-3 прослойков".

Учитывая это указание В.Н.Вебера, в любом описании слоистых осадочных пород следует определить и отметить в записной книжке характер слоистости (горизонтальная, линзовидная, волнистая, косая), поскольку тип слоистости позволяет иногда восстановить фацио-географические условия среды осадконакопления (направление сноса и перетекания осадков, спокойное состояние среды осадконакопления или характер ее движения), а также определить нормальное или опрокинутое залегание пластов. Но если не следует регистрировать каждый прослойк в однообразных слоистых толщах, то тщательное изучение первичных особенностей

поверхностей наложения крайне желательны, а при картировании немых ритмичных толщ (например, флиша) - обязательно (в любом масштабе с⁰еки), так как это часто является единственным способом определения последовательности напластования. Рассмотрим наиболее распространенные типы микрорельефа поверхностей наложения и методику их изучения.

МИКРОРЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАПЛАСТОВАНИЯ

ЗНАКИ РЯБИ, образованные волнами и течениями, встречаются в ископаемом состоянии часто. Волновая рябь или волноприбойные знаки представ-

лены чередованием валиков с острыми гребнями и ложбинами. Расстояние между двумя смежными гребнями (длина волны ряби) колеблется от 3 до 12 см, но в некоторых случаях увеличивается до 50 см или уменьшается до 0,5 см. Волновая рябь в зоне прибоя обычно асимметрична с более крутыми склонами валиков, обращенными к берегу. С удалением от берега асимметрия исчезает. Высота валиков над ложбинами обычно в 4-10 раз меньше длины волны. Знаки ряби течения в ископаемом состоянии встречаются в речных, дельтовых и морских отложениях. В речных отложениях рябь течения иногда встречается вместе с волновой рябью, причем первая располагается поперек, а вторая вдоль берега, образуя характерные прямоугольные стыки. Речные знаки ряби отличаются неправильно-дугообразным чешуйчато-черепитчатым расположением, причем слабая асимметрия склонов валиков там не всегда обращена в направлении течения.

А.В.Хабанов указывает (2, 1954 г., стр.109), что для выяснения обстановки образования пластов с волновой рябью особенно интересны смыкающиеся, пересекающиеся и сирещенные системы ряби, "в результате чего получаются языковидные, ромбовидные и зазубренные сетки, а также сложные чередования с перемежаемостью валиков разной высоты и формы и сложным их изломамением в ложбинах"... "Ромбовидные (похожие на отпечатки чешуй или хвойных шишек) пересечения знаков ряби характерны

для очень мелководных заметно покатых частей дна. Резкое пересечение или наложение очень крупной, почти симметричной ряби волнения характерно для полосы сильного прилива и отлива. Важно наблюдать совместное нахождение и взаимное отношение ряби и косой слоистости".

Знаки ветровой (золотой) ряби в ископаемом состоянии достоверно неизвестны и возможность их сохранения в геологических разрезах сомнительна. Поэтому мы их исключаем из рассмотрения.

Со знаками ряби нельзя путать плейчатость слоистых пород, появляющуюся в результате тектонических напряжений и внешне часто близкую напоминающую знаки ряби. Основное отличие заключается в том, что плейчатость обычно распространяется на всю мощность слоя, а рябь проявляется только на плоскостях наложения.

ПЕРВИЧНЫЕ ТРЕЩИНЫ на плоскостях наложения также встречаются довольно часто и образуются: 1) В связи с растрескиванием поверхности грунта при высыхании (тапырное растрескивание) с образованием сети многогранников. 2) При старении и свертывании коллоидов донных илов (подводные трещины) с образованием рубцов звездчатой формы, связанных с проседанием поверхности. 3) В связи с вымораживанием грунта (мерзлотные трещины). Размеры мерзлотных трещин различны и часто значительны. Они имеют полигональные формы и часто сопровождаются выдавливанием насыщенного водой тонкозернистого грунта с отпечатками кристаллов льда.

ПРОЧИЕ ЗНАКИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ НАПЛАСТОВАНИЯ. ГИЕРОГЛИФЫ

Кроме трещин и волновых знаков на поверхности пластов встречаются отпечатки кристаллов минеральных солей (гипса, каменной соли), дождевых капель, следы ползания червей, корней растений и, очень редко, следы хождения животных (крабов, рептилий и пр.).

Перечисленные разновидности микрорельефа обычно встречаются на верхней поверхности слоев в отличие от разнообразных **ПЛИННЫХ ГИЕРОЛИТОВ**, представляющих собой негативные отпечатки различных оплывов и борозд на дне, то-есть на поверхности еще не затвердевшего осадка. Плинные гьеролифы обычно приурочены к нижним поверхностям слоев.

При изучении обнажений надо тщательно обследовать верхнюю и нижнюю поверхности каждого слоя, сделать с них зарисовки и фотографии с указанием ориентировки знаков рва, отличия верхних поверхностей слоев от нижних и других характерных особенностей.

ХАРАКТЕРНЫЕ ПРОСЛОЙКИ, распространенные во многих обнажениях данной толщи осадочных пород, нужно выделять и тщательно описывать, как **ОПОРНЫЕ** или **МАРКИРУЮЩИЕ** горизонты. Подобные горизонты, если они ранее не были выделены в данном районе, устанавливаются по нескольким обнажениям, наиболее полно вскрывающим разрез слоистой толщи. Опорным горизонтом может быть пласт, слой и даже характерный прослой, отличающиеся от вмещающих их пород по составу или по обильной фауне, или по структуре, или по включениям (например, слой базального конгломерата, глауконитового песчаника, мумулитового известняка, мергеля с кремневыми конкрециями и т.п.). В качестве опорного горизонта может быть использован также контакт двух толщ, резко отличных по цвету, составу или другим признакам. Во всех случаях опорный горизонт должен быть выдержан на значительной площади (лучше всего на всей площади района, что, впрочем, случается не часто).

Часто в толще осадочных пород можно выделить не один, а несколько опорных горизонтов.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР производится путем анализа наблюдений, сделанных на многих обнажениях, каждое из которых, как упомина-

лось, в большинстве случаев вскрывает лишь отдельные фрагменты той или иной геологической структуры. Редко в одном естественном обнажении можно увидеть свод крупной складки, трещину большого разрывного нарушения, удачно вскрытый контакт изверженной породы с осадочными или структурное несогласие в толще слоистых пород. Чаще бывают обнажены разрезы небольших складок и плейчатости, осложняющих крупные структуры, а обычно мы видим в обнажении лишь горизонтально залегающие или падающие в одном направлении пласты, составляющие малую часть разреза слоистых пород, распространенных в районе. В некоторых обнажениях осадочные породы бывают рассечены жилами и небольшими дайками изверженных пород, в других - вскрыты выходы интрузивных пород, возвышающиеся в виде останцев, гребней или утесов среди каменных россыпей. И только переходя от одного обнажения к другому, тщательно изучая и сопоставляя их, а в случае надобности - дополнив искусственными обнажениями и наблюдениями над окружающей природой, можно постепенно расшифровать структуру района (если, конечно, она не элементарно проста). Но для этого необходимо в каждом обнажении точно определить положение вскрытых пород в пространстве, то-есть измерить и нанести на карту их элементы залегания и контакты.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД в тех случаях, когда поверхности напластования достаточно ровные, можно сделать непосредственным прикладыванием компаса (как это делалось на практических занятиях по курсу общей геологии). Если олоя падает полого и определить на глаз его уклон с достаточной точностью нельзя - сначала определяется по отвесу положение линии простирания (линией простирания называется линия пересечения поверхности слоя с плоскостью горизонта или - что то же - горизонтальная линия на поверхности напла-

ствования). Для этого к предварительно выровненной поверхности пласта прикладывают грань компаса, поставленного вертикально (чтобы отвес свободно двигался), и поворачивают компас до тех пор, пока отвес установится на 0° . Прикасаясь к пласту грань компаса совпадает с линией простирания. Если компас снабжен уровнем - линию простирания можно определить по уровню, не прибегая к отвесу. Приложив к найденной линии простирания заднюю (линию) грань компаса по северному концу стрелки определяют азимут падения, а по отвесу - угол падения (по стороне перпендикулярной к линии простирания в плоскости пласта).

При изучении обнажений на склонах возвышенностей нужно иметь в виду, что пласты осадочных и метаморфических пород иногда под действием силы тяжести загибаются вниз по склону без нарушения сплошности. В этих случаях элементы залегания могут вовсе не соответствовать истинному положению скиты в пространстве (рис. 4).

Иногда элементы залегания слоистых пород пытаются определить (и определяют) издали. Такие определения недопустимы, так как издали мы видим вырезанный рельефом и повторяющий все его неровности рисунок выходов пластов на поверхность, создающий часто очень обманчивое представление о формах залегания пород, не имеющее ничего общего



Рис. 4. Загиб слоев на склоне под тяжестью сползающих масс делювия.

с их действительным положением. Для пояснения сказанного приводим очень показательные иллюстрации В.Н. Вебера (3, 1937 г., стр. 132, 133), наглядно передающие искаженное представление о формах залегания пород, вертикально и наклонно падающих и выходящих на крутых склонах,

при взгляде на них издали (рис. 5 и 6).

При изучении дислоцированных осадочных толщ необходимо считаться с физическими свойствами входящих в их состав горных пород. Например,

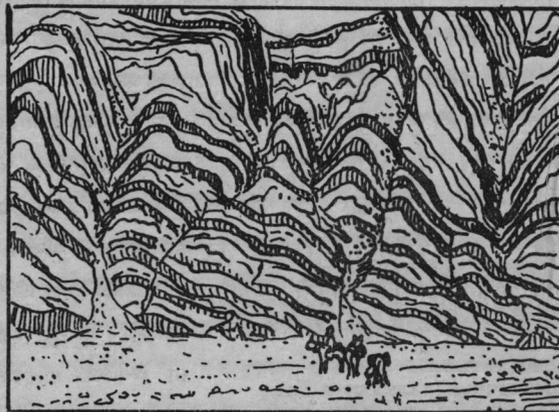


Рис. 5. Обрывистый берег р. Гардман-чай (Занавказье). Кажущаяся складчатость. Пласты падают вертикально и простираются вдоль берега (рис. В.Н. Вебера по фото)

если толща состоит из сланцев, перемамающихся с пластами массивных известняков, то известняки слагают обычно простые крупные складки, а сланцы огибают значительно итенонивнее, вплоть до образования плейчатости (рис. 7). Возникает, так называемая ДИС-ГАРМОНИЧНАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ, которую при недостаточной опытности можно при-



Рис. 6. Ложные складки. Сверху вид с правого берега, снизу - в плане (рис. В.Н. Вебера)

нять за несогласие между сланцами и известняками, в действительности отсутствующее. Из приведенного примера видно, что породы различной устойчивости (или, как говорят, компетентности) в процессе складчатости ведут себя различно. Из осадочных пород наиболее компетентными являются известняки, в которых давление распределяется малыми величинами на

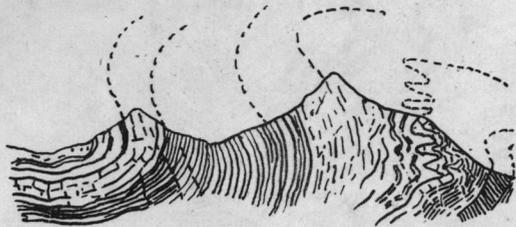


Рис. 7. Дифгармоничные складки в Бож, Савойя (по М. Лижону). Иснослоистые фрские породы собраны в многочисленные сложные складки, а массивные рудистовые известняки (мел) образуют простые пологие складки.

все их массу, а возникающие при складчатости трещины цементируются кальцитом. Песчаники в процессе складчатости обычно ломаются, а трещины не цементируются. Сланцы ведут себя по разному в зависимости от примесей (песка, глины, извести), но во всех случаях это наименее компетентные породы.

Вообще складчатость неиз-

бежно сопровождается дифференциальными перемещениями как самих слоев относительно друг друга, так и вещества внутри каждого слоя. Результат скольжения одних пластов по другим в неоднородных толщах выражается в образовании в менее компетентных слоях небольших складок волочения. Эти складки асимметричны и располагаются в строгой зависимости от скорости движения смежных пластов, а их осевые плоскости приблизительно параллельны осевой поверхности крупной складки и дают, таким образом, возможность определить ее простирание в тех случаях, когда эта складка не вскрыта эрозией, а небольшие складки волочения обнажены.

КЛИВАЖ. Следом дифференциального движения вещества внутри слоев является образование **КЛИВАЖА ТЕЧЕНИЯ** - очень тонкой рассланцованности и трещиноватости, разбивающей породы на тончайшие параллельные пластинки, ориентированные согласно с осевой поверхностью разбитой кливажом складки. Значительно реже встречается **КЛИВАЖ РАСКОЛА**, характеризующийся или веерообразным по отношению к осевой плоскости складки, или перпендикулярным к плоскостям напластования расположением трещин, значительно более грубых и разбивающих породу на более толстые, по сравнению с кливажом течения, пластинки. В отличие от кливажа течения кливаж раскола не пересекает всей собранной в складку толщи. От слоя к слою меняется частота трещин и их наклон. Происхождение кливажа раскола не вполне ясно, однако оба типа кливажа образуют иногда переходные формы: в пластичных породах развивается кливаж течения, а в перемещающихся с ними более твердых и хрупких породах - кливаж раскола.

При геологических с"емках наиболее важными оказываются следующие закономерности в расположении кливажа течения: 1. В отличие от простирания слоев, которое изменяется в зависимости от погружения или воздымания шарниров складок, трещины кливажа всегда параллельны простиранию складок (за исключением простых симметричных складок, которые рассекаются кливажом под

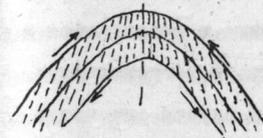


Рис. 8. Кливаж в простой симметричной складке.

некоторым углом к осевой плоскости, рис. 8). 2. Простирание и падение кливажа совпадает с простиранием и падением слоев только в крыльях изоклиальных складок. В других случаях трещины кливажа пересекают

слои под разными углами, которые уменьшаются на крыльях складок, а в сводах перпендикулярны слоистости.

Из сказанного следует, что при изучении обнажений особое внимание надо уделять кливажу. Положение трещин кливажа (особенно кливажа течения) по отношению к напластованию указывает на положение обнажения в той или иной части складки. При параллельном или близком к параллельному положении трещин кливажа по отношению к слоистости - обнажение приурочено к крылу складки, при перпендикулярном или близком к таковому - к ее своду. Однако при изучении кливажа надо иметь в виду, что иногда кливаж и складчатость имеют разный возраст (особенно в толщах метаморфических пород) и выводы, полученные в результате изучения кливажа, следует использовать с осторожностью, сопоставляя их с данными, вытекающими из других наблюдений.

ИЗУЧЕНИЕ НЕСОГЛАСИЙ в залегании осадочных пород имеет огромное значение, поскольку стратиграфические несогласия фиксируют характерные переходные моменты в истории геологического развития участка земной коры, на территории которого они проявлены. Стратиграфические несогласия могут иметь локальное (местное) значение и проявляться в пределах одной небольшой структуры, но могут быть и региональными, охватывающими огромные пространства. В последнем случае они четко фиксируют границы между крупными разновозрастными комплексами горных пород (структурными ярусами или этажами), являются характерными структурными поверхностями, часто контролирующими распределение месторождений некоторых полезных ископаемых (например, бокситов).

Поверхность несогласия называют поверхностью размыва более древних пород, на которых залегают более молодые. Если разделенные несогласием толщи залегают внешне согласно (они при этом могут залежать го-

ризонтально, но могут быть и одинаково дислоцированными) - несогласие называют **ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ**. Если толща древних пород была дислоцирована и размыта до начала отложения более молодых образований, которые легли на выровненную поверхность этой толщи - несогласие называют **УГЛОВЫМ**^х. В этом случае может быть дислоцирована только древняя толща, а молодая залежать на ней горизонтально, но могут быть смыты в складки и обе толщи, хотя степень дислоцированности их будет различной. При угловом несогласии элементы залегания несогласно залегающих толщ могут отличаться по углам падения (собственно угловое несогласие), а иногда и по азимуту простирания (угловое и азимутальное несогласие).

Параллельное несогласие характеризуется перерывом в отложении осадков - выпадением из разреза более или менее мощной толщи пород. В большинстве случаев поверхность несогласия бывает неровной и несет следы размыва, а залегающая выше толща начинается характерным базальным горизонтом (конгломератом, грубым песчаником и пр.). Однако во многих случаях следов размыва не сохраняется, хотя перерыв в осадконакоплении устанавливается с полной достоверностью (по ископаемой фауне). Такие несогласия называют **СКРЫТЫМИ**. В скрытых несогласиях положение контакта между разновозрастными комплексами пород можно установить только в процессе съемки - обычно по налеганию более молодой свиты на разные горизонты толщ подстилающих ее пород в различных участках района.

Если поверхность параллельного несогласия покрыта относительно

^х) В. А. Апродов (4, 1952 г., стр. 221) выделяет: 1) угловые несогласия с разностью углов более одного градуса; 2) географические - с разностью углов менее одного градуса; 3) параллельные - с разностью углов настолько малой, что она мало заметна даже в региональном масштабе. Такая классификация несогласий вряд ли целесообразна, во-первых, потому что углы размером в один градус и менее в поле обычными методами не различимы, а во-вторых, и самая классификация несогласий условна. Одно и то же несогласие на одних участках бывает угловым, на других параллельным

крупными впадинами и выступами - впадины заполняются горизонтальными слоями молодой толщи и возникает, так называемое, параллельное прилегание (рис.9), а на выступах иногда образуются структуры облезания с характерным уменьшением мощности и изменением состава слоев верхней толщи над выступами и появлением небольших (3-5°) первичных наклонных слоев на их склонах (рис.10).

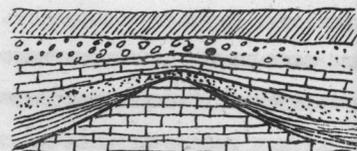
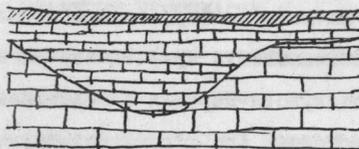
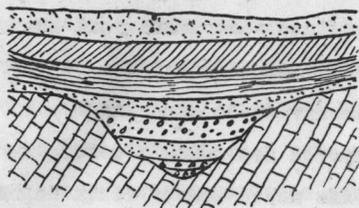


Рис.9.Несогласное прилегание.

Рис.10.Структура облезания.

УГЛОВЫЕ НЕСОГЛАСИЯ особенно хорошо заметны, когда на сильно смятых породах нижнего комплекса горизонтально или полого залегают более молодые отложения. При описании угловых несогласий измеряют и записывают: 1)элементы залегания пород нижней толщи, 2)элементы залегания несогласно перекрывающих их пород и 3)элементы залегания поверхности несогласия. Как и при параллельных несогласиях поверхность угловых несогласий бывает неровной и во впадинах иногда отмечается несогласное прилегание отложений верхнего комплекса к породам подстилающей их

толщи (рис.11). Если поверхность несогласия срезает структуры горных пород, отложенных и дислоцированных до проявления несогласия, на весьма значительной площади и определяет, таким образом, границу структурных ярусов (см.стр.82) - несогласие называют СТРУКТУРНЫМ.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ НЕСОГЛАСИЯ рассматриваются ниже.

СБОР ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ не только имеет решающее значение для определения возраста горных пород, но и для выяснения физико-географических условий образования осадочных отложений, так как организмы тесно связаны со средой обитания и отражают ее особенности. Сбор и регистрация органических остатков должны производиться послойно с обязательным указанием в по-

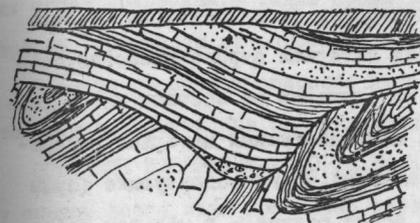


Рис.11.Угловое несогласие и несогласное прилегание.

левой книжке как, в каком количестве и где найдены окаменелости (в конкрециях, в гальке или цементе конгломератов, в массе породы, в россыпи или в коренном залегании и пр.) их разнообразие и степень сохранности, а также все сохранившиеся на поверхности напластования следы жизнедеятельности организмов (ходы червей, следы ползания и хождения позвоночных, следы прикрепления, сверления и т.п.). Ископаемую фауну надо собирать из строго определенных слоев. В.Н.Вебер справедливо указывает, что смешение фаун из разных горизонтов приводит иногда к выводам, засараживающим науку и затемняющим практическое применение палеонтологии (3, 1937 г., стр.146). Если сбор фауны производится из осыпи (а это приходится делать очень часто, так как в скале и искать и выколачивать окаменелости очень трудно), надо выяснить, за счет какого горизонта образовались камни с фауной. Если уста-

новить этого нельзя - в записи нужно отметить, что собранная фауна не привязана к коренным породам.

В случае нахождения остатков позвоночных (находки их очень редки) надо сфотографировать и зарисовать их положение в породе, а вынимать из породы с особой осторожностью и очень тщательно упаковывать (в вату, в гипс, в глину с резаной соломой и пр.). В некоторых случаях надо взять лишь несколько ответственных частей скелета, а остальное оставить до приезда специальной экспедиции.

Сбор ископаемой ФЛОРЫ А. Н. Криштофович рекомендует производить таким образом: "При изучении ископаемой флоры геолог, собирая образцы, прежде всего должен, по возможности, исчерпать систематический состав сообщества ископаемых остатков, собирая материал строго послойно, особенно если материал различных слоев не одинаков по составу или характеру сохранения. Если извлекается не весь доступный материал (например, не вся листва с растительными остатками), то господствующие формы следует брать в большем количестве, а более редкие - в меньшем, соответственно в убывающем порядке, или, по крайней мере, отметить эти данные в записях. Выборочные сборы единичных или только "красивых" отпечатков часто могут привести к совершенно ложным выводам. Для точности палеоботанических определений должны быть, по возможности, взяты все доступные части растений. Если какие либо листовые отпечатки дефектны (например, у них отсутствуют какие то части листа), то надо специально искать образцы, дополняющие непредставленные участки (особенно верхушки, края или основания листа, наиболее ценные для видового определения). Особо следует обратить внимание на поиски отпечатков плодов, семян, цветов.

Обычно ископаемые растительные ассоциации представлены растения-

ми не одного естественного (прижизненного) их сообщества, а смеси членов различных сообществ или даже формаций. Например, в одном пласте можно видеть смесь остатков моллюсков, рыб, раков, бурых водорослей с растительными лесных формаций.

При нахождении ископаемых стволов, поскольку затруднительно и даже бесполезно собирать этот тяжеловесный материал, нужно в случаях более или менее массового нахождения их записывать ориентировку залегания стволов, их комлей и верхушек по сторонам света и их положение (наклон) в пластах. Важно также отмечать длину и толщину, состояние коры и внешних слоев древесины, а также обоих концов ископаемого ствола или его отрезка (жмочален ли он, окатан и пр.)" (2, 1954 г., стр. 148).

Времени на сбор и описание ископаемых органических остатков не следует жалеть, так как они являются опорой всей карты.

ОПИСАНИЕ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПОРОД. Выходящую в обнажении изверженную породу прежде всего надо правильно определить, что в полевой обстановке можно сделать только макроскопически, используя небольшой опыт, приобретенный на практических занятиях и пользуясь консультацией более опытных товарищей. В этом отношении очень много дает предварительный (перед поездкой на полевые работы) внимательный просмотр образцов магматических пород, собранных ранее. При этом важно научиться различать типы изверженных пород, встречающихся в районе исследований, и однотипные породы в процессе полевой работы называть одинаково.

В полевых записях надо указывать характерные внешние признаки породы, заметные невооруженным глазом или под лупой: цвет, структуру (равнозернистая, порфировая, афанитовая, стекловатая, мелко-, средне- или крупнозернистая, пегматитовая и пр.), текстуру (массивная, шпировая, поросчатая, мицдалекаменная и пр.), минеральный состав, если он различим,

и его характерные особенности (например, присутствие роговой обманки в граните или отсутствие в нем цветных компонентов, присутствие оливины в габбро и т.п.), наличие и характер коенолитов, характер отдельности (матрацевидная, шаровая, призматическая и пр.), степень выветрелости. Если в обнажении можно определить форму магматического массива, или если форма известна по более ранним исследованиям, ее нужно назвать (батолит, шток, лакколлит, интрузивная залежь, дайка, neck и пр.) и указать, к какой ее части приурочено обнажение и относится запись.

Описание эффузивных и пирокластических пород производится вместе с нормально-осадочными, с которыми вулканогенные толщи переслаиваются и имеют много общего, вплоть до постепенных переходов (от лав и туфов через туффиты к туфогенным и нормальным осадкам). Как и осадочные породы вулканогенные толщи надо разделять на ошты с выделением опорных горизонтов, а при полевых исследованиях определять их элементы залегания, мощность и положение в стратиграфической колонке. Если эффузивные породы слагают сплошные неслоистые массы, надо замерять элементы залегания трещин, различая главные, наиболее четко выраженные системы трещиноватости и второстепенные. По данным этих наблюдений определяется направление тектонического давления.

Следует иметь в виду, что породы, застывшие на небольшой глубине под проницаемой для газообразных выделений покрывкой, не отличимы от излившихся на поверхность и объединяются с ними. Поэтому не следует удивляться, если породе эффузивного облика встретится в виде дайки, штока или интрузивной залежи. Мало того, интрузивные и секущие формы залежей изредка наблюдаются даже для туфов. Все образования такого рода нужно точно фиксировать в записях и зарисовывать.

Фауна в вулканогенных толщах бывает приурочена к прослоям оса-

дочных пород и к слоистым туфам. Она встречается очень редко. Поэтому поиски и сборы органических остатков должны быть особенно настойчивыми и тщательными. В толщах вулканогенных пород очень важно выделять морские и континентальные образования. В.М.Сергивский приводит следующие признаки, позволяющие их различать:

1. Морские вулканогенные отложения залегают СОГЛАСНО среди морских осадков, континентальные - НЕСОГЛАСНО на подстилающих толщах.
2. Подводные лавы почти всегда сопровождаются туфами и туфобрекчиями, содержащими прослой нормальных осадков с морской фауной (фораминифер, радиолярий, диатомей). Характерно наличие в таких вулканогенных толщах рифовых известняков.
3. Первичный угол наклона подводных туфовых толщ в общем меньше, чем наземных, так как подводные вулканы больше растут в ширину, чем в высоту.
4. Многие подводные лавы резко шлаковидны и обладают сильно выраженной миндалегаменной текстурой с цеолитами в миндаликах. Стекло их под действием воды подвергается разложению с образованием водных силикатов. Поэтому они имеют более светлые окраски и легче подвергаются зеленоваменным превращениям. Наоборот, стекло наземных лав и туфов окисляется, приобретает красно-бурый до черного оттенков и становится непрозрачным. Однако эти признаки не являются общими и несомненными. Для подводных излияний (особенно спялтовой формации) характерны шаровые лавы. Однако в подводных условиях шаровые лавы образуются далеко не всегда.
5. Подводные туфы имеют более плотное сложение и большую однородность, чем наземные. Они отсортированы преимущественно по удельному весу, а не по крупности. Сортировка по крупности свойственна наземным

туфам, при чем размер обломков убывает с удалением от центра извержения. Грушевидные, эллиптические и закрученные бомбы, приобретающие форму при полете в воздухе, отсутствуют в подводных туфах. Наземное прохождение имеет пизолитовые туфы, состоящие из мелких (1-4 мм) шариков вулканического пепла. (2, 1954 г., стр. 192-193).

ИЗУЧЕНИЕ КОНТАКТОВ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПОРОД с осадочными (или с более древними изверженными) породами очень важно, так как характер контакта во многих случаях позволяет определить возраст и форму интрузивного массива, а также потому что к контактовым зонам бывает приурочены месторождения многих полезных ископаемых. Однако отдельные обнажения редко вскрывают значительные участки контактных зон и представление о характере контакта обычно создается в результате просмотра многих обнажений. Тем не менее, если в обнажении вскрыт контакт изверженной породы с породами, вмещающими ее, нужно очень тщательно его исследовать.

Контакты бывают тектонические, стратиграфические и интрузивные. Тектонические контакты встречаются часто и обычно совпадают с трещинами сбросов, сдвигов и надвигов, методику картирования которых мы рассмотрим ниже. В этих случаях вмещающие породы не несут контактового воздействия интрузии (если только разрывное смещение не произошло после внедрения интрузии).

Стратиграфические контакты осадочных и вулканогенных пород с интрузивными представляют большой интерес и нуждаются в тщательном изучении и документации, так как по ним определяется верхняя граница возраста интрузий. Такие контакты возникают тогда, когда на размытую поверхность интрузивного массива трансгрессивно ложится осадок. Порода, прилегающая к интрузии, в этих случаях моложе интрузии и не несет следов контактных изменений, а в ее базальном горизонте

горизонте часто бывает включены обломки и продукты выветривания подстилающей интрузивной породы. Контакты вулканогенных пород с вмещающими их толщами в подавляющем большинстве случаев бывают стратиграфическими и реже тектоническими. Стратиграфические контакты могут быть в этом случае как согласными, так и несогласными.

Интрузивными называются контакты, по которым внедряющаяся в земную кору интрузивная порода всегда моложе вмещающих пород и производит на них более или менее интенсивное контактное воздействие, а также изменяется сама в зоне эндоконтакта. При описании и зарисовках интрузивных контактов в обнажениях нужно хотя бы приблизительно определить положение поверхности контакта по отношению к сторонам света и к плоскости горизонта (ее простирание и падение), определить форму контактной поверхности (ровная, волнистая, изощренная алофазия или полойными ин-екциями изверженной породы), характер перехода от вмещающей к изверженной породе (резкий и четкий, постепенный, слепой), интенсивность и характер изменений вмещающих пород и, если возможно, мощность зоны изменений в экзоконтакте пород.

Точно так же надо внимательно изучить и описать характер изменений изверженной породы в зоне эндоконтакта.

При изучении контактных изменений особое внимание надо уделять проявлениям оруденения. В контактах известняков и пород богатых известью с кислыми и средними изверженными породами (гранитами, гранодиоритами, диоритами, сиенитами) можно встретить промышленные контактно-метасоматические месторождения железа, меди, свинца, цинка, золота, вольфрама и молибдена. Месторождения железа обычно представлены рудами магнетита и распознаются легко. В некоторых случаях легко обнаружить и присутствие меди, образующей на поверхности характерные налеты и подтеки зе-

ленных и синих медных окислов. Золото в контактово-метасоматических месторождениях в значительной степени связано с сульфидами, очень распылено и невидимо невооруженным глазом, хотя и дает промышленные концентрации. Вольфрам и молибден в контактовых месторождениях встречаются обычно совместно в виде шеелита и молибденита в гранат-пироксеновых, гранат-эпидотовых и других скарнах в контакте с гранитоидами. Из других рудных минералов в этих месторождениях встречаются пирротин, халькопирит, галенит, магнетит и др.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД без знания петрографии и без навыков, приобретенных не только в процессе длительных полевых, но и камеральных исследований, весьма затруднительно и мы ограничимся изложением лишь самых общих сведений о методике их картирования. В процессе метаморфизма изменяется структура и минеральный состав пород. Возникающие при этом зоны метаморфизма далеко не всегда совпадают с первичной слоистостью горных пород. Поэтому первой задачей сущника является определение первичного напластования, замаскированного метаморфической зональностью. Без этого и без восстановления первичного состава и происхождения пород невозможно разобраться в последовательности их образования и выяснить структуру и историю геологического развития района, а также характер и значение процессов метаморфизма, приведших район к его современному состоянию.

Слоистость осадочных пород обычно сохраняется в метаморфизованных осадках в виде реликтовой полосчатой текстуры - например, в виде чередования светлых кварцевых и темных слюдяных полос. Однако с реликтовой слоистостью нельзя смешивать полосчатую текстуру, вызванную метаморфической дифференциацией чередующихся кварцево-полевошпатовых и слюдяных слоев, часто развивающихся параллельно сланцеватости, независимо от первичной слоистости. В подобных случаях, а также в интенсивно

рассланцованных толщах даже слабо измененных пород первичная слоистость часто вовсе стирается или сохраняется в виде едва заметных реликтов - например, чуть видных прослоек, отличающихся по цвету и составу от вмещающих их пород и косо секущих сланцеватость. Такие реликты первичной слоистости надо тщательно разыскивать и определять по ним элементы залегания пород до метаморфизма.

В случаях, когда первичная слоистость отсутствует, толщи метаморфизованных пород приходится расчленять по несогласиям в напластовании и по разным косвенным признакам (например, по интрузиям) и, конечно, по данным определения абсолютного возраста, когда это возможно (часто оказывается возможным определить не возраст породы, а время проявления последнего наложенного на нее процесса метаморфизма). Несогласия в метаморфических породах обычно устанавливаются по залеганию базальных слоев верхней свиты (например, измененных конгломератов) на разных горизонтах подстилающей толщи. Это можно видеть лишь в нескольких обнажениях, но в каждом из них надо тщательно отыскивать базальный слой и фиксировать его положение в разрезе. При этом изучается характер подстилающих пород, наличие следов древнего выветривания, а также состав и характер базального горизонта и связь его с подстилающими породами. В конгломератах, например, сравнивается состав гальки и валунов с подстилающими породами (гальки в метаморфизованных конгломератах обычно сохраняют свою индивидуальность, хотя их внешняя форма может сильно меняться).

В метаморфических толщах обычно встречается много интрузий. Устанавливаются их взаимоотношения, отношение к складчатости и к проявлению несогласий, то-есть их относительный возраст и положение в разрезе. Возраст вмещающих интрузии метаморфизованных толщ устанавливается по характеру контакта (интрузивному или стратиграфическому).

Следующей важной задачей картирования метаморфических толщ является восстановление первоначального облика измененных пород. Для ее решения учитывается вся сумма полевых наблюдений, все результаты петрографического изучения пород и химических анализов, что далеко выходит за рамки настоящего пособия. Следует, однако, отметить, что для большинства районов распространения метаморфических пород в СССР многие задачи геологического картирования в настоящее время уже в большей или меньшей степени решены. Начинающим специалистам можно посоветовать тщательно ознакомиться с литературой по району, а в поле - следовать указаниям руководителя (геолога, прораба) и внимательно изучать с его помощью характерные и важные особенности строения и состава всех встречающихся образований и знакомиться с особенностями методики их картирования.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ОБНАЖЕНИЯХ

Разрывные нарушения в естественных обнажениях встречаются очень редко. Обычно с ними совпадают крайне неустойчивые по отношению к процессам выветривания и эрозии ослабленные зоны, характеризующиеся интенсивной трещиноватостью и усиленной циркуляцией подземных вод. Даже в тех случаях, когда трещины выполнены прочными кварцевыми или пегматитовыми жилами и дайнами изверженных пород, выделяющимися в рельефе в виде скалистых останцов и гребней, обнаженными оказываются только эти породы, а их контакт с вмещающими породами (то-есть стенки трещин) обычно терлется в каменных россыпях. Если же выполнены трещины предоставлено продуктами дробления и перетирания расщеченных трещинами пород, дело обстоит еще хуже: по трещинам развиваются оплывины, промоины, долины и другие отрицательные формы рельефа, заполняющиеся наносами, вовсе скрывающими разрывы от наблюдателя.

Чаще разрывные нарушения можно наблюдать в искусственных обнажениях - забоях и стенках горных выработок, а в большинстве случаев они устанавливаются в процессе геологического картирования по совокупности многих признаков. Большое значение при этом имеют геофизические методы исследования.

Если все же в обнажении вскрыта трещина тектонического разрыва, нужно определить ее положение в пространстве (то-есть азимут и угол падения), толщину и характер заполнения (брекчия, тектоническая глина, гидротермальная жила, магматическая порода и пр.). Затем надо тщательно изучить, описать и документировать разрезы пород, примыкающих к трещине, сравнить их между собой и, если возможно, определить амплитуду относительного смещения крыльев разлома (см. ниже).

При смещении пород по трещине на ее стенках появляются царапины, борозды, желобы, ушибы, зеркала скольжения, а иногда - загибы пластов на крыльях и складки волочения. Если подобные образования проявлены и видны в обнажении - их надо тщательно исследовать, описать, зарисовать или сфотографировать и определить направление последнего относительного смещения крыльев разлома (следы более ранних подвижек обычно уничтожаются последним движением по разлому). Некоторые указания в этом отношении могут дать следующие наблюдения: зеркала скольжения обладают гладкой поверхностью в направлении движения и шероховатой в обратном направлении, что хорошо ощущается при поглаживании их рукой. Царапины, борозды и желоба вытянуты по движению и расширяются в направлении движения противоположного крыла, оставившего рассматриваемый след на стенке трещины. У ушибов, наоборот, острая вершина направлена в сторону движения противоположного крыла. Однако, если стенки трещины волнисты в направлении поперечном итриховатости, приведенные признаки

нельзя использовать, так как форма царапины меняется вместе с изменением давления осколков на стенки.

Пласты задираются вверх на опущенном и заггибаются вниз на приподнятом крыле разрыва. У складок залочения крутое или опрокинутое крыло обращено в направлении движения. Если трещина выполнена продуктами дробления и перетирания пород, нужно описать их строение и состав, соответственно различая: 1) Тектоническую брекчию, состоящую из угловатых или сточенных и ориентированных параллельно сместителю, покрытых часто штрихами и зеркалами скольжения обломков пород, размером от нескольких сантиметров до дециметров (иногда значительно более крупных), 2) Калкрит или орешник - брекчию из обломков меньше одного сантиметра, разламывающуюся в руках на угловатые или линзовидные, притертые с поверхности обломки. 3) Катаклазит - брекчию из обломков пород микроскопических размеров. 4) Милонит - конечный результат перетирания пород; макроскопически плотная, похожая на роговик порода с ленточной или волнистой текстурой, состоящая из тончайших обломочков.

Состав, размеры и форма обломков тектонической брекчи могут дать указание на величину смещения по разрыву, а также позволяют составить суждение о характере разрыва (трещины сбросов растяжения выполняются преимущественно грубыми угловатыми обломками пород. Надвиги характеризуются обычно маломощными трещинами, выполненными катаклазитами и милонитами. Брекчи надвигов состоят из удлиненных, ориентированных и притертых обломков).

Если трещины тектонических разрывов минерализованы и выполнены породами, содержащими какое-либо полезное ископаемое, их надо особенно тщательно исследовать, документировать, отобрать образцы и опробовать, придерживаясь указаний, изложенных на стр. 59-61.

Определение вертикальной амплитуды сброса в горизонтально залегающих отложениях производится по мощности пластов, выпавших из разреза при срезе между соприкасающимися по трещине слоями (рис. 12). Если сброс пересекает наклонные пласты, его вертикальная амплитуда определяется по формуле: $h = l \operatorname{tg} \alpha$, где h - вертикальная амплитуда сброса, l - кратчайшее расстояние между смещенными пластами и α - угол падения пластов. Амплитуду сброса в этом случае можно также определить графически, построив разрез вкrest простирания пород (рис. 12). Однако, определение смещения более сложных разрывных нарушений (сложных сбросов, одвигов, надвигов) производится по совокупности многих признаков в процессе геологической съемки, а не по одному обнажению и всегда представляет трудную задачу (см. ниже в разделе "Обобщение результатов полевых наблюдений").

ЗАРИСОВКА И ФОТОГРАФИРОВАНИЕ ОБНАЖЕНИЙ

Запись наблюдений на обнажениях, вскрывающих важные и характерные детали геологического строения (складки, разрывные нарушения, типичные

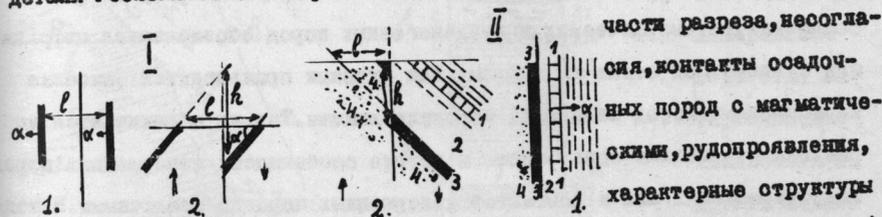


Рис. 12. Определение амплитуды сброса: 1) при повторении на поверхности выхода пласта; 2) при выпадении на поверхности выходов слоев. h - амплитуда, l - на рис. 1 - кратчайшее расстояние между выходами пласта, на рис. 2 - ширина на поверхности выпавшей части разреза, α - угол падения пласта. 1 - план, 2 - разрез. (по М. М. Тетяеву, "Основы геотектоники", 1934 г., стр. 114)

части разреза, несогласия, контакты осадочных пород с магматическими, рудопроявления, характерные структуры и тектуры пород и пр)

в обязательном порядке должны сопровождаться зарисовкой или чертежом и фотографией. При этом надо помнить, что фотография не заменяет, а лишь дополняет

зарисовку, поскольку на ней в подавляющем большинстве случаев наиболее интересные детали геологического строения или вовсе не фиксируются, или теряются в ненужных подробностях (в изображениях кустарника, травы, осыпей и пр.) и разрез получается геологически обезличенным. Даже на контрастных и цветных фотографиях обычно стираются различия между осадочными и многими изверженными породами, тем более между пластами многих осадочных пород, исчезают структурные и текстурные особенности пород и пр. Вместе с тем любая, даже неумело, но старательно выполненная схематическая зарисовка, дополненная фотографией и тщательным описанием, может быть перенесена на контур фотоснимка с соблюдением точности пропорций, то-есть того, что при зарисовках наиболее часто искажается.

Обнажения зарисовываются в записной книжке на левой стороне так, чтобы при чтении описания обнажения рисунок был перед глазами. Рисунок делается в масштабе и ориентируется по странам света (указывается азимут, по которому сделана зарисовка). Показанные на рисунке пласты осадочных, метаморфических и вулканогенных пород обозначаются цифрами или буквами. Под этими же цифрами или буквами производится описание зарисованных пород на правой странице книжки. Так же обозначается на рисунке и в записи зональность и другие особенности изверженных пород гидротермальных или контактов изверженных пород с осадочными. В подписи к рисунку надо указать № обнажения, а в записи № фотоснимка этого обнажения, сделанного в том же направлении, в каком производилась зарисовка. Затем вычисляются истинная мощность выделенных горизонтов и разрез вычерчивается в масштабе в виде КОЛОНКИ (рис. 13). При этом нормальные разрезы (колонки) всех обнажений вычерчиваются для удобства их сравнения в одном масштабе.

Если с обнажения виден характерный и интересный ландшафт, надо делать наброски и фотографии панорамы. При картировании горизонтально залегающих слоистых пород (осадочных, вулканогенных) это необходимо. Кроме панорамного наброска в этом случае надо определить по anerомду высоту подошвы обнажения над подножием склона, замерить рулеткой высоту обнаженных пород и набросать схему поперечного профиля увала, на котором находится обнажение. Это дает возможность установить, какая часть склона обнажена и какая часть разреза скрыта под наносами. Набросок же панорамы с указанием других обнажений позволяет наметить недостающие части разреза, вскрытые эрозией на соседних склонах.

ОТБОР ОБРАЗЦОВ. Образцы горных пород, полезных ископаемых, минералов и органических остатков отбираются для комплектования или пополнения показательных (а иногда и учебных) коллекций, характеризующих

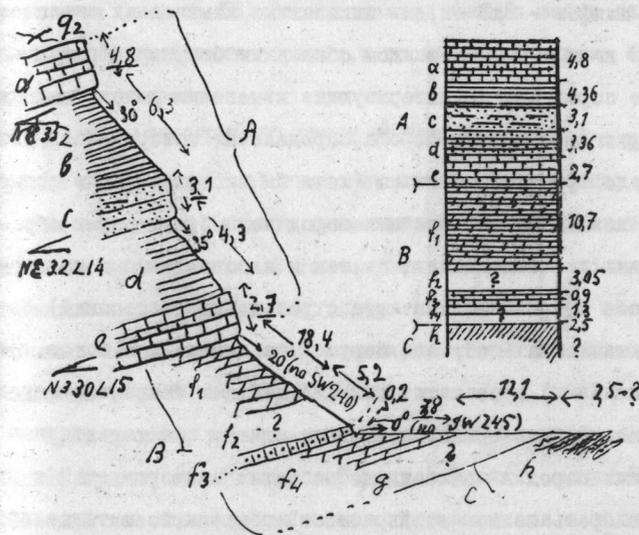


Рис. 13. Зарисовка разреза и колонки обнажения.

геологическое строение района, и для нужд камеральной обработки материалов (для химических и других анализов, для изготовления шлифов, для определения абсолютного возраста пород и

и пр.).

В показательных коллекциях должны быть представлены все разновидности пород района, а каждый образец должен с наиболее возможной полнотой характеризовать типичные свойства породы и ее состав (например, в образцах крупнозернистых пегматитов должны присутствовать все слагающие их минералы, а не только кристаллы полевых шпатов). Особо тщательно надо отбирать образцы, характеризующие возраст пород (окаменелости), полезные ископаемые, контакты, тектонические нарушения (брекчии, катаклазиты, милониты), микроскладчатость и плоччатость, вclusions, жилы и пр. Размер образцов для показательных коллекций, примерно, 12х9х3 см. Образцы окаменелостей, руд и минералов размерами не ограничиваются.

Образцы для нужд камеральной обработки материалов могут быть разных размеров, в зависимости от назначения (для изготовления прозрачных петрографических шлифов - 3х3 см, для силикатных химических анализов - весом в 1 - 1,5 кг и т.п.). На каждом обнажении берутся образцы не встречающихся еще пород или характеризующие изменения в знакомых уже породах. В случае, когда обнажена порода, определение которой затруднительно, образцы надо брать обязательно (хотя бы небольшие) для точного определения. В контактах изверженных пород надо брать серии образцов, характеризующих как эндоконтактные, так и экзоконтактные изменения (то-есть по обе стороны от контакта с различных расстояний). Если в обнажении вскрыта дайка - образцы берутся из центра и с боков. Из рудных (гидротермальных) и пегматитовых жил, имеющих зональное строение, в образцах должны быть представлены все зоны и все характерные изменения вмещающих пород в альбандах. Вообще из месторождений и рудопроявлений надо брать не только "красивые" образцы, но и такие, которые характеризуют рудопроявление с точки зрения распределения руд-

ных и нерудных минералов, состава и всех других особенностей руд.

Опробование рудопроявлений и месторождений следует производить по указаниям и под руководством более опытных специалистов (геологов, прорабов). Об отборе образцов органических остатков уже говорилось на стр. 45-47.

Каждому образцу должна быть приложена этикетка с указанием его номера, места взятия, полевого определения, фамилии лица, взявшего образец, даты и названия учреждения и партии, производящей работы (обычно употребляются стандартные напечатанные этикетки). Номер образца должен быть тот же, что и номер обнажения, из которого этот образец взят. Если на обнажении берется несколько образцов - все они помечаются одним номером и буквами (или цифрами), соответствующими буквам (или цифрам), присвоенным породам в записи и зарисовке обнажения, образцы которых взяты (см. стр. 58). Это позволяет быстро найти на полевой карте точку, в которой взят образец, а по записной книжке определить его положение в разрезе.

ТОЧКИ НАБЛЮДЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СЪЕМА выбираются с различными целями. Прежде всего для целей геологического картирования кроме изучения коренных обнажений большое внимание приходится уделять элювиально-делювиальным образованиям. В тех случаях, когда эти последние представлены щебенкой или каменными россыпями (курумами), при их изучении нельзя забывать особенности их строения, о которых сообщалось в курсе общей геологии (1, 1960 г., стр. 317-325):

1) По составу делювиальных каменных россыпей можно лишь приблизительно судить о коренных породах, слагающих склоны. В крупноглыбовых россыпях все более мягкие легко истирающиеся породы и руды измельчаются, быстро проникают в нижние слои делювия и их отсутствие в верх-

них горизонтах россыпи (доступных наблюдению) вовсе не говорит об отсутствии их в разрезе пород, погребенных под этой россыпью.

2) Движение каменного материала вниз по склонам происходит неравномерно, с разными скоростями в разных участках. Поэтому распределение на поверхности обломков различных пород может существенно отличаться от конфигурации их выходов в коренном залегании и при изучении каменных россыпей нужно, по возможности, определять характер их движения по склону (в частности, особое внимание надо обращать на бессточные ложбины - делли, - по которым деловий россыпью движется с большей скоростью, и отмечать их положение на черновой карте).

ДРУГИЕ РЫХЛЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Сложнее обстоит дело, когда в распоряжении с"емщика имеются не каменные россыпи, а случайные высыпки каменного материала из нор животных, под корнями вывороченных деревьев и т.п., что в залесенной и задернованной местности встречается не так редко. Такие высыпки надо, по возможности, точно наносить на карту, осматривать (иногда даже разыскивать) и, в случае надобности, брать из них образцы пород. При сборе образцов из всех вообще рыхлых образований следует руководствоваться теми же соображениями, что и при документации коренных обнажений (см. стр. 59-61).

Изучение характера и состава пролювиальных и аллювиальных отложений в процессе геологической с"емки производится для получения предварительного представления о породах и рудах, распространенных в бассейне реки, ручья, оврага или ложбины, в которых эти отложения встречаются. Иногда из аллювия и пролювия приходится брать образцы интересных пород, окаменелостей и руд с тем, чтобы при картировании найти их в коренном залегании.

Иногда говорят, что по одним поверхностным рыхлым образованиям

нельзя составить кондиционную геологическую карту даже в мелком масштабе, но при анализе и интерполяции данных, полученных при изучении коренных обнажений, тщательное ознакомление с характером покрова рыхлых образований и с его составом дает очень многое.

ИЗУЧЕНИЕ РЕЛЬЕФА при геологической с"емке обязательно, поскольку в нем проявляются два основных геологических процесса - новейшие тектонические движения и работа экзогенных процессов.

Часто рельеф более или менее отчетливо отражает работу избирательной эрозии и денудации, в результате деятельности которых оказываются отпрепарированными выходы устойчивых пород (например, нуммулитовых известняков во второй гряде Крыма, лакколитов щелочных пород и диабазовых даек на Алдане и пр.) или отмечается характерная приуроченность речных долин к трещинам тектонических нарушений или к зонам, сложенным легко разрушаемыми породами. Многие параплазы (разрывы со смещением крыльев) выражены в виде уступов и впадин, иногда весьма значительных (например, грабен, занятый оз. Байкал, уступ Западного Саяна, ограниченный с севера сбросо-сдвигом и пр.). Такие структуры, отраженные в рельефе, при геологической с"емке необходимо учитывать и тщательно изучать. Обычно они фиксируются аэрофотос"емкой и намечаются уже в процессе предварительного дешифрирования аэрофотоснимков. Однако попытки установления связи рельефа с геологическим строением на основании одних фотографий часто приводят к грубым ошибкам. Поэтому выводы, полученные при изучении материалов аэрофотос"емки, надо обязательно проверять и уточнять (а зачастую и заново расшифровывать снимки) в поле.

Описание рельефа производится с точек наблюдения, которые (если не преследуются другие цели) надо привязывать к участкам с наиболее характерными изменениями типа и характера рельефа. При описании надо об-

ращать внимание не только на внешний вид рельефа, но и на его происхождение, отмечая характерные комплексы форм (троги, озы, камы, друмлины, котловины выпахивания, кары, моренные гряды, дюны и барханы, эрозионные ложбины и врезы, речные террасы, сквозные долины и т.п.). Многие детали рельефа, такие как древние поверхности выравнивания, ледниковые ландшафты, террасы, ущелья и т.п., дают ценные указания для восстановления истории геологического развития и, особенно, для правильного понимания новейшей и современной тектоники. Наконец, многие рельефообразующие процессы (эрозия почв, образование карста, различных промоин и озрагов, оползни и обвалы, силевые выносы, солифлюкционные явления, процессы, связанные с многолетней мерзлотой и пр.) нельзя не учитывать при строительстве, организации сельского хозяйства, прокладке дорог и т.п. Поэтому все подобные явления при геологической съемке должны обязательно изучаться и фиксироваться.

Очень многое при геологическом картировании может дать также ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОСЕТИ. О долинах, совпадающих с тектоническими разрывами, уже упоминалось. Такие долины обычно широки, прямолинейны и вытянуты вдоль основных орографических элементов (хребтов, горных цепей). Типичным примером таких долин может служить долина верховьев р. Енисей в пределах Тувинской республики, вытянутая вдоль мощной зоны разлома, ограничивающей Западный Саян с юга. Чаще - особенно в горных районах - и тектоническим нарушениям бывают приурочены небольшие участки долин. Среди таких сложных долин интересны долины, разорванные и смещенные по сдвигам, у которых верховья смещены относительно расположенных ниже по течению участков. Трещина сдвига обычно пересекает несколько параллельных долин и наглядно фиксируется аэрофотоснимками. Иногда река пересекает поднимающийся горст или антиклинальную складку, скорость под-

нятия которых не выше (обычно ниже) скорости врезания русла. Такие участки долины называются antecedentными. Они имеют каньонобразную форму, сопровождаются порогами и отличаются характером террас, разорванных или продольно изогнутых и приподнятых над террасами смежных участков. Иногда участок долины, расположенный выше antecedentного, оказывается подпруженным. На этом участке русло реки широко, течение медленное, пойма расширена за счет усиленной боковой эрозии и накопления аллювия, под которым могут быть погребены нижние террасы, хорошо выраженные ниже и выше по течению. Примерно аналогичные явления имеют место и при пересечении долины простыми сбросами, более молодыми чем реки.

При изучении новейших тектонических движений многое может дать исследование речных террас. Террасы надо проследивать на всем протяжении реки. Если относительная высота террасы увеличивается вверх по течению - можно думать, что верховья реки во время образования данной террасы подымались быстрее, а амплитуда их поднятия была больше, чем на нижнем участке реки. Если же высота террасы возрастает вниз по течению, следует заключить, что в нижней части долины поднятие было более интенсивным.

При изучении речных долин надо обращать внимание на их поперечный и продольный профили. Если в продольном профиле реки отмечаются переломы - нужно выяснить, чем они обусловлены (конусами выноса боковых притоков, загромождением русла оползнями или обвалами, выходом устойчивых пород или тектоническими причинами и пр.). При этом надо обязательно отмечать, сопровождаются ли переломы продольного профиля изменением поперечного сечения долины. Если в районе работ встречаются сквозные долины и явления перехвата одних рек другими - их надо тщательно изучать. Восстановление распределения речной сети до перехвата имеет не

только познавательное, но иногда и большое практическое значение (когда, например, в районе есть аллювиальные россыпи полезных ископаемых).

Положение и форма речных долин дают лишь косвенные указания на их связь с геологическим строением района, но особенности морфологии долин привлекают внимание исследователя и в совокупности с другими материалами, полученными при съемке, облегчают расшифровку подчас очень сложных геологических структур.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ производятся обязательно. Задачи геолога при этом сводятся (по Н.И. Толстихину): 1) к регистрации и описанию естественных и искусственных выходов подземных вод и проявлений их деятельности; 2) к выяснению приуроченности водоносных горизонтов к различным толщам, выяснению степени водообильности разных пород и качества подземных вод, установлению основных водоносных и водоупорных горизонтов.

Точки наблюдения приурочиваются к выходам подземных вод. В полевой книжке записывается: 1) номер, название и местонахождение источника; 2) высота над уровнем моря и над меженным уровнем ближайшего озера или реки; 3) характер рельефа в месте выхода источника; 4) условия выхода воды (вытекает ли она из четвертичных отложений или из коренных пород выходят пластовые или трещинные во-

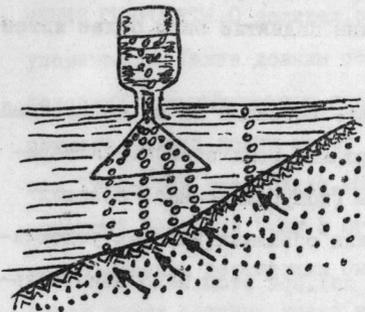


Рис. 14. Способ улавливания газа

ды; восходящий или нисходящий источник; размер и форма родниковой воронки и головки источника); 5) состав водоносного и водоупорного слоев, их положение, трещиноватость и возраст; 6) если источник каптирован - нужно указать форму его обделки, ее размеры, состояние и положение по отношению к водоносному пласту или трещине; 7) дебит источника в л/сек. Дебит малых источников определяется объемным способом, больших - при помощи гидрометрической вертушки или поплавка. По опросным данным выясняют характер из-

менений дебита и их причину (снеготаяние, выпадение осадков, времена года и пр.); 8) физические свойства воды (прозрачность, цвет, запах, вкус, температура); 9) химический состав воды.

Химический состав воды или определяется на месте с помощью полевых лабораторий, или производится во время камеральной обработки материалов. Для этого отбираются пробы воды. Вода наливается в тщательно вымытые бутылки, не менее трех раз сполоснутые отбираемой водой. Бутылки герметически закупориваются прокипяченными в дистиллированной воде пробками. На сокращенный хим. анализ берется не менее 1 л воды, на полный - не менее 1,5 л. Если вода газует - в бутылке надо оставить газ во избежание изменения состава воды. Если вода не газует - в бутылке оставляется 10-15 куб. см воздуха, чтобы при изменении температуры не вытолкнуло пробку. На бутылку наклеивают этикетку с номером пробы и источника, датой и названием партии.

В каждом источнике определяется радиоактивность воды. Для этого надо иметь соответствующую аппаратуру и инструкции.

Некоторые источники газуют. Если газы свободно выделяются из воды - надо описать условия их выхода, измерить дебит отдельных газовых струй, их пульсацию и температуру, а также взять для анализа пробы газа по 2-3 л из каждой струи (состав газа в больших и малых струях может быть разным).

Пробы газа собираются в бутылки при помощи больших жестяных воронок (до 50 см в диаметре), как это показано на рис. 14. Газ в бутылки должен отделяться от пробки слоем воды в 2-3 см. Пробка завязывается, заливается менделеевской замазкой или сургучом. Бутылки с пробками хранятся вверх дном. Дебит газовых струй измеряется по скорости заполнения газом бутылки.

Выходы источников иногда сопровождаются минеральными отложениями (охры, натски, налеты, туфы, соли, гряды и др.) которые надо тщательно изучать с количественной и качественной стороны и картировать. Некоторые отложения источников (охры, туфы, гряды) могут иметь практическое значение, другие дают ценные указания для выяснения вопросов о происхожде-

денки источника, составе воды и ее изменениях. Из отложений источников отбираются для анализа пробы, записываются условия их залегания, форма, размер, изменения в вертикальном разрезе и в плане. Если в минеральных отложениях встречаются органические остатки, их тщательно собирают для определения.

Искусственные выходы подземных вод в колодцах, канавах, ямах, шурфах, шахтах, скважинах и др. изучаются и описываются по той же схеме, что и источники. Путем опроса или по личным наблюдениям выясняется характер водоносного слоя или трещины и глубина, на которой вскрыта вода. При изучении буровых скважин большое внимание надо обращать на геологический разрез вскрытых скважиной отложений, количество, положение в разрезе, глубину и характер водоносных горизонтов. Определяется также высота подпора воды над вскрытым водоносным горизонтом и глубина стояния уровня воды в скважине от поверхности земли. Указываются горизонты, из которых добывается вода, производительность скважины, качество воды отдельных горизонтов и конструкция скважины (начальный и конечный диаметры труб, длина труб каждого диаметра, фильтры, их положение, способ извлечения воды и пр.).

Для установления характера связи подземных вод с поверхностными попутно производится самые общие наблюдения за реками, озерами, прудами. Выясняется происхождение заболоченности и ее связь с поверхностными и подземными водами. При изучении и описании поверхностных водоемов указывается их название, размеры, режим, характер и величина водосборного бассейна. В искусственных водоемах приводятся сведения о площади.

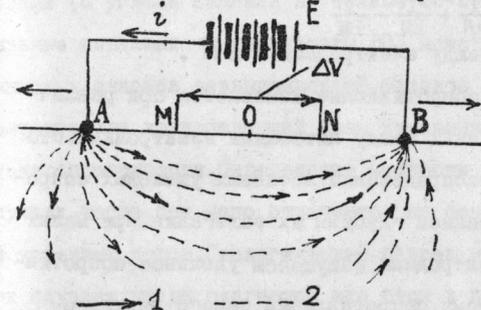
Вместе с подземными водами характеризуются и результаты их деятельности (карст, оползни, проявления суффозии, наледи, гидролакколиты и

пр.). Кроме этого в процессе геологических наблюдений обращается внимание на степень и характер трещиноватости различных пород, на пористость и кавернозность, на примесь в породах легко растворимых в воде минералов (гипса, минеральных солей и пр.), на влажность пород, а также на характер четвертичного покрова, его мощность, состав и значение в питании атмосферными осадками коренных пород.

НЕКОТОРЫЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, применяемые при геологических съемках (кратко разбираются лишь некоторые методы геофизических и геохимических исследований, включенные в программу учебной геологической практики в Крыму).

МЕТОД ВЕРТИКАЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ВЭЗ) успешно применяется для определения мощности рыхлых наносов, для построения (в некоторых случаях) разрезов осадочных толщ, для выяснения рельефа кристаллического фундамента, погребенного под толщей рыхлых осадков и пр.

Установка для производства ВЭЗ состоит из 4-х электродов (рис. 15) - 2-х питающих (А и В) и 2-х измерительных (М и N), представляющих собой металлические стержни, к



1 - направления разностей электродов;
2 - линии тока в земле; А и В - питающие электроды; М и N - измерительные электроды; E - батареи питания линии АВ.

Рис. 15. Установка для производства ВЭЗ.

которым приключаются провода от источника тока и измерительного прибора - потенциометра. Потенциометр позволяет измерять силу тока в цепи питающих электродов А и В и разность потенциалов в измерительной линии (цепь электродов М и N).

Ток постоянный. В качестве его источника чаще всего употребляются батареи сухих элементов.

Основная идея ВЭЗ, как и других методов сопротивления, заключается в том, что в результате измерений силы посланного в землю тока и разности потенциалов между какими-либо двумя точками на поверхности земли может быть найдена величина, получившая название кажущегося электрического сопротивления. Эта величина зависит от истинных удельных сопротивлений всего комплекса горных пород, слагающих земную кору в месте наблюдений, и расположения точек ввода в землю тока и точек, между которыми измеряется разность потенциалов. Электроды располагаются симметрично относительно центра зондирования O . Затем измеряется сила тока I (в аа) в цепи электродов A и B и разность потенциалов ΔU (в мв) между электродами M и N . По формуле подсчитывается кажущееся сопротивление ρ_k : $\rho_k = k \frac{\Delta U}{I}$, где k - коэффициент, зависящий от расстояний AM, AN, BM и BN (в метрах) между питающими и приемными электродами:

$$k = \frac{2\pi}{10} \cdot \frac{1}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BM} - \frac{1}{BN}}$$

ρ_k - относится к объему пород между электродами M и N .

При ВЭЗ кажущееся удельное сопротивление измеряется при различных - увеличивающихся - расстояниях между питающими электродами. Это позволяет делать заключения о распределении истинных удельных сопротивлений горных пород с возрастанием глубины их залегания. При малых расстояниях между питающими электродами кажущееся удельное сопротивление близко к истинному удельному сопротивлению самого верхнего слоя. По мере увеличения этого расстояния сказывается влияние слоев, залегающих глубже. Если, например, под верхним слоем лежит слой с малым удельным сопротивлением, то влияние этого слоя выразится в некотором уменьшении наблюдаемого кажущегося удельного сопротивления.

При электророндировании расстояния между питающими электродами A и B от центра зондирования O увеличиваются в геометрической прогрессии, показатель которой берется от 1,2 до 2 (в зависимости от степени детальности исследований). Результаты измерений изображаются графически в виде кривой, отражающей зависимость кажущегося удельного сопротивления от расстояний $AO=OB=r$. Эта кривая сопоставляется с теоретическими кривыми ВЭЗ, рассчитанными по формуле: $\frac{\rho_k}{\rho_1} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{q_n r^3}{[r + (2nh)^2]^{\frac{3}{2}}}$

где ρ_1 и $2h$ - удельное электрическое сопротивление и наименьшее кратное из мощностей слоев разреза, а q_n - коэффициенты, зависящие от мощностей и сопротивления погребенных слоев. Сопротивления интерпретируемой и теоретической кривых при небольшом числе слоев с разными электрическими сопротивлениями дает возможность определить глубины их залегания и мощности.

Вертикальное электрическое зондирование можно применять только для определения контактов между горизонтальными и пологопадающими породами (с углами падения не больше $15-20^\circ$). Некоторые (иногда значительные) искажения в результате ВЭЗ может внести близость крутых и обрывистых склонов возвышенностей, близкое расположение вертикального контакта или крутопадающей зоны измененных пород, резко отличных по электропроводности. Определение мощности наносов осложняется и в тех случаях, когда они мало отличаются по сопротивлению от подстилающих их коренных пород. Геологический разрез методом ВЭЗ можно построить в тех случаях, когда слагающие его слои в достаточной мере отличаются по электропроводности и залегают полого или горизонтально. Построение разреза значительно облегчается при наличии маркирующего горизонта, резко отличающегося от вмещающих пород (особенно от первого вышележа-

щего пласта) по высокой электропроводности или по высокому электро-сопротивлению. По положению маркирующего горизонта можно проследить пологое погружение шарниров или крыльев складки, определить амплитуды обросов и т.д.

Для правильной интерпретации результатов ВЭЗ надо предварительно оценить величину кажущегося удельного сопротивления для разных горизонтов разреза (по данным каротажа скважин, по замерам поверхностных выработок и естественных обнажений).

ЭЛЕКТРОПРОФИЛИРОВАНИЕМ называется метод измерения кажущегося удельного сопротивления путем перемещения по заранее заданным профилям всей системы электродов без изменения их взаимного расположения. Метод электропрофилеирования применяется для поисков погребенных антиклинальных структур и других нарушений однородности строения земной коры. Он позволяет, например, в некоторых случаях получать представление о наличии под наносами в коренных породах вертикальных перемещений, так как истинные удельные сопротивления горных пород различны и разная глубина их залегания отражается на величине кажущегося удельного сопротивления. Результаты электропрофилеирования изображаются в виде карт сопротивлений. На карту наносятся центры установок, с которых производились измерения. К этим точкам привязываются значения измеренных кажущихся удельных сопротивлений. Точки с равными значениями сопротивлений соединяются линиями (изомами). Карты сопротивлений позволяют установить области поднятий и погружений и их простирание. Часто электропрофилеирование производится с двумя питающими линиями разной длины, что расширяет возможности расшифровки характера дислокаций. Для прослеживания или, тонких пластов и т.п. применяется профилирование с постоянным разносом питающих электродов АВ. В этом случае пита-

ющие электроды устанавливаются примерно вкост простирания изучаемого объекта с таким расчетом, чтобы этот объект находился около середины расстояния АВ. Разность потенциалов измеряется на небольших интервалах средней трети этого расстояния. В некоторых случаях хорошие результаты дает применение комбинированного профилирования.

МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Горные породы в магнитном поле Земли намагничиваются неодинаково и создают магнитные аномалии (см. 1, 1960 г., стр. 90-91). Магнитные аномалии обнаруживают и изучают при помощи МАГНИТОМЕТРОВ, весьма совершенных приборов, позволяющих с высокой точностью и детальностью выяснять закономерности изменения магнитного поля под влиянием объекта, вызвавшего аномалию. При обработке измерений вычисляются аномальные значения вертикальной (Z_a) и горизонтальной (H_a) составляющих и вычерчиваются планы изолиний Z_a и векторов H_a , или графиков Z_a и H_a , по поведению которых определяется положение тел, вызвавших аномалию. На основании математической теории магнитных полей для тел различной формы и данных о магнитных свойствах горных пород и руд во многих случаях бывает возможно вычислить глубину залегания, размеры и форму намагниченных тел. Магнитная емкость производится на поверхности земли и с воздуха (аэромагнитная емкость) и широко используется при геологическом картировании для прослеживания контактных зон, выяснения подземного рельефа, погребенных долин и русел рек, установления формы некоторых интрузий в их необнаженной части и, конечно, для поисков магнитных железных руд, некоторых типов бокситов, сульфидных полиметаллических залежей, когда в них присутствуют ферромагнитные минералы и т.п. Среди других геофизических методов магнитометрия является наиболее простым, дешевым и быстрым.

РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ основаны на использовании различий

в радиоактивности горных пород и руд (см.1,1960 г.,стр.84-85)и в настоящее время прочно вошли в практику геолого-поисковых и разведочных работ благодаря высокой точности, оперативности и скорости получения результатов. В настоящее время существует много методов радиометрических исследований, из которых мы кратко рассмотрим лишь метод полевой гамма-съемки, так как ознакомление с ним предусматривается программой крымской геологической практики.

При измерении радиоактивности пород на поверхности земли необходимо учитывать и исключать воздействие на прибор космического излучения (космический фон КФ) и излучений от радиоактивных загрязнений прибора (остаточный фон ОФ). Для определения суммарной величины космического и остаточного фона Б.Я. Юфа (1957 г.) рекомендует следующие способы: 1) Гильза радиометра помещается внутрь цилиндрического экрана (свинцового стакана) с толщиной стенок, проницаемой для космического излучения, но поглощающей значительную часть гамма-лучей, выделяемых породами (1-2,5 см). Результат измерения (1а), выраженный в мкр/час (в "гаммах"^х) сравнивается с результатом измерения радиоактивности без экрана (1б) и определяется интенсивность гамма-излучения пород (1п):

$$1п = \frac{1бэ - 1аэ}{1 - e^{-\mu d}} \quad \text{xx)}$$

где μ - коэффициент ослабления гамма-лучей, d - толщина свинцового экрана в см, e - основание натуральных логарифмов.

Суммарное воздействие ОФ и КФ определяется по уравнению:

$$ОФ + КФ = 1бэ - \frac{1аэ}{1 - e^{-\mu d}}$$

х) Мощность дозы гамма-излучения, выражается в микрорентгенах в час. В СССР микрорентген принято условно называть "гамма".

xx) Для ураново-радиевого ряда коэффициент ослабления в свинце

$$\mu \approx 1 \text{ см}^{-1}.$$

2) Такие же результаты можно получить при измерении радиоактивности на поверхности водного бассейна глубиной не менее 3 м на расстояниях от берега не менее 10 м.

В высокогорных районах суммарный фон (КФ + ОФ) надо определять на разных абсолютных высотах (через 500-1000 м) и по данным измерений построить кривую изменения фона с высотой. Значение фона для промежуточных высот получается по этой кривой. Измеренная для данного прибора величина остаточного фона практически не изменяется.

ЭТАЛОНИРОВАНИЕ РАДИОМЕТРОВ производится в обязательном порядке для получения сопоставимых результатов измерений, не зависящих от индивидуальных свойств приборов. При эталонировании определяется цена деления шкалы радиометра при помощи стандартных эталонов гамма-излучения. Для эталонирования прибор регулируется (подбирается необходимое напряжение, определяется фон и приблизительно оценивается чувствительность - по эталону). Затем между 2-мя столбами натягивается проволока (на высоте 1-1,5 м), на которой наносятся метки на выбранных для эталонирования расстояниях. Эти расстояния определяются следующим образом: после определения фона для производства эталонирования (эталонирование должно производиться на участке с минимальной величиной фона) на одном конце проволоки прикрепляется держатель гильзы радиометра. Затем на наиболее дальнем расстоянии от гильзы на проволоку подвешивается эталон. Это расстояние определяется порогом чувствительности прибора (1min) и интенсивностью гамма-излучения (A) эталона на расстоянии 1 м в мкр/час по формуле:

$$r_0 = \sqrt{\frac{A}{1min}}$$

Например, для эталона с интенсивностью гамма-излучения в 80 мкр/час на 1 м и радиометра РП-1 с порогом чувствительности в 10

$$\text{мкр/час } \Gamma_0 = \sqrt{\frac{80}{10}} \approx 3 \text{ м.}$$

Последующие расстояния между эталоном и счетчиком прибора (гильзой) выбираются так, чтобы точки эталонировочной кривой, соответствующие этим расстояниям, располагались равномерно. Расчет расстояний производится по формуле:

$$\Gamma_1 = \Gamma_0 \sqrt{\frac{1 \text{ мин}}{1 \text{ мин} + \Delta 1}} = \Gamma_0 \sqrt{\frac{A}{\Delta 1 r_0^2 - A}}$$

где $\Delta 1 = l_1 - l_0$; Γ_0 - исходное расстояние в метрах; Γ_1 - последующее расстояние в метрах ($\Gamma_1 < \Gamma_0$).

Интервал $\Delta 1$ в начальной части кривой (до 100 мкр/час) обычно принимается равным 10-20 мкр/час, а в диапазоне от 100 до 1000 мкр/час - 20-50 мкр/час и при активности свыше 1000 мкр/час - 100-200 мкр/час.

По данным эталонирования строится эталонировочная кривая - по оси ординат откладываются показания прибора в единицах индикатора, а по оси абсцисс соответствующая им интенсивность гамма-излучения в мкр/час или вместе с фоном, или за вычетом фона для обеих величин. На график наносится все полученные в процессе эталонирования значения измерений активности без осреднения. При проведении кривой по способу графического осреднения соблюдаются следующие условия (обязательно):

а) эталонировочная кривая в нелинейной части не должна иметь изломов;

б) точки измерения должны располагаться по обеим сторонам от кривой, приблизительно симметрично.

В процессе работы чувствительность радиометра должна систематически проверяться и правильность работы прибора контролироваться. В настоящее время контроль осуществляется с помощью рабочих эталонов, так как стандартные эталоны производят интенсивное, вредное для здоровья радиоактивное излучение и по соображениям техники безопасности

для этих целей использованы быть не могут.

Рабочий эталон изготавливается из активного порошка, взятого в таком количестве, чтобы при прикладывании эталона вплотную к гильзе прибора отклонение стрелки индикатора составляло примерно две трети шкалы на первом диапазоне чувствительности. Порошок плотно упаковывается и запаивается в металлическую ампулу. Измерение активности рабочего эталона производится при эталонировании прибора. В дальнейшем чувствительность радиометра проверяется в начале, в середине и в конце каждого рабочего дня, а также в тех случаях, когда работа прибора вызывает сомнения. При контроле рабочий эталон прикладывается вплотную к гильзе в определенном фиксированном положении. Если обнаруживается уменьшение чувствительности радиометра более чем на 10 процентов от величины активности рабочего эталона - прибор сдается в ремонт. При увеличении чувствительности - прибор нужно заново проэталонировать.

Гамма-съемка применяется как основной метод поисков на обнажениях, в горных выработках и на участках, где мощность наносов не превышает 3 метров. Прослеживание активности горных пород во время пешеходных маршрутов во избежание пропуска радиоактивных рудопроявлений в связи с малой глубиной метода производится путем непрерывного прослушивания импульсов на телефон. Измерение радиоактивности на обнажениях и точках рассматривается, как вспомогательная и контрольная операция, позволяющая судить с радиоактивности различных горных пород и определять нормальные поля (под нормальным полем понимается среднее значение интенсивности гамма-излучения над коренными породами или наносами с наиболее низкой концентрацией радиоактивных элементов. Участки, на которых интенсивность излучения больше верхнего предела колебаний активности в нормальном поле, считаются аномальными).

МЕТАЛЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Металлометрической с^мемкой называется массовое опробование рыхлых отложений с последующим скоростным полуквантитативным анализом проб с целью выявления ореолов рассеяния некоторых рудных и сопутствующих им минералов. Различают три разновидности металлометрической с^мемки - ступенную, шлиховую и спектральную. Мы очень кратко рассмотрим методику площадной спектральной металлометрической с^мемки, производство которой включено в программу крымской геологической практики, а также старый широко распространенный метод шлихового опробования.

Площадная спектральная металлометрическая с^мемка производится по заранее разбитой прямоугольной сетке. Пробы отбираются из небольших копушей с глубины 15-20 см (непосредственно ниже растительного слоя). В пробу берется песчано-глинистый материал (крупные обломки пород удаляются). Вес пробы должен быть порядка 200 г. Пробы нумеруются, а в лагере - просушиваются, просеиваются, сокращаются до навески в 20 грамм и передаются в спектральную лабораторию.

В лаборатории пробы истираются до 200 меш и сжигаются в электродах спектрографа для анализа, которым определяется содержание металлов и других элементов. По результатам анализа составляются профили и карты изолиний равных концентраций тех или других элементов (на профилях по горизонтали откладываются в принятом масштабе расстояния между точками отбора проб, а по вертикали - содержание искомым элементов. в масштабе, обеспечивающем наглядность изображения. Карты изолиний составляются по данным профилей).

ШЛИХОВОЕ ОПРОВООВАНИЕ. Многие ценные минералы (золото, платина и металлы ее группы, касситерит, вольфрамит, шеелит, киноварь, самородный висмут, хромит, монацит, алмаз, минералы, содержащие тантал и ниобий, циркон,

уранинит и др.) отличаются большим удельным весом и прочностью. Благодаря этим качествам они сохраняются в продуктах выветривания и других рыхлых обломочных породах и могут быть извлечены из них путем промывки, в процессе которой все легкие минералы выносятся водой, а тяжелые остаются в промывочном приборе. Получаемый таким образом концентрат тяжелых минералов называется ШЛИХОМ, а процесс систематической отмычки шлика для определения находящихся в промываемой породе полезных минералов - шлиховым опробованием. Шлих (тяжелые минералы) извлекается и из твердых пород, которые для промывки искусственно измельчаются.

Приборы для отмычки шлика просты. Обычно употребляются азиатские ковши, корейские лотки и (при массовом опробовании) - колоды (вашгерты) (рис. 16).

Шлиховое опробование производится с целью поисков россыпных и, иногда, коренных месторождений перечисленных выше полезных ископаемых, а также, чтобы установить характерные для района с^мемки сообщества тяжелых минералов, что может дать некоторые указания для оценки перспектив района и для решения некоторых геологических вопросов. При геологических с^мемках средних и крупных масштабов шлиховому опробованию подвергается вся площадь района исследований, однако вопрос о густоте сети отбора шлихов еще слабо разработан. СУСН ("Справочник укрупненных сметных норм на геолого-разведочные работы") предусматривает для с^мемок средних масштабов расстояния между соседними пробами в 0,5 - 1,2 км, а для крупномасштабных с^мемок - в 0,2-0,4 км. Пробы берутся из русел рек и ручьев, из отложений кос, террас и в значительной степени из элювия и делювия склонов и вершин увалов. Количество породы для промывки точно определяется (обычно берется определен-

ный об'ем - ведро или специальная ендовка).

Пробы берутся по указанию геолога из неглубоких закопшек или из шурфов в зависимости от целей с'емки, характера об'екта исследований, детальности и назначения опробования. Шлих просушивается и помещается



Рис. 16. Ваггерт (справа) и корейский лоток (слева).

в бумажный капсюль или в мешочек из плотной материи и снабжается этикеткой (или надписью на капсюле), на которой указывается название партии, номер шлиха, район и место взятия пробы, количество промытой породы дата и фамилия лица, взявшего пробу. В полевой обстановке производится лишь предварительное определение минерального состава шлихов, а окончательная их обработка делается в специальных шлиховых лабораториях в камеральный период.

ОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Геологическая с'емка начинается обычно на участке района, на котором разрез представлен наиболее полно и хорошо обнажен. Обнажения точно наносятся на карту, изучаются, документируются, как указано выше (стр. 26-63). Колонки отдельных обнажений сопоставляются и увязываются по опорным горизонтам. Опорные горизонты, вскрытые в нескольких обнажени-

ях, путем интерпляции протягиваются от одного обнажения к другому с учетом рельефа и элементов их залегания. Таким образом восстанавливается геологическое строение скрытой под наносами площади между обнажениями и составляется геологическая карта. Понятно, что чем больше опорных горизонтов и чем они выдержаннее, тем лучше выражаются тектонические структуры, тем надежнее и точнее геологическая с'емка и легче ее выполнение.

Одновременно с составлением геологической карты решается вопрос об об'еме выделяемых стратиграфических подразделений в зависимости от масштаба с'емки (чем крупнее масштаб, тем более дробно должны быть расчленены выходящие в районе осадочные породы) и составляется сводная стратиграфическая колонка. Расчленение осадочных пород в поле производится, в основном, не по возрасту, а по литологическим признакам. Это приходится делать, во-первых, потому, что фауна присутствует далеко не в каждом обнажении. Разрезы, полностью фаунистически охарактеризованные, встречаются относительно редко. Чаще окаменелости бывают приурочены лишь к некоторым горизонтам толщи осадочных пород, промежутки между которыми, иногда отвечающие целым геологическим периодам, не содержат ископаемой фауны. Иногда в пределах района вообще не удается обнаружить никаких ископаемых органических остатков, иногда эти остатки крайне скудны и неопределимы, иногда среди найденных окаменелостей нет руководящих форм, позволяющих однозначно определить возраст. Во-вторых, точное определение возраста палеонтологическим методом требует специальной подготовки и длительного времени, а в поле, даже при наличии большого количества окаменелостей хорошей сохранности может быть сделано лишь предположительно, с большой долей условности (если, конечно, возраст не был надежно определен ранее).

Одновременно с составлением геологической карты решается вопрос об об'еме выделяемых стратиграфических подразделений в зависимости от масштаба с'емки (чем крупнее масштаб, тем более дробно должны быть расчленены выходящие в районе осадочные породы) и составляется сводная стратиграфическая колонка. Расчленение осадочных пород в поле производится, в основном, не по возрасту, а по литологическим признакам. Это приходится делать, во-первых, потому, что фауна присутствует далеко не в каждом обнажении. Разрезы, полностью фаунистически охарактеризованные, встречаются относительно редко. Чаще окаменелости бывают приурочены лишь к некоторым горизонтам толщи осадочных пород, промежутки между которыми, иногда отвечающие целым геологическим периодам, не содержат ископаемой фауны. Иногда в пределах района вообще не удается обнаружить никаких ископаемых органических остатков, иногда эти остатки крайне скудны и неопределимы, иногда среди найденных окаменелостей нет руководящих форм, позволяющих однозначно определить возраст. Во-вторых, точное определение возраста палеонтологическим методом требует специальной подготовки и длительного времени, а в поле, даже при наличии большого количества окаменелостей хорошей сохранности может быть сделано лишь предположительно, с большой долей условности (если, конечно, возраст не был надежно определен ранее).

По изложенным причинам окончательное (точное или наиболее вероятное) определение возраста производится в процессе камеральной обработки материалов,^{х)} а в процессе полевых исследований определяется лишь последовательность образования пород (с учетом данных предварительного определения фауны в поле) и их взаимоотношения. При этом нормально-осадочные и вулканогенные породы разбиваются на характерные структурные и литологические комплексы - структурные этажи и свиты - с выделением, в случае надобности, подсвит и горизонтов.

При расчленении осадочных толщ особенно большое значение имеют региональные угловые несогласия, распространяющиеся на большие пространства. Они отражают переломные моменты в истории геологического развития крупных районов и фиксируют границы структурных этажей. Если в районе с^{те}мки также несогласия имеются, их надо тщательно изучать, картографировать (на карту наносится линия пересечения поверхности несогласия с поверхностью Земли) и показывать на сводной стратиграфической колонке в виде волнистой линии на границе несогласно залегающих толщ. В районе крымской практики угловое несогласие отделяет интенсивно дислоцированные породы таврической серии (нижней структурный ярус) от полого залегающих отложений мела и палеогена (верхний ярус).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНОГО ЭТАЖА, СВИТЫ, ПОДСВИТЫ, ГОРИЗОНТА

Т.о. СТРУКТУРНЫМ ЭТАЖЕМ (ЯРУСОМ) называется наиболее крупное стратиграфическое подразделение толщи пород, слагающих доступные наблюдения участки земной коры. В структурном этаже об^{единяется} комплекс различных по составу и разновозрастных горных пород, характеризующийся определенной совокупностью тектонических структур и отделенный от нижележащего структурного этажа поверхностью структурного несогласия.

^{х)} Определение абсолютного возраста радиоактивными методами также возможно сделать только в процессе камеральной обработки материалов в специальных стационарных лабораториях.

Структурные этажи в процессе геологической с^{те}мки расчленяются на свиты.

СВИТОЙ, по определению С.А. Музылева (2, 1954 г., стр. 8) называется "главное подразделение местной стратиграфической шкалы, вырабатываемой в процессе геологических исследований для районов более или менее ограниченных. В основу подразделения отложений на свиты кладется литологический принцип, который, по возможности, подкрепляется палеонтологически. С понятием свиты должно быть связано ее внутреннее единство по условиям образования, характеру тектоники и степени метаморфизма. Свита может состоять во всей своей массе из пород однообразного состава, или при преобладании одних пород иметь повторяющиеся прослои (например, переслаивание сланцев пачками песчаников), или, наконец, может характеризоваться пестротой своего состава как отличительной чертой свиты, представляя чередование повторяющихся прослоев различного состава. Следовательно, одна свита должна отличаться от другой литологически и граница между ними должна быть достаточно четкой, легко различимой при геологической с^{те}мке. Внутри свит не может быть несогласий, различные же свиты могут залегать как согласны, так и несогласно. По возрасту свиты могут соответствовать любому отрезку времени и не совпадать точно с границами возрастных подразделений общей геохронологической шкалы. Мощность свит может быть различной - от десятков до тысяч метров и более.

ПОДСВИТА - часть свиты, имеющая какие-либо характерные особенности (главным образом литологические). Ее выделяют при значительной мощности свиты и возможности показать подсвиту на карте. Подсвиты получают одинаковые со свитой названия с дополнением "нижняя, средняя или верхняя подсвита".

ГОРИЗОНТ - какая-либо характерная часть свиты или яруса (слой с фауной, слой руд, известняков, конгломератов и т.п.). Когда в свите или в ярусе выделен один или несколько горизонтов, это не значит, что свита или ярус "делится" на горизонты, а лишь показывает наличие в них каких-либо особо отличающихся и имеющих относительно небольшую мощность слоев или пачек слоев, входящих в состав свиты (яруса) и являющихся неотъемлемой ее частью".

Опорные (маркирующие) горизонты вместе с поверхностями стратиграфических несогласий являются теми веками, по которым увязываются обнажения, прослеживаются тектонические структуры и составляется геологическая карта.

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

При согласном напластовании контакт между свитами устанавливается по изменению литологического состава пород, по присутствию или отсутствию характерных прослоев, по изменению характера окраски или типа слоистости и т.п. Если граница между свитами выражена недостаточно четко, надо точно определить объем каждой из них и при картировании проводить границу всегда на одном стратиграфическом уровне - например, на определенном расстоянии от ближайшего маркирующего горизонта.

Значительно легче и точнее устанавливается и картируется граница между свитами, разделенными стратиграфическими несогласиями. Даже при отсутствии отчетливого срезания (в плане) верхних горизонтов нижележащей свиты - в базальном слое верхней свиты обычно отмечается примесь грубообломочного материала или заметная смена фаций и другие признаки, всегда обнаруживающиеся при внимательном изучении контакта.

В районе крымской практики разрез верхнего структурного этажа (мел-палеоген) насыщен фауной и, что особенно важно, - изменение лито-

логического состава стратиграфических подразделений довольно точно совпадает с границами возрастных подразделений общей геохронологической шкалы. Характерны переполненные фауной известковистые песчаники и известняки готерив-баррема, аптские глины, песчаники альба, серые мергели сеномана с глауконитовыми песками и мергелистыми песчаниками в основании, мергели турона с кремневыми конкрециями, залегающие выше светлые мергели сенона, венчающие их массивные известняки датского яруса, выклинивавшиеся на левобережье р. Альмы, слой зеленоватого глауконитового мергелистого песчаника палеоцена и, наконец, завершающие разрез нуммулитовые известняки эоцена - все это позволяет непосредственно в поле расчленять и картировать породы верхнего структурного этажа по возрасту.

В нижнем этаже района практики совпадение контактов литологических комплексов с границами подразделений общей геохронологической шкалы наблюдается редко и не повсеместно, а фауна значительно беднее и реже встречается. Поэтому при картировании выделяются не возрастные, а литологические комплексы пород - свиты. Это (в терминологии М.В. Муратова, 5, 1960 г., стр. 23) - нижнетаврическая свита, представленная чередованием темносерых алевролитов и песчаников с редкими отпечатками верхнетриасовых пелеципод, эскиординская свита, представленная в районе практики песчаниками и конгломератами с обугленными остатками растений (возраст предположительно относится к нижнему лейасу) и верхнетаврическая свита, литологически сходная с нижнетаврической и представленная ритмичным чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников. Верхнетаврическая свита в районе практики фигурирует под названием волковской свиты. Она представлена черными глинистыми сланцами и песчаниками с редкими остатками аммонитов ааленского (?) и байосского ярусов-

то-есть относится уже не к нижней, а к средней юре. Волковская свита, по видимому, согласно залегает на эскиординской (лейас). Перерыв и несогласие между отложениями нижней и средней юры, повсеместно, по данным Муратова, отмечаемые на территории Крыма, в районе практики покуда не обнаружены. Вопрос этот нуждается, однако, в проверке и уточнении. Разрез среднеюрских отложений в районе практики заканчивается вулканогенной толщей основных миндалекаменных эффузивов и туфов, выделяемых в особую (карагачинскую) свиту.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

При геологическом картировании и составлении сводной колонки важно установить мощность выделенных стратиграфических подразделений. В колонке показывается средняя мощность каждого подразделения и указываются пределы колебаний мощности. Поэтому мощности выделяемых свит и подсвит не только измеряются во многих обнажениях, но рассчитываются и по геологической карте путем вычислений и геометрических построений с учетом элементов залегания пород и косвенных данных, полученных на точках наблюдения.

В некоторых случаях - например, при картировании горизонтальных или полого падающих толщ - одни и те же свиты и опорные горизонты прослеживаются во многих обнажениях, мощности и последовательность залегания пород устанавливаются относительно просто (чем выше слой, тем он моложе) и сводная колонка составляется почти без пробелов. Мало того, уточнение мощности толщ и горизонтов, обнаженность которых недостаточна, в этих случаях может быть надежно сделано при помощи электропрофилирования. Прекрасный пример разрезов этого типа можно видеть в куестах и пологих увалах средней гряды Крыма, сложенных в районе практики палеогеновыми и меловыми породами (там, кстати, мощность некоторых скрытых под наносами толщ с успехом определяется методом элект-

ропрофилирования).

Сравнительно просто измеряются мощности свит, составляются колонки и производится геологическое картирование толщ, собранных в складки средней интенсивности (рис. 17). В районах, подвергшихся такой складчатости, одни и те же свиты с их опорными горизонтами обнажаются часто и разрез может быть составлен с большой полнотой.

Но при картировании и определении мощности монотонных, немых или бедных фауной слоистых толщ (например, флиша), собранных в изоклинали-

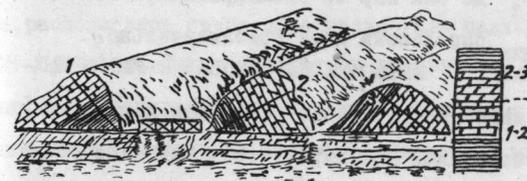


Рис. 17. Составление сводного стратиграфического разреза в умеренно дислоцированных складчатых областях (по В. А. Апродову, 4, 1952 г., стр. 215). 1, 2, 3 - разрезы-колонки отдельных обнажений, используемые при составлении сводной колонки. Справа колонка сводного стратиграфического разреза.

ные, веерообразные, опрокинутые и другие сложные складки, встречаются часто неразрешимые трудности. В этих случаях часто бывает очень важно установить кровлю и почву дислоцированных слоев, пользуясь разобранными выше методами (по микрорельефу напластова-

ния, см. стр. 34-36), что к сожалению не всегда дает нужные результаты.

Выяснить последовательность образования слоев иногда возможно также путем расшифровки тектонических структур, руководствуясь правилом: в ядрах антиклиналей выходят более древние породы, а в синклиналях - более молодые. Однако выяснение типа складки без знания относительного возраста слагающих ее пород нелегко и не всегда возможно. Для этого надо широко использовать кляваж и плейчатость (см. стр. 40-42), а также

результаты картирования - например, конфигурацию выходов на поверхность спорного горизонта на участке погружения шарнира (рис.18).

Примером интенсивно дислоцированной толщи однообразных и бедных фауной сланцев, алевролитов и песчаников флишеидного типа может служить таврическая серия Крыма, породы которой собраны в мелкие, часто

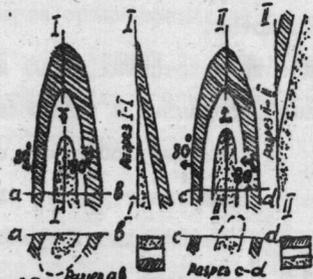


Рис.18. МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ. О некоторых особенностях проявления разрывных нарушений гово-

рилось на стр.54-57. В естественных обнажениях тектонические трещины встречаются очень редко. Мало того, обычно это небольшие трещины, которым нельзя придавать сколько-нибудь серьезного значения. Крупные тектонические разрывы состоят из многочисленных трещин, группирующихся вдоль более или менее мощных разрывных зон. Ширина зон трещиноватости вдоль крупных разрывов непостоянна. Местами эти зоны сходят на нет, местами сильно расширяются. Крупные разрывы сопровождаются оперяющими их второстепенными трещинами, складками волочения, иногда выражены в рельефе или отражены в конфигурации речных долин и в их продольном и поперечном профилях. Для обнаружения разрывных нарушений, для определения их масштаба, типа, направления и амплитуды смещения крыльев единственным надежным способом является геологическая съемка и составление геологической карты. Другие методы - геофизические, геохимические и геоморфологические - имеют лишь вспомогательное значение и обычно

достаточно сложные складки, осложненные надвигами, мелкой плейчатостью и зонам дробления. Несмотря на неоднократные попытки структуры пород таврической серии до сих пор не расшифрованы, а мощность не определена даже приблизительно.

МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ РАЗРЫВНЫХ НА-

применяются для подтверждения или уточнения выводов, полученных при геологическом картировании.

В случаях, когда по тектоническому разлому не происходило заметного смещения крыльев, его можно установить по характеру выполнения трещин и по типу зоны трещиноватости.

Трещины могут быть выполнены дайками изверженных пород или гидротермальными жилами, а также продуктами дробления и перетирания горных пород, разорванных разломом. Многие дайки и некоторые жилы выделяются в рельефе в виде гребней, скалистых останцев, часто встречаются группами, располагаясь грубо параллельно или радиально. Мощность даек различна - от нескольких сантиметров до десятков метров (редко до сотен метров). По простиранию они протягиваются также на различные расстояния - от первых метров до десятков километров, могут быть вертикальными и наклонными. Чаще всего дайки вытягиваются прямолинейно, но встречаются также изогнутые, ломаные и кольцевые, образующие на карте замкнутые контуры. Состав даек также различный - от ультракислого до ультраосновного. Основные и ультраосновные дайки (как и другие тела, сложенные этими породами) могут быть обнаружены под наносами, прослежены в необнаженной части и оконтурены при помощи магнитометрических исследований. Так, в районе крымской практики магнитометрическим методом наглядно и успешно прослеживаются под наносами и в необнаженной части дайки и другие массивы основных пород и определяется их форма, недостаточно ясная с поверхности.

Дайки и жилы, образующие положительные формы рельефа, прекрасно фиксируются на аэрофотоснимках и легко картируются.

Породы даек часто бывают автометаморфизованы, так как постмагматические продукты поднимаются по тем же трещинам, что и магма. По этим же

причинам и залыбандам даек иногда бывают приурочены рудные жилы. Иногда образование даек происходит и на стадии возникновения рудных жил. По этим причинам полевое изучение и картирование даек имеет важное значение для изучения строения и структуры рудных полей. Нередки случаи пересечения одних даек и рудных жил другими, более молодыми. Такие случаи нуждаются в особенно тщательном изучении, так как позволяют выяснить важные детали истории развития трещинной тектоники и связанной с ней магматической деятельности и проливают свет на проявления эндогенной рудной минерализации в процессе развития магматизма и ее связь с определенной стадией развития трещинной тектоники. В таких случаях надо точно определить состав пород каждой из пересекающихся даек и выяснить их относительный возраст и возраст оруденения.

Из сказанного следует, что тектонические трещины, выполненные магмой и ее производными не только надежно и точно фиксируются в ряде случаев, но проливают свет на процесс развития трещинной тектоники и позволяют выяснить некоторые интересные детали развития магматизма и оруденения в связи с проявлениями этой тектоники.

Некоторые крупные разломы без смещения не сопровождаются внедрением магмы и представлены зонами дробления и смятия. Эти зоны обычно бывают линейно вытянуты и сплошь пронизаны небольшими неправильными трещинами различных направлений. Трещины часто заполняются рудными жилами. Зоны дробления на некоторых участках бывают выполнены брекчией, цементированной кварцем, и часто контролируют распределение различных типов оруденения и заслуживают, поэтому, самого серьезного внимания при геологической съемке. Зоны смятия возникают при сжатии и в их пределах породы смяты и раздавлены, а трещины коротки и тесно облегают. Благодаря высокой влагоемкости перемятых и раздробленных пород

и циркуляции в них минерализованных вод зоны дробления и смятия обычно хорошо выявляются методом электропрофилирования и некоторыми другими геофизическими методами. На фоне более плотных вмещающих пород эти зоны характеризуются минимумами кажущегося удельного сопротивления и иногда повышенной радиоактивностью, что позволяет их обнаруживать также при помощи радиометрии.

Из параплас проще других обнаруживаются и картируются разрывы с вертикальным смещением крыльев по тем изменениям в структуре поверхности земли, которые они вносят (с учетом эрозийного среза). В курсе общей геологии (1, 1960 г., стр. 516-525) указывалось, что при срезе сброса плоскостью разрыва, близкой к горизонтальной, нарушения геологической структуры на поверхности будут различными в зависимости от характера пересеченной сбросом геологической структуры и от положения сбрасывателя. Вспомним основные возможные случаи:

1) Если сброс пересекает горизонтально лежащие породы - по изу сброса соприкасаются разновозрастные слои. Более молодые слагают опущенное крыло, более древние - приподнятое.

2) При пересечении продольным или косым сбросом моноклиinally падающих пород возможны две комбинации: а) поднятое крыло расположено в направлении падения слоев - выход пласта на поверхности повторяется;

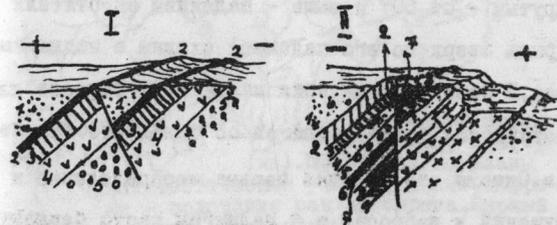


Рис. 19.

б) опущенное крыло расположено в направлении падения слоев - выход на поверхность одного или нескольких пластов отсутствует (рис. 19, 1-П).

3) При пересечении поперечным или диагональным сбросом складок - возможны соотношения, показанные на рис. 20. Их легко понять и запомнить, руководствуясь общим правилом, сформулированным М.М.Тетяевым: "видимое перемещение слоя на поверхности в направлении падения определяет приподнятое крыло сброса" (конечно, при горизонтальном или близком к горизонтальному эрозионном срезе).

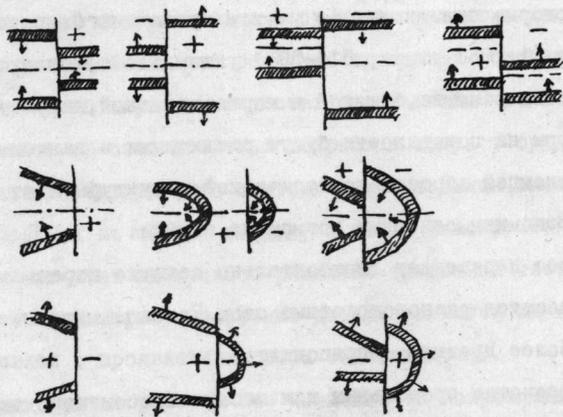


Рис. 20.

Взбросы (сбросы с крутым - от 60° и выше - падением сместителя и перемещением висячего крыла вверх по его падению) сходны с надвигами и часто неотличимы от них. В основу разделения надвигов и сбросов кладется обычно тесная генетическая связь надвигов со складчатостью, не обязательная для сбросов. Однако это отличие весьма неопределенно и отнесение разрывных нарушений к взбросам и к надвигам часто бездоказательно и имеет чисто условный характер.

Для надвигов считают характерными следующие морфологические особенности:

1) Плоскость разрыва обычно параллельна осям плоскостям несимметричных складок и простирание надвигов часто грубо параллельно простиранию складчатости.

2) Надвиговые поверхности часто образуют системы, разбивающие складчатую структуру на чешуй (чешуйчатые надвиги).

3) Структуры участков, соприкасающихся по надвиговому шву (линии пересечения плоскости надвига с поверхностью земли) могут быть различными и не поддаваться никакой увязке.

4) Надвиговые трещины обычно сжаты и заполнены милонитами или брекчий.

СДВИГИ относительно просто картируются лишь в тех случаях, когда они пересекают складки. В других случаях их можно обнаружить лишь косвенным путем (например, по смещению соприкасающихся по сдвигу участков долин, рис. 21).

ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Составление геологических карт даже средних масштабов для многих регионов СССР является уже пройденным этапом и обычно приходится заниматься их уточнением и детализацией. При этом, однако, иногда вскрываются существенные погрешности и вносятся серьезные коррективы в установленные и, казалось бы, надежно обоснованные представления. Чаще всего ошибочно определяется возраст пород. Например, с

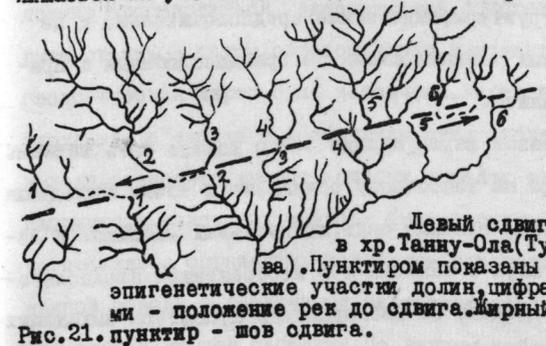


Рис. 21. пунктир - шов сдвига.

Левый сдвиг в хр. Танну-Ола (Тува). Пунктиром показаны эпигенетические участки долин, цифрами - положение рек до сдвига. Жирный шов сдвига. Жирный шов сдвига.

середине прошлого столетия толща красноцветных протерозойских отложений на севере Русской платформы по аналогии с распространенными южнее красноцветными девонскими породами относилась к девону и только в самое последнее время при бурении глубоких опорных скважин, вскрывших на больших глубинах протерозойские красноцветы, залегающие ниже девонских и внешне очень похожие на них, истина была восстановлена.

В течение последнего десятилетия очень существенные коррективы были внесены в разрез нижнего палеозоя и силура Тувы, заставившие заново пересмотреть историю геологического развития этой области и хребта Западный Саян и внести серьезные изменения в геологическую карту.

Таких примеров можно привести много. Они говорят о том, что при повторном картировании и, особенно, при увеличении масштаба с "емки" существующие стратиграфические и тектонические схемы следует проверять, детализировать и уточнять, обращая особое внимание на толщ, свиты и горизонты, возраст которых установлен не по фауне, а косвенным путем (по аналогии с соседними районами, по степени метаморфизма и т. п.), а также на тектонические структуры, выделенные предположительно и не подтвержденные фактическими данными, сколь бы правдоподобными и привлекательными они ни казались.

Составление геологической карты прежде всего должно быть точным. Точно должны быть нанесены на топооснову обнажения и точки наблюдений, точно должны быть изображены границы свит, интрузивных массивов и линии тектонических контактов, а в записях и в изображениях предполагаемое должно быть строго отделено от наблюдавшегося. Контуры выходящих

на поверхность горных пород нельзя усложнять "для красоты" излишними изгибами также, как и спрямлять изгибы, наблюдавшиеся в поле, сколь бы излишними или (еще хуже) противоречащими вашим выводам они ни казались.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Окончательная обработка полевых материалов, как указывалось, производится в течение камерального периода. Она достаточно сложна, требует специальных знаний и рассмотрение ее не входит в задачи настоящего пособия. Однако для успешного проведения камеральных исследований собранные материалы должны быть предварительно обработаны, обобщены и приведены в порядок в поле. К моменту возвращения с полевых работ геологическая карта, сводная стратиграфическая колонка, разрезы и карте, представление о геологическом строении района и о его перспективности должны быть доведены до такой стадии, чтобы произведенные во время камеральной обработки материалов дополнительные исследования внесли лишь некоторые уточнения и детализировали сделанную работу, не меняя ее содержания и основных выводов.

ОФОРМЛЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ обязательно должно производиться одновременно с полевыми исследованиями, без отрыва от них — таким образом, чтобы к моменту окончания полевых работ геологическая карта была закончена. Карта не только подводит итог наблюдениям с "емщика и обобщениям этих наблюдений, но и контролирует его выводы, позволяет выявить ошибки и найти верные пути к их устранению. Например, в некоторых случаях бывает очень трудно, а часто и невозможно, правильно определить положение опорного горизонта, контакта изверженной породы с осадочными, тектонического разрыва или какой-либо другой структуры под наносами. По данным наблюдений на смежных обнажениях

ях обычно возможно не одно, а два или даже несколько решений этой задачи, из которых правильно только одно. Однако обнаружить это возможно лишь при составлении геологической карты и только по карте можно определить место для проходки горных выработок с целью создания дополнительных искусственных обнажений, необходимых для однозначного решения этой задачи. Одно из многочисленных возможных соотношений такого рода представлено на рис. 22.

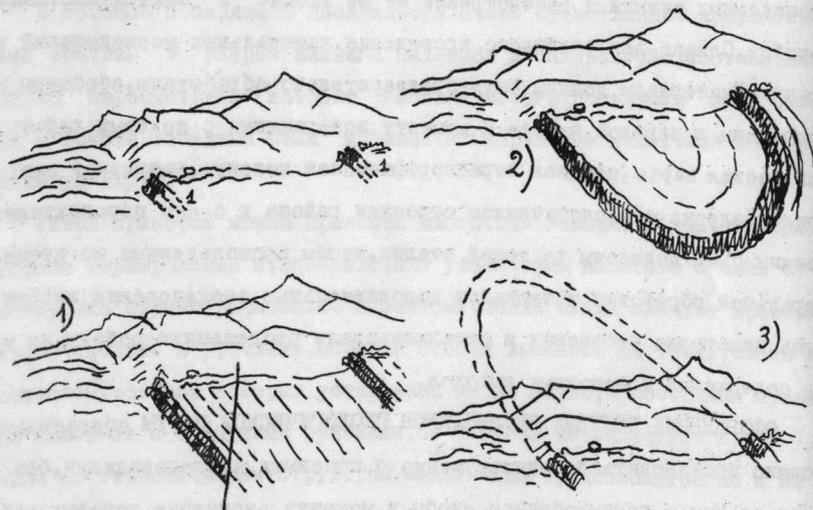


Рис. 22. Выход опорного горизонта в смежных обнажениях складчатой области и возможные случаи его положения между обнажениями.

Понятно, что если геологическая карта составляется в поле, расшифровать подобные структуры при помощи простеньких горных выработок (канав, шурфов, скважин, закопшек) можно быстро и дешево. Но после возвращения с полевых работ исправление таких обычных и небольших недочетов может вызвать очень большие затруднения, вплоть до повторных вы-

ездов в поле.

Рассмотрим методику построения выходов пластов и разрывных нарушений под наносами по данным наблюдений на смежных обнажениях.

Если пласт лежит горизонтально, то контуры его выходов под наносами будут параллельны горизонталям топографической карты. Пласт (также и трещина тектонического разрыва), падающий вертикально, протягивается на поверхности по простиранию, независимо от рельефа. Правило построения выхода на поверхность наклонного или имеющего любую криволинейную поверхность пласта (или трещины разрыва) В.Н. Вебер сформулировал так: "Чтобы построить выход пласта, надо его поверхность изобразить в горизонталях того же сечения, что и горизонтали карты, и на пересечениях одноименных горизонталей пласта и карты получим точки выхода этого пласта на поверхность" (3, 1937 г., стр. 157).

Обычно это не трудно. Тектонические структуры велики и обнажения встречаются настолько часто, что между ними располагаются относительно небольшие участки структур, в пределах которых пласты падают в одном направлении и их простирание близко к прямолинейному. Только на участках, вскрывающих перегибы и переклинные замыкания складок, или участки крыльев параплаз, расположенные вблизи сместителей, или участки, расположенные вдоль контактов стратиграфических несогласий оказываются достаточно сложными. Однако это сразу же бросается в глаза на общем фоне привычного монотонного залегания пород и невольностораживает. Искусство с"емки и заключается в выявлении и расшифровке подобных структур. На них нужно обращать особое внимание, применяя максимум запланированного метража вспомогательных горных выработок и широко используя геофизические методы.

На небольших расстояниях, на которых пласты сохраняют свое залеган-

ние, их горизонталы будут параллельными линиями, промежутки между которыми определяются котангенсом угла падения пластов. Техника построения выходов пластов на таких участках проста и сводится к следующему:

Если в точке А на горизонтали 40 обнажен пласт, падающий к югу под углом 30° (рис. 23), то через эту точку в направлении простирания пласта АБ проходит горизонталь пласта с отметкой 40. Построим сбоку (на чертеже слева) разрез вкост простирания, на котором точка А' отвечает точке выхода пласта А, а линия ВА'В' - положению пласта. Перпендикуляр

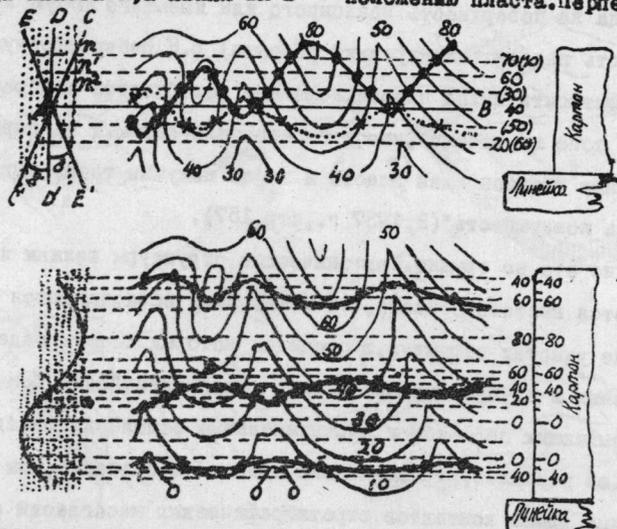


Рис. 23. Построение выхода моноклиinally падающего плоскостного пласта. Внизу - цилиндрической складки с горизонтальным шарниром. ГГ'к линии простирания пласта А'В на разрезе соответствует горизонту на высоте 40, а параллельные ему пунктирные линии, проведенные в расстоянии сечения горизонтами карты, пересекут на разрезе выход пласта в точках а, а', а''... и т.д. Линии, проведенные через эти точки параллельно линии простирания пласта А'В и будут горизонталями пласта того же

х) Описание сделано по работе В.Н.Вебера - 3, 1937 г., стр. 157-158.

сечения, что горизонталы карты. С найденными таким образом точками пересечения горизонталей пласта с одноименными горизонталями карты совпадают точки выхода пласта на поверхность. Соединив их линией, получим контур выхода пласта.

Чтобы не пачкать карты описанным выше построением, В.Н.Вебер советует определить котангенс угла падения пласта в масштабе карты в увеличенном размере (в 4-8 раз) и затем определить делением на 4 - 8 точное расстояние между горизонталями пласта. Расстояния, равные расстояниям между горизонталями пласта в масштабе карты, надо отложить на прямоугольном куске картона и передвигая этот картон вдоль линейки, положенной по простиранию пласта, последовательно отмечать точки на горизонтали карты, которые совпадут с соответствующими делениями картона.

Более сложных случаев построения выходов пласта мы разбирать не будем. Все они сводятся к построению его "подземного рельефа". Если данных для этого достаточно - построить выход пласта на поверхность возможно, если данных недостаточно - этого сделать нельзя. Нужно тем или иным путем получить недостающие данные.

Аналогичным образом производится построение выходов на поверхность трещин тектонических разрывов, а также любых других поверхностей, которые нужно показать на геологической карте.

Следует сказать, что контур выхода на поверхность пласта, трещины и пр. будет тем сложнее, чем крупнее масштаб с емки, больше колебания относительных высот и меньше углы падения. При плоском рельефе с относительными высотами менее 20 м отклонения выходов пласта от рельефа хорошо заметны лишь при углах падения меньше 5° . В каждом частном случае надо посмотреть, стоит ли строить точно выход пласта, или достаточно

отклонить его немного на глаз,сообразно рельефу.

РАЗРЕЗЫ К ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ составляются с целью показать строение необнаженных горизонтов земной коры по данным геологической съемки. Разрезы обычно задаются вкрест простирания горных пород на участках наиболее характерных с таким расчетом, чтобы, по возможности, полнее отразить показанные на карте главные структуры. Построенный таким образом разрез дополняет геологическую карту, облегчает ее чтение и наглядно иллюстрирует основные результаты геологической съемки. Геологические разрезы, кроме того, позволяют показывать горные породы, не выходящие на поверхность, обнаруженные по данным бурения, горных выработок, геофизики и т.п. Они позволяют также показывать изменение геологического строения с глубиной.

Линия, по которой составляется разрез, наносится на карту и обозначается на концах буквами (А - В, В - Г и т.д.). Она может быть прямой, если простирание пересекаемых ею толщ сохраняется на всем ее протяжении. Но если простирание меняется - она может быть и ломаной. Если одна толща перекрывает другую с азимутальным несогласием, то линия разреза проводится вкрест простирания более древней толщи, если, конечно, строение этой толщи выяснено. Во всех случаях линия разреза должна проходить через точки фактических наблюдений.

Расстояния, равные длине проведенной на карте линии разреза, выносятся за рамки карты и по горизонталям, пересеченным линией разреза, строится профиль поверхности с указанием некоторых географических названий (рек, горных вершин, поселков). На вычерченный профиль переносят-

х) Очень часто данных для построения разреза древних интенсивно дислоцированных толщ недостаточно и на разрезах их приходится показывать условно. В районе крымской практики, например, условно показывается строение пород таврической серии и разрез строится для иллюстрации несогласно залегающих на этой серии пород мела и палеогена.

ся с карты горные породы, пересекаемые линией разреза, с учетом элементов их залегания. Если разрез проходит вкрест простирания, а падение пород изменяется более или менее плавно, в точках, где измерялись элементы залегания, к линиям падения проводятся перпендикуляры (рис. 24), из точек пересечения которых проводятся дуги, соответствующие положению в разрезе слоистых толщ, падение которых замерено. Дуги проводятся только между перпендикулярами, в точках пересечения которых находятся их центры.



Рис. 24. Построение геологического разреза. Точки 1, 2, 3...7 - места измеренных падений (по В.Н. Веберу, 3, 1937 г., стр. 176). разреза осевой поверхности складки (рис. 24 между точками 4 и 5). Около проекции осевой поверхности пласты противоположных крыльев надо соединить произвольными дугами, так как истинный радиус их кривизны неизвестен.

В случаях, когда линия разреза проходит не вкрест простирания, проекции пластов на плоскость разреза (их видимое падение) можно получить графически. Для этого надо построить угол α (рис. 25), равный углу

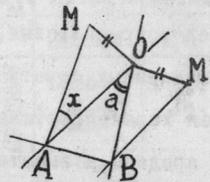


Рис. 25.

между азимутом падения пластов и направлением разреза. В вершине этого угла восстанавливаются перпендикуляры к его сторонам, на которых откладываются равные произвольные отрезки OM и OM'. В точке M' строится угол, дополнительный к замерен-

ному (истинному) углу падения пластов β (т.е. $90^\circ - \beta$). Из точки пересечения стороны этого угла со стороной угла α (на рис. 25 - В) восстанавливается перпендикуляр к ОВ до пересечения с другой стороной угла α (в точке А). Угол ОАМ и будет искомым видимым углом падения пластов в плоскости разреза.

Геологические разрезы обычно строятся в одинаковом горизонтальном и вертикальном масштабах с показом литологии выделяемых стратиграфических подразделений (см. приложение 2).

СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНОЙ КОЛОНКИ производится, как указывалось, путем сводки омеренных в обнажения частных колонок (см. стр. 58) с использованием геологической карты и материалов, полученных на точках наблюдения. Колонка вычерчивается в виде вертикальной полосы шириной в 4-5 см, на которой в масштабе, определяемом мощностью осадочных образований, наносятся все показанные на карте стратиграфические подразделения с указанием их литологии (см. приложение 2). Древние отложения показываются внизу, молодые - вверху колонки. Каждое стратиграфическое подразделение отделяется от подстилающего его в случае согласного залегания горизонтальной чертой. Стратиграфические несогласия обозначаются волнистой, а угловые - зигзагообразной (угловатой) линиями. Интрузивные породы показываются на колонке с указанием их положения в разрезе, характера контактов и (если возможно) возраста. Вулканогенные толщи показываются также как и осадочные породы, вместе с ними.

Слева от колонки помещаются названия систем, отделов, ярусов, свит, подсвит, горизонтов и их возраст. Справа - мощности выделенных стратиграфических подразделений и их краткая литологическая характеристика (рис. 26). В случае колебаний мощности указываются их пределы, а высота данной части колонки вычерчивается по средней мощности.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	Надъярус или ярус	ИНДЕКС	КОЛОНКА	МОЩНОСТЬ М. В. М.	ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	ПАЛЕОЦЕН	Лютецкий	Pg_2^2		30	Нуммулитовый известняк. Фауна обильная (<i>Nuttallites</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Pecten</i> и др.).
		Ипрский	Pg_2^1		10	Желтоватые глины с <i>Nuttallites</i> .
		?	Pg_1^4		7	Песчаники, глины и мергели с пелиподами
		Датский	$Cr_2 d$		4	Массивный мшианковый известняк с обильной фауной (<i>Ostrea</i> , <i>Gryphaea</i> , <i>Pecten</i> , <i>Nautilus danicus</i> , мшианки).
Я	А	И	СЕНОН	$Cr_2 sl$	150	1. Светлые мергели с <i>Alectrionia</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Belemnitella americana</i> , <i>B. lanceolata</i> и др. (маастрихт). Мощность до 25 м.
						2. Светлые тонкослойные мергели с обильной фауной <i>Belemnitella mucronata</i> , <i>Baculites</i> , <i>Spondylus</i> , <i>Gryphaea</i> , <i>Inoceramus</i> , гастроподы, еже, <i>Ventriculites</i> и др. (кампан, сантон, коньяк)
О	Р	Е	Турон	$Cr_2 t$	50	Белые плотные мергели с характерными включениями серых кремней. Фауна бедная (<i>Inoceramus lemarcki</i> , остатки рыб, ходы червей).
			Сеноман	$Cr_2 sp$	50	Светлосерые песчанистые мергели, в основании глауконитовый песок с прослоями мелкогалечного конгломерата. Фауна - <i>Neebites ultimus</i> , <i>Inoceramus anglicus</i> , аммониты и др.
М	Н	И	Альб	$Cr_1 al$	20	Светлые глины, песчаники и пески с бедной фауной (<i>Neebites</i>).
			Апт	$Cr_1 ap$	25	Серые глины, иногда с гипсом, фауна бедная (<i>Neebites</i> , <i>Aucellina</i>)
			НЕОКОМ	$Cr_1 n$	7	Органогенные известняки с обильной фауной. Базальный конгломерат
ПРСКАЯ	СРЕДНИЙ	Байос и Лален	J_2		600	Сланцы и песчаники с прослоями эффузивов и туфов. Малые интрузии среднего и основного состава, фауны мало (<i>Parkinsonia parkinsoni</i>)

Рис. 26. Образец стратиграфической колонки.

ОТЧЕТ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ С"ЕМКЕ - анализ и обобщение полевых материалов и наблюдений - в существенной части должен составляться в поле по мере поступления новых данных (параллельно с составлением геологической карты), хотя окончательное его оформление производится в течение камерального периода. В отчете обычно выделяются разделы следующего содержания:

1. Введение, в котором указывается географическое и административное положение района, цель работ, задание и его выполнение (масштаб с"емки, объем произведенных работ и сроки их выполнения, сведения о применявшейся методике геологических, геофизических и геохимических исследований), исполнители (их состав, нагрузка и - очень кратко - доля участия каждого в производстве полевых и камеральных исследований и в составлении отчета), стоимость работ и технико-экономические показатели. Текст иллюстрируется мелкомасштабной обзорной картой с указанием границ района произведенных работ.

2. Физико-географический очерк. Приводится краткая характеристика рельефа и гидросети, главным образом, с точки зрения их влияния на выполнение геолого-с"емочных работ (степень и характер расчлененности, абсолютные и относительные высоты главных водоразделов и долин, крутизна склонов, степень обнаженности, краткая характеристика рек, ручьев и других поверхностных водоемов и их режима). Так же, с учетом интересов горной промышленности и проведения геолого-поисковых и разведочных работ, делается описание климата, характера и распределения растительности, населенности района и рода занятий населения, путей сообщения и общих сведений об экономике.

3. История исследований приводится в виде краткой характеристики степени геологической изученности района к началу работ партии со ссылками на важнейшие литературные и фондовые материалы. Кратко изла-

гаются и критически оцениваются основные выводы и достижения каждой работы. Приводится перечень всех опубликованных геологических карт района с указанием их масштаба. То-есть представляется сжатая сводка материалов, проанализированных во время подготовки к полевым работам (см. стр. 15-16), но пересмотренных в свете новых данных, полученных в процессе геологической с"емки. Текст иллюстрируется картограммой геологической заснятости района.

4. Стратиграфия. Приводится описание всех выделенных на геологической карте комплексов осадочных и вулканогенных пород от древних и более молодых. Сжато характеризуются отличительные признаки каждого из выделенных стратиграфических подразделений: литологический состав, структуры и текстуры, характер слоистости и особенности микрорельефа поверхностей напластования, окраска и другие особенности, рассмотренные на стр. 30-36 данного пособия и в курсе общей геологии (1, 1960 г., стр. 165-194), а также приводятся списки фауны и флоры с указанием мест их находки и фамилий лиц, их определявших. Особо тщательно описываются опорные горизонты и точно указывается их положение в разрезе.

Характеристика фациальных особенностей приводится при описании каждого стратиграфического подразделения с указанием изменения фаций в разных участках района. Толщи с резко меняющимся фациальным характером могут быть представлены в описании двумя и даже несколькими разрезами, отдельными для каждого фациального комплекса. Например, грубые песчаники и мелкогалечные конгломераты эскиординской свиты, фиксирующие в районе крымской геологической практики внутригеосинклиналиное поднятие нижнеюрского времени, обычно выделяются в самостоятельную свиту и описываются отдельно от синхронных им глинистых нижнеюрских пород флишевого характера, выходящих часто в непосредственной близости

от грубообломочных пород типичной эскиординской свиты.

Вулканогенные породы (лавы, туфы, вулканические брекчии) описываются вместе с переслаивающимися с ними нормально-осадочными. При описании следует руководствоваться указаниями, приведенными на стр. 48-50. Изучение и описание стратиграфии метаморфических толщ весьма сложно и в общих чертах рассматривалось на стр. 52-54, к которым мы и отсылаем читателей.

Объем каждого выделенного на геологической карте стратиграфического подразделения должен быть приведен для различных участков района с обязательным указанием пределов колебаний мощности. Особое внимание надо обращать на описание контактов выделенных подразделений с подстилающими их породами. Нижняя граница каждого стратиграфического подразделения и ее положение в разрезе должны быть охарактеризованы так, чтобы любой геолог, ознакомившийся с отчетом, мог без труда определить их в поле. При описании несогласий следует руководствоваться указаниями, изложенными на стр. 42-45.

Текст иллюстрируется сводной стратиграфической колонкой, а также разрезами и частными колонками наиболее характерных обнажений, вскрывающих взаимоотношения выделенных свит, несогласия, особенности слоистости и текстуры, резкие смены фаций - всё послужившее основанием для главных выводов по стратиграфии.

5. Изверженные породы. В этом разделе магматические породы группируются по составу (выделяются кислые, основные, ультраосновные и щелочные) и по условиям образования - отдельно рассматриваются интрузивные (глибные и гипабиссальные) и (частично) эффузивные (последние в значительной мере характеризуются в главе "Стратиграфия"). В отчете приводится макроскопическое описание пород каждой группы по схеме, изложенной на

стр. 47-48 настоящего пособия с обобщением результатов наблюдений на различных массивах, сложенных породами одинакового состава и условий образования.

При описании интрузий надо указывать их размеры и форму (дайка, лавколлит, батолит и т.п.), приводить характеристику краевых и жильных фаций, а также контактов и контактных изменений (см. стр. 50-52), используя для этого не только геологические наблюдения, но и данные геофизических исследований, если таковые производились. Нужно, по возможности, определить возраст каждой интрузии или высказать соображения о наиболее вероятном возрасте по имеющимся данным. Вообще, форме и структурному положению интрузивных массивов, описанию малых интрузий, анализу возрастных взаимоотношений различных пород, процессам контактного и гидротермального метаморфизма следует уделять особое внимание, поскольку эти данные часто определяют особенности проявления эндогенного оруденения и контролируют распределение различных типов эндогенных рудопоявлений и месторождений.

При описании эффузивов надо отмечать последовательность вулканических проявлений и их связь с тектоническими процессами (например, со временем проявления складчатости, с образованием систем трещин определенного направления и т.п.). Если сохранились вулканические аппараты - нужно описать их форму.

6. Тектоника. Район любой, даже мелкомасштабной съемки занимает лишь небольшую часть некоторой крупной структуры или нескольких структур, если он приурочен к месту их сопряжения. Поэтому начинать описание тек-

х) Микроскопические признаки пород и их химико-минералогическая характеристика, обязательные для окончательного отчета, здесь не рассматриваются в связи с недостаточностью подготовки студентов 1-го и 2-го курса, для которых предназначается настоящее пособие.

тонике нужно с определения положения района в крупной структуре (или структурах) и с общей характеристики основных особенностей строения этой структуры в районе с"емки. Например, начиная описание тектоники бассейна р. Салгира в окрестностях Симферополя, нужно указать, что район этот расположен на северо-западном крыле качинского антиклинального поднятия, сложенного интенсивно дислоцированными породами таежической серии и средней кры, которые с резким угловым несогласием перекрываются полого залегающими отложениями мела и палеогена. То-есть в строении данного района отчетливо выделяется два структурных яруса.

Затем выделяются и уже детально описываются сначала участки наиболее крупных - основных - структур в пределах района с"емки (крупные антиклиналы и синклиналы, тектонические блоки в пределах крупных зон разрывных нарушений, крупные разломы и т.п.), а потом - второстепенные структуры, сопровождающие и осложняющие основные. При этом, конечно, большое значение имеет масштаб с"емки, определяющий в каждом случае размеры основных структур (основная структура на крупномасштабных картах будет второстепенной на картах средних масштабов, а на мелкомасштабных вообще часто не может быть показана).

При описании надо указать тип каждой структуры и ее отличительные особенности в районе с"емки, сопровождая характеристику зарисовками и разрезами обнажений, на которых вскрыты эти особенности, и тектоническими схемами сложных и показательных участков в масштабе более крупном, чем масштаб с"емки. Очень важно приводить доказательства и соображения о взаимосвязи выделенных структур и о последовательности их образования. Очень важно установить связь тектонических движений и структур, с одной стороны, с проявлениями магматической деятельности (то-есть привести доказательства и высказать свои соображения о при-

урочности различных комплексов или групп магматических пород и тем или иным тектоническим структурам и установить связь во времени между проявлениями тектоники и магматизма - например, выделить до-складчатые, одновременные с проявлением складчатости или той или иной ее фазы и после-складчатые проявления магматизма), а с другой стороны, уловить и охарактеризовать связь тектонических движений и структур с изменением фаций осадочных образований. Очень важно, наконец, установить связь обнаруженных в районе с"емки полезных ископаемых с тектоническими движениями и приуроченность их к тем или иным типам структур.

7. История геологического развития. Этот раздел является одним из наиболее сложных и трудных, особенно для начинающих специалистов, потому что районы средне- и крупномасштабных с"емок (не говоря уже о детальных) слишком невелики и в их строении отражены далеко не все геологические процессы, свидетелями которых они были, а лишь отдельные и часто далеко не типичные, а случайные детали этих грандиозных процессов. Между тем историю геологического развития принято вести по отдельным крупным этапам, начиная с наиболее древних времен. Поэтому здесь, как и в главе о тектонике, описанию своих выводов и наблюдений следует предпослать характеристику истории геологического развития крупной структуры, небольшой частью которой является район с"емки. Сделать это, однако, нужно очень сжато и кратко, не вдаваясь в излишние подробности, не имеющие отношения к району с"емки. Нужно найти место района с"емки в ходе геологического развития крупного региона, определить его значение и с этих позиций разобрать наиболее характерные частные детали последовательного развития отдельных тектонических структур, особенностей литологии, магматической деятельности и проявления фаций, подтверждающие ваши выводы.

Например, чтобы восстановить историю геологического развития части бассейна р. Альмы в районе крымской геологической практики, нужно тщательно проанализировать имеющиеся материалы по истории развития качинского антиклинория, на северо-западном крыле которого производится практика. Формирование этой структуры началось в лейасе и сопровождалось специфическими явлениями, оставившими след в геологическом строении района практики. Мы видим там четко выраженное двурусное строение, наличие несогласий и перерывов в накоплении осадков в разрезах каждого яруса, ритмичность в строении некоторых толщ, наличие во многих горизонтах обильной фауны, достаточно резкую смену фаций как в пространстве, так и во времени (эскиординская свита, разрез меловых и третичных пород) и, наконец, интенсивные проявления вулканизма в средней юре. Все это позволяет восстановить палеогеографические условия и наметить основные стадии развития качинского антиклинория, описание которых подробно излагается в литературе (например, в книге М. В. Муратова "Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова", 1960 г.). Вместе с тем определяется и место района практики в ходе геологического развития крупной структуры, а также и те особенности геологического строения, на которые следует обратить внимание, при составлении рассматриваемого раздела отчета.

К числу этих особенностей относятся:

1) Фациальные изменения эскиординской свиты в различных участках района практики, на основании которых делается вывод о начале поднятия качинского антиклинория.

2) Характер перехода от нижней к средней юре, определяющий представления о наличии повсеместного на территории Крыма перерыва и структурного несогласия между лейасом (эскиординская свита) и доггером

(осадочно-вулканогенные толщи байоса), не всегда, однако, убедительно аргументированные.

3) Характер контакта нижнемеловых отложений (валанжин, готерив-баррем) с подстилающими породами, литологический состав и соотношения валанжинских и готерив-барремских пород.

4) Характер отложений апта и альба и их взаимоотношения с вмещающими породами.

5) Контакт между нижним и верхним мелом.

6) Контакт между верхним мелом и палеоценом и распространение известняков датского яруса.

Перечисленные особенности послужили основанием для многих существенных палеогеографических выводов. Выводы эти нужно проверить и, по возможности, уточнить и детализировать, а, может быть, и внести некоторые изменения в существующие представления. Например, надо тщательно изучить разрез толщи осадочных пород в промежутках между эскиординской свитой и вулканогенными породами байоса (особенно тщательно искать фауну ааленского яруса), чтобы подтвердить (или опровергнуть) мнение о наличии повсеместного перерыва и несогласия между лейасом и доггером. Нужно, используя геофизику, по возможности точно очертить выходы отложений апта и альба, их мощность и распространенность под наносами, чтобы восстановить форму выполненной ими депрессии. Короче говоря, надо критически пересмотреть, уточнить и дополнить на основе собственных наблюдений существующие представления об истории геологического развития данного участка качинского антиклинория.

8. Геоморфология. В этом разделе обобщаются результаты наблюдений рельефа и приводится описание выделенных типов и характерных форм с выделением морфологических комплексов (ледниковых, эрозийных, эоловых

и др., см. 1, 1960 г., стр. 552-557). Описание производится с учетом указанных на стр. 63-64 данного пособия и иллюстрируется photographиями, зарисовками, схемами, профилями долин, водоразделов и других характерных форм рельефа. Особое внимание обращается на связь рельефа с геологическим строением и приводятся данные, послужившие основанием для выделения морфологических комплексов и типов рельефа. Приводятся и аргументируются выводы о происхождении и последовательности образования (возрасте) выделенных элементов и типов рельефа. В этом отношении многое дает изучение гидросети (см. стр. 64-66). В конце описания приводится история развития рельефа.

9. Гидрогеология. Указания, необходимые для составления этого раздела, приводятся на стр. 66-69 данного пособия, к которым мы и отсылаем читателей.

10. Полезные ископаемые. В этом разделе приводится характеристика месторождений и рудопроявлений, известных в районе с'емки и обнаруженных в процессе работы (указывается название месторождения, его точное местонахождение, геология, сведения или представления автора о генетическом типе, минералогия, соотношения с вмещающими породами). Излагаются выводы и представления автора о связи встреченных в районе типов оруденения со стратиграфией, магматизмом, метаморфизмом и с определенными структурами. В этой же главе сообщаются результаты геофизических поисков, металлометрических исследований и шликерного опробования и приводятся наблюдения и выводы автора о значимости тех или иных поисковых критериев, а также рекомендации в отношении методики и направления поисковых и разведочных работ в дальнейшем. В заключении дается предварительная оценка выявленных рудопроявлений и излагаются представления автора о перспективах района.

11. Заключение. Содержание не регламентируется - излагаются основные результаты произведенной работы и намечаются очередные задачи геологических исследований в дальнейшем.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Курс общей геологии. Составлен коллективом кафедры Общей геологии Ленинградского горного института им. Г. В. Плеханова под научным руководством проф. В. И. Серпухова, Госгеолтехиздат, 1960 г.
2. Методическое руководство по геологической с'емке и поискам. Составлено группой геологов ВСЕГЕИ под общим руководством С. А. Музылева, Госгеолтехиздат, 1964 г.
3. Вебер В. Н. Методы геологической с'емки. ОНТИ НКТП СССР, 1937 г.
4. Апродов В. А. Геологическое картирование. Госгеолтехиздат, 1952 г.
5. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. Госгеолтехиздат, 1960 г.

x x x
x x
x

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

Приложение 1

ЭРА	ПЕРИОД (система) Цвет и индекс	Длительность (возраст от начала эры в млн. лет)	ЭПОХА (отдел)	ВЕК (ярус)	Индекс
М Е З О З О Й С К А Я	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ Желтовато-серый	1			Q
	НЕОГЕНОВЫЙ N ЖЕЛТЫЙ	25-30	Плиоценовая N ₂	Ашперонский N ₂ ap Акчагыльский N ₂ ak Куяльницкий N ₂ kl Киммерийский N ₂ k Понтический N ₂ pn	N ₂
			Миоценовая N ₁	Маотический N ₁ m Сарматский N ₁ s Тортоносский N ₁ t Гельветский N ₁ h Бурдигальский N ₁ b Аквитанский N ₁ ak	N ₁
	ПАЛЕОГЕНОВЫЙ Pg ОРАНЖЕВО-ЖЕЛТЫЙ	30-35	Олигоценовая Pg ₃	Хатский Pg ₃ h Рупельский - Pg ₃ r Латторфский Pg ₃ l	Pg ₃
Эоценовая Pg ₂			Веммельский Pg ₂ v Ледский Pg ₂ lс Дитетский - Pg ₂ t Ипрский Pg ₂ i	Pg ₂	
Палеоценовая Pg ₁			Танетский Pg ₁ t Монтский Pg ₁ m	Pg ₁	
М Е З О З О Й С К А Я	МЕЛОВОЙ Cr ЗЕЛЕНЫЙ	55-60 (110-125)	Верхнемеловая Cr ₂	Датский Cr ₂ d (Маастрихтский Cr ₂ m Сенов Кампанский Cr ₂ ср Cr ₂ sn) (Самтоносский Cr ₂ st Коньякский Cr ₂ сн) Туронский Cr ₂ t Сеноманский Cr ₂ cm	Cr ₂
			Нижнемеловая Cr ₁	Альбский Cr ₁ al Аптский Cr ₁ ap Барремский Cr ₁ b Неоком Готермский Cr ₁ h Валанжин Cr ₁ v	Cr ₁

Продолжение

ЭРА	ПЕРИОД (система) Цвет и индекс	Длительность (возраст от начала эры в млн. лет)	ЭПОХА (отдел)	ВЕК (ярус)	Индекс
М Е З О З О Й С К А Я	J СИНИЙ	25-35 (135-160)	Верхнеюрская J ₃	Титонский J ₃ t Киммериджийский J ₃ km Окефордский J ₃ ok Келловейский J ₃ cl	J ₃
			Среднеюрская J ₂	Батоний J ₂ bt Байосский J ₂ bj Ааленский J ₂ a	J ₂
			Нижнеюрская J ₁	Тоарский J ₁ t Домерийский J ₁ d Плинебаховский J ₁ p Лотарингский J ₁ l Синемурский J ₁ s Готтальский J ₁ h	J ₁
	ТРИАСОВЫЙ T СИНИЙ	30-35 (165-195)	Верхнетриасовая T ₃	Ретский T ₃ r Норийский T ₃ n Карнийский T ₃ k	T ₃
Среднетриасовая T ₂			Ладинский T ₂ l Анжлийский T ₂ a	T ₂	
Нижнетриасовая T ₁			Оленекский T ₁ o Индексий T ₁ i	T ₁	
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	P ОРАНЖЕВО-КОРИЧНЕВЫЙ	25-30 (190-225)	Верхнепермская P ₂	Татарский P ₂ t Казанский P ₂ kz Уфимский P ₂ uf	P ₂
			Нижнепермская P ₁	Кунгурский P ₁ kg Артинский P ₁ a Самарский P ₁ s	P ₁
	С СИНЕВАТО-СЕРЫЙ	50-55 (230-280)	Верхнекаменно-угольная C ₃	Оренбургский C ₃ o Гельский C ₃ g Касимовский C ₃ k	C ₃
			Среднекаменно-угольная C ₂	Московский C ₂ m Башкирский C ₂ b	C ₂
			Нижнекаменно-угольная C ₁	Намровский C ₁ n Визейский C ₁ v Турнейский C ₁ t	C ₁

ЭРА	ПЕРИОД (система) Цвет и индекс	Длительность (возраст от начала эры в млн. лет)	ЭПОХА (отдел)	ВЕК (ярус)	Индекс
КАМБРИЙСКАЯ	ДЕВОНСКИЙ D КОРИЧНЕВЫЙ	45-50 (285-330)	Верхнедевонская D ₃	Фаменский D ₃ fm Франский D ₃ fr	D ₃
			Среднедевонская D ₂	Живетский D ₂ gv Эйфельский D ₂ e	D ₂
			Нижнедевонская D ₁	Кобленцкий D ₁ c Жадинский D ₁ gd	D ₁
СИЛУРИЙСКАЯ	СЕРО-ЗЕЛЕННЫЙ (светлый) S	40-45 (325-375)	Верхне-силурийская S ₂	Лудловский S ₂ ld	S ₂
			Нижне-силурийская S ₁	Венлокский S ₁ w Лландоверский S ₁ ln	S ₁
ОРДОВИКСКАЯ	СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЙ (темный) O	70-80 (385-455)	Верхне-ордовикская O ₃	Ангильский O ₃ a Карадокский O ₃ c	O ₃
			Средне-ордовикская O ₂	Лландельский O ₂ l Лланвирнский O ₂ ln	O ₂
			Нижне-ордовикская O ₁	Аренгский O ₁ ar Тремадокский O ₁ t	O ₁
ПАЛЕОЗОИЧЕСКАЯ	КЕМБРИЙСКИЙ St ТЕМНО-СИНО-ЛЕТОВЫЙ	70-90 (465-545)	Верхне-кембрийская St ₃	Ярусы не выделены	St ₃
			Средне-кембрийская St ₂	Майский St ₂ m Амгинский St ₂ a	St ₂
			Нижне-кембрийская St ₁	Ленский St ₁ l Алданский St ₁ a	St ₁
СИНИЙ КОМПЛЕКС	Sn	?	Подразделения имеют местное значение		Sn

ЭРА	ПЕРИОД (система) Цвет и индекс	Длительность (возраст от начала эры в млн. лет)	ЭПОХА (ОТДЕЛ)	ВЕК (ярус)	Индекс
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	РОЗОВЫЕ ТОНА Pt	700 (~ 1200)	Подразделения имеют местное значение		Pt
АРХЕЙСКАЯ	РОЗОВЫЕ ТОНА A	1800 (~ 3000)	Подразделения имеют местное значение		A

РАСЦВЕТКА И ИНДЕКСЫ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПОРОД
(изверженные породы изображаются яркими красками)

Граниты, сиениты (γ) - красный цвет. Габбро и диориты (δ) - темнозеленый цвет. Диабазы, порфириты и мелафиры (μ) - сине-зеленый цвет. Перидотиты, пироксениты, эмезивиты (б) - оливково-зеленый цвет. Порфиры (π) - буро-красный цвет. Трахиты и риолиты (липариты) (τ) - оранжевый цвет. Базальты (β) - темнокрасный цвет. Андезиты (α) - фиолетовый цвет. Вулканические туфы (t) - их индекс добавляется к индексу соответствующей эффузивной породы.

Отделы и ярусы одной системы раскрашиваются различными тонами одного цвета. Более древние раскрашиваются более густым тоном.

Отложения синийского комплекса раскрашиваются сиренево-розовым цветом.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ЛЕГЕНДА ДЛЯ КОЛОНОК ПО Е. МИЛАНОВСКОМУ (из книги В.Н. Вебера - 3, 1937 г., стр. 183)

	Известняк		Конгломерат		Конкреции
	Мергель		Брекчия		Лесс
	Сланец		Уголь		Морена
	Доломит		Битуминозный сланец		Кислые глубокие породы
	Мика		Торф		Глубинные породы среднего состава
	Опока		Фосфорит		Основные глубокие породы
	Гнейс		Соль		Кислые лавы
	Аргиллит		Известняковая слоистость		Средние лавы
	Глинистый сланец		Мергелистая слоистость		Основные лавы
	Лесс		Доломитизация		Туфы кислых пород
	Слоистый песок		Кремнистость		Туфы средних пород
	Ископаемый песок		Железистость		Туфы основных пород
	Галечник		Метаморфические сланцы		Метаморфические сланцы
	Щебень		Пиритизация		Пример применения значков для примесей: пиритизированный известняк
	Песчаник		Галька		Значки: цифра, значек ставится слева от колонки против соответствующего слоя

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение.....	стр. 1
Геологические с"емки и геологические карты.....	3
Масштабы и разновидности геологических с"емок и карт, принятые в Советском Союзе.....	7
Требования, предъявляемые к геологическим с"емкам и картам различных масштабов.....	13
Обзорные геологические карты.....	14
Карты специального назначения.....	14
Условные обозначения.....	15
Подготовка к полевой работе. Изучение имеющихся геологических материалов.....	15
Графические материалы. Материалы аэрофотос"емки.....	16
Изучение каменных материалов. Составление плана исследований.....	18
Организация хозяйства. Транспорт.....	19
Оборудование, снаряжение и материалы.....	21
Карты.....	21
Инструменты.....	22
Химические реактивы.....	25
Остальное оборудование и материалы.....	25
Полевой период геологического картирования. Методика производства полевых исследований.....	26
Изучение и описание обнажений. Записная книжка геолога.....	29
Описание осадочных пород.....	30
Окраска осадочных пород.....	31
Слоистость осадочных пород.....	33
Микрорельеф поверхностей напластования. Знаки рьяби.....	34
Первичные трещины.....	35
Прочие знаки на поверхностях напластования. Гидроглифы.....	35
Характерные прослойки (опорные или маркирующие горизонты).....	36
Изучение геологических структур.....	36
Определение элементов залегания осадочных пород.....	37
Дисгармоничная складчатость.....	39
Кливаж.....	41
Изучение несогласий.....	42
Сбор ископаемых органических остатков.....	45
Описание изверженных пород.....	47
Изучение контактов изверженных пород.....	50
Изучение метаморфических пород.....	52
Изучение разрывных нарушений в обнажениях.....	54
Зарисовка и фотографирование обнажений.....	57
Отбор образцов.....	59
Точки наблюдения во время с"емки. Каменные россыпи.....	61
Другие рыхлые поверхностные образования.....	62
Изучение рельефа.....	63
Изучение гидросети.....	64
Геологические исследования при геологической с"емке.....	66
Некоторые вспомогательные методы исследований. Метод вертикального электрического зондирования.....	69
Электропрофилирование.....	72
Магнитометрические исследования.....	73
Радиометрические исследования.....	73

	стр.
Металлометрические исследования. Шлиховое опробование.....	78
Обобщение результатов полевых наблюдений.....	80
Определение структурного этажа, свиты, подсвиты, горизонта.....	82
Методы выделения стратиграфических подразделений.....	84
Определение мощности и последовательности образования стратиграфических подразделений.....	86
Методика картирования разрывных нарушений.....	88
Возможные ошибки при составлении геологических карт.....	93
Предварительная обработка материалов.....	95
Оформление полевых экземпляров геологической карты.....	95
Разрезы к геологической карте.....	100
Составление сводной колонки.....	102
Отчет о геологической съемке.....	104
Рекомендуемая литература.....	113
Приложение 1 - Геохронологическая таблица	114
" " 2 - Литологическая легенда для колонок по Е. Милановскому	118

X X X

X X

X