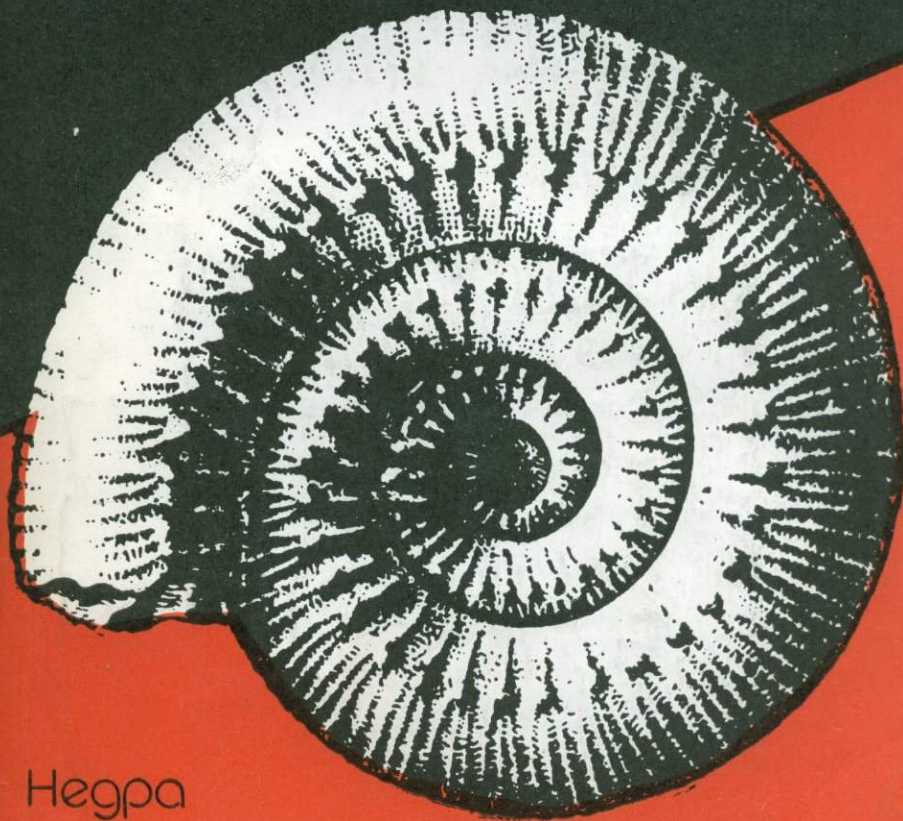


С.С. Кузнецов

геологические ЭКСКУРСИИ



Недра

С. С. Кузнецов

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭККУРСИИ



ЛЕНИНГРАД . «Н Е Д Р А»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1978



2539

Кузнецов С. С. Геологические экскурсии. Л., «Недра», 1978. 175 с.

Геологические экскурсии — основной метод полевого геолога, позволяющий овладеть специальными навыками и понять процессы, которые создают рельеф поверхности Земли и глубинное строение ее недр.

В книге популярно рассказано о земной поверхности, о горных породах. Приведены сведения о геологическом возрасте пород, остатках древних животных и растений, полезных ископаемых. Просто изложены основные способы геологических наблюдений, примеры глазомерного определения высоты, ширины речных долин. Указано простейшее оснащение для полевой геологической работы.

Книга будет полезна краеведам, туристам, преподавателям географии и естествознания педагогических институтов, геолого-разведочных техникумов, средних школ. Известно много случаев, когда вооруженные основами геологических знаний краеведы, студенты и ученики были первооткрывателями ценных полезных ископаемых и становились помощниками геологов-профессионалов.

Табл. 8, ил. 68, список лит. 39.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Равнины и горы — вот основные формы устройства земной поверхности в пределах материков. Они знакомы каждому по собственным наблюдениям, по книгам и рассказам, из кинофильмов и телепередач. Различие их не ограничивается внешними особенностями, оно заключается и в строении этих участков наших континентов, и в ходе длительной истории их развития. Эти вопросы изучает геология — наука о Земле, познакомить с основами которой имеет цель данная книга.

Основное внимание при этом автор уделяет равнинам, где, на первый взгляд, все так просто и ясно. Однако на примере равнин читатель увидит, как сложно складывалась история этих пространств, как можно при знакомстве с их особенностями познать прошлое, отделенное от нас миллионами, десятками и сотнями миллионов лет.

На равнинах живет большая часть населения нашей страны, находятся крупнейшие города, промышленные центры, основные сельскохозяйственные районы. Передвижение на равнинах не связано с такими трудностями, как в горах. Выйдя из дома, легко выбраться за пределы родного населенного пункта и приступить к изучению окрестностей, где можно наблюдать много интересного и полезного. Научить видеть и помочь в толковании увиденного — задача книги, которую читатель держит в руках.

Книга эта состоит из трех разделов. Раздел I «Колебательные движения земной коры — основа геологических процессов» дает представление о внутреннем строении нашей планеты. Изучение землетрясений

позволило установить существование двух главных оболочек Земли: коры, мантии — и ядра. Первая оболочка сложена горными породами, магматическими и осадочными; под материками толщина ее 30—40, под горами 50—60, даже 80 км; под океанами — не больше 10 км. Под земной корой находится вторая главная оболочка — мантия. Она в глубину идет до 2900 км. Здесь область высоких температур и давлений, материя находится в атомно-молекулярном состоянии. Плотность вещества увеличивается скачками, как и скорость сейсмических колебаний. Ядро Земли занимает весь объем на глубине от 2900 до 6370 км, до центра нашей планеты. Там преобладает железо-никелевое вещество значительной плотности в твердом, может быть, частью в жидком состоянии. Наши знания о строении ядра пока во многом условны. Ясно, однако, что вещество мантии и ядра космического происхождения. Оно было вычерпано из космоса в допланетную стадию Земли.

Горные породы, слагающие земную кору, известны как по своему вещественному составу, так и по происхождению. Они возникли уже в планетную, геологическую, стадию Земли и находятся под непрерывным мощным воздействием тех бурь, которые бушуют в мантии. Удары их колеблют тонкую земную кору, и блоки ее находятся в постоянном движении, как вертикальном, так и горизонтальном. Эти движения и являются основной причиной всех геологических процессов в недрах земной коры, а в значительной степени и на ее поверхности.

Раздел II содержит начальные геологические знания, необходимые для полевых наблюдений в природе. Здесь сообщаются сведения о горных породах, их химическом составе, механических свойствах, происхождении и ценности в качестве строительных материалов, руд, драгоценных камней, ископаемого топлива в виде нефти, горючего газа, каменного угля, торфа, а также веществ, важных в сельскохозяйственном производстве.

Затем характеризуются остатки растений и животных, содержащиеся в осадочных горных породах. Эти остатки позволяют восстановить растительный и животный мир, развивавшийся в течение не менее

миллиарда лет на Земле. Они же представляют собой как бы каменные буквы, по которым геолог читает прошлое пород, последовательность и условия их образования.

Раздел III говорит о приемах и способах ведения полевых геологических исследований во время экскурсий по речным долинам, оврагам, водоразделам, берегам озер и морей. Приводятся примеры выполнения наблюдений, записывания, вычерчивания, глазомерных измерений расстояния, высоты, работы с географическими и геологическими картами, с горным компасом, дается перечень снаряжения и инструментов, с помощью которых геолог работает. Книга заканчивается небольшим списком общей и специальной литературы. Рекомендуются, как знание геологии местности, полученное в результате личного полевого исследования, использовать в практике, например при выборе линии прокладки дорог, при выявлении и оконтуривании каменного строительного материала, при поисках разных полезных ископаемых, рудных и нерудных, при указании особенно быстро растущих оврагов, участков речных и озерных берегов, подверженных опасным оползням, обвалам, мест наиболее вероятного неглубокого залегания питьевых грунтовых вод.

Книга предназначена не специалисту, а всякому интересующемуся окружающей природой, который намерен узнать основные способы ее познания путем самостоятельной исследовательской работы, в данном случае геологической. Наиболее просто овладеть начальными приемами такой работы на равнинах с их легко наблюдаемым несложным рельефом и сравнительно простым строением недр.

Раздел I

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ
ЗЕМНОЙ КОРЫ — ОСНОВА
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



РАВНИНЫ. ПЛАТФОРМЫ

Равнина представляет собой часть суши с просто устроенной поверхностью, характеризующейся пологими плавными переходами от повышенных участков к понижениям и небольшой разницей высот между ними. Условно считают, что равнины поднимаются над уровнем моря не выше 200—300 м. Однако на материках бывают равнинные пространства, находящиеся на высоте от 500 до 1000 м. Их называют плоскогорьями; относительные превышения здесь значительные. На каждом материке равнины и плоскогорья занимают большие площади. Иногда их называют великими, например, великая Русская равнина или, как теперь принято, Восточно-Европейская, площадью до 5 млн. км², что составляет около 50% Европы (10 млн. км²). В среднем равнины занимают от 20 до 40% площади отдельных континентов. Другим крупным элементом рельефа континентов являются горы. Примечательно, что великие равнины всегда расположены в средней части материка, а горы как бы окаймляют их.

Наука о земле — геология основательно изучила строение недр, которые лежат под такой ровной поверхностью. Выяснилось, что великая равнина — грандиозная глыба, имеющая двухэтажное строение. Первый этаж, или фундамент, залегает в разных частях материка на неодинаковой глубине. Местами он выходит на дневную поверхность и здесь, следовательно, равнина имеет один структурный этаж. Местами фундамент погружен на несколько сотен и даже на одну-две, порою и более тысяч метров. Сложен фундамент крепкими, жесткими кристаллическими породами: гранитом, гнейсом, кристаллическими сланцами. Плотность их 2,6—2,8 г/см³. Они лежат на базальтовой постели также из кристаллических пород, но более тяжелых (плотность 3,0—3,2—3,5).

Второй, верхний, этаж сложен осадочными, слоистыми породами — песком, песчаником, глиной, известняком, доломитом и др. Он называется покровом, или чехлом. Мощность его зависит от глубины залегания фундамента: она мала, где фундамент близок к дневной поверхности, увеличивается по мере опускания фундамента. Осадочные породы чехла лежат преимущественно горизонтально, т. е. так, как они образовались слой за слоем.

Такие участки земной коры, имеющие двухэтажное строение и выраженные на поверхности равниной или плоскогорьем, геологи называли платформой. Те части платформы, где фундамент выходит на дневную поверхность и лишен чехла, представляют собой структуру, именуемую щитом; части же платформы, где фундамент погружен и покрыт чехлом, называют плитой (рис. 1).

Кристаллические породы фундамента Русской платформы древнейшие, по терминологии архейско-протерозойские, окончили свое формирование не менее 1,0 млрд. лет назад. Длительность накопления основной части осадочных пород чехла, слагающих второй этаж этой плиты, около 0,6 млрд. лет.

Платформы с подобным древнейшим фундаментом представляют собой ядра материков. К ним примыкают горы, которые построены главным образом из осадочных пород, смятых в большие и малые складки. Горы — образования более поздние, чем древние платформы. Все материка построены однотипно: основными их элементами являются древние платформы (щит плюс плита) и примыкающие к ним складчатые разновозрастные горы, но всегда более молодые, чем платформенные ядра. Структурные части их таковы (рис. 2).

Европа — Русская, или Восточно-Европейская платформа; к ней примыкают на севере Скандинавские горы, на востоке — Урал, на западе — Центрально-Европейские горы, на юге Альпы, Карпаты, Крым, Кавказ.

Азия — Сибирская платформа; ее обрамляют на севере Таймырские горы и погруженное под уровень моря продолжение их на запад и восток — Верхоянско-Колымские и Приохотские горы, на юге — Саяны, Алтай, Тянь-Шань, Казахский мелкосопочник, на западе — Урал и его погруженное продолжение под Западно-Сибирской равниной. Китайская платформа; к ней прилегают на севере и западе горы, отделяющие ее от Сибирской платформы, на юго-западе — Гималаи; на юге — горы северного

Рис. 1. Строение платформенного участка земной коры.
1 — кристаллический фундамент; 2 — чехол осадочных пород.

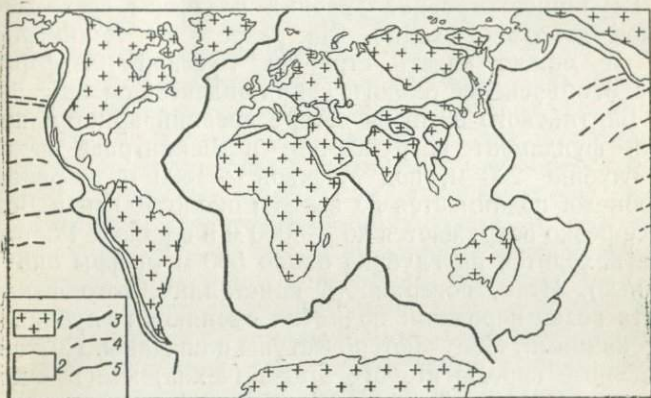
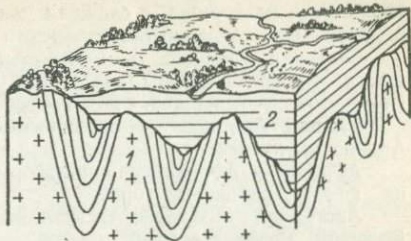


Рис. 2. Основные структурные элементы земной коры.

1 — платформы; 2 — складчатые горы (в пределах континентов);
3 — срединно-океанические хребты; 4 — главные разломы; 5 — границы тихоокеанского магматизма.

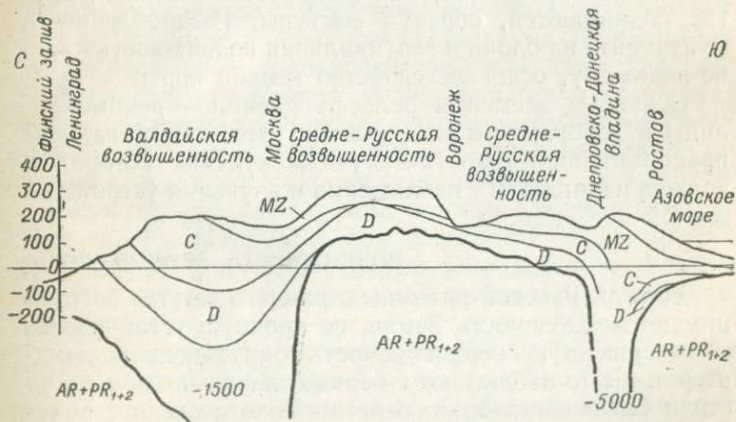


Рис. 3. Геологический разрез по линии Ленинград—Азовское море.

Индокитая, на востоке — сложная цепь гор по восточной окраине платформы и западно-тихоокеанским островам.

Северная Америка — Северо-Американская платформа; на севере — островные горы (аналог гор Скандинавии — Шотландии), на востоке — Аппалачи, на западе — Кордильеры.

Южная Америка — Бразильская платформа; на западе — Андийский хребет.

Африка — Африканская платформа; на севере — горы Атлас, на юге — Драконовы горы.

Австралия — Западно-Австралийская платформа; на востоке — Большой Водораздельный хребет.

Глубинное строение древних платформ всех материков довольно сходно. На разрезе от Ленинграда на юг можно видеть строение Русской платформы (рис. 3, объяснение геологических индексов см. на с. 54). От Балтийского щита на севере древний кристаллический фундамент погружается, в Ленинграде лежит на глубине 200 м, под Москвой — 1500 м, в районе Воронежа поднимается до высоты около 100 м, в Донбассе резко погружается до —5000 м и в районе Ростова уже находится на глубине около 500 м (цифры округленные). Итак, поверхность кристаллического фундамента резко неровная: поднятия сменяются глубокими опусканиями. Получаются выступы и впадины. Поэтому осадочные породы второго этажа (чехла) имеют очень разную мощность. Такое строение можно объяснить тем, что жесткий кристаллический фундамент разбит на части разной величины — блоки, и одни из них преимущественно опускаются, там получают впадины, другие поднимаются, образуя выступы. Раздробленность фундамента на блоки и вертикальная подвижность их, — по-видимому, основное свойство земной коры.

Основные элементы рельефа равнин — речные долины и водоразделы между ними. Это увидит каждый предпринявший геологическую экскурсию, которая и должна начинаться с наблюдения и изучения устройства земной поверхности.

ПОДВИЖНОСТЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Жители Русской равнины с раннего детства воспринимают незыблемость Земли, ее прочную устойчивость и совершенную неизменяемость окружающего ландшафта. Не то наблюдают с первых лет жизни обитатели стран Средиземноморья, берегов Тихого океана, полуострова Камчатки, Курильской цепи, Японских остро-

вов. Здесь часты землетрясения, порою на глазах людей исчезают острова и появляются новые. Земля представляется тут неустойчивой, беспокойной, подвижной. Еще в XV веке знаменитый художник, инженер, проникновенный ученый Леонардо да Винчи, найдя во множестве окаменелые морские раковины в горах, сказал: «Над равнинами Италии, там, где сейчас летают только птицы, в далеком прошлом на обширных отмелях плавали рыбы». Это великое и мудрое понимание природы во времена господства идей всемирного потопа было предвидением того, что подтвердилось почти четыре века спустя.

Изучение землетрясений, установление их преимущественной приуроченности к берегам Тихого океана, островам Атлантического океана, к Средиземноморью, а также геофизические исследования скорости сейсмических (от землетрясений) волн, пронизывающих Землю насквозь и в разных ее сечениях, открыли, что недра Земли и особенно ее верхняя оболочка — земная кора — подвижны. Изменения поверхности особенно наглядно доказаны повторными высокоточными геодезическими промерами. Они дали возможность определить размеры годового поднятия или понижения в разных местах Русской равнины. Эти величины колеблются от 4 до 10 мм в год, что может через 100 лет привести к поднятию или опусканию до 1 м.

Наблюдательные люди давно отмечали медленные изменения высоты, особенно заметные по берегам моря. Там о них ярко свидетельствуют перемещение вверх или вниз полосы прибоя, обмеление гаваней, подмыв берегов. Уже не менее двух веков назад возникло представление о «вековых колебаниях». Такие колебания уровня земной поверхности отчетливо ощущались на некоторых железнодорожных путях, например на прибайкальском участке Сибирской магистрали, на границе между Германией и Францией. Всегда здесь велись тщательные наблюдения за уровнем рельса и держались специальные рабочие для подсыпки балласта.

Существование «вековых колебаний» было установлено многими наблюдениями, но причины их объяснялись различно и произвольно. Приморские жители связывали их обычно с колебаниями морского уровня.

Текущее столетие ознаменовалось в геологии главным образом научным обоснованием вертикальных и горизонтальных движений земной коры. Уже в конце первой четверти века немецкий ученый Альфред Вегенер опубликовал смелую гипотезу о таком огромном перемещении или дрейфе континентов, что в результате образовался, например, Атлантический океан. Автор пытался обосновать свою идею геологическими, палеонтологическими, ботаническими и геоморфологическими данными, например сходством очертаний берегов современных материков. Особенно удивительной казалась близость очертания западного берега Африки и восточного Южной Америки.

Книга А. Вегенера о дрейфе континентов вызвала в ученном мире бурю. Одни соглашались с ним и начали подыскивать подтверждающие факты, другие резко отвергали и приводили серьезные возражения. Так продолжалось почти 40 лет. Накопилось много новых знаний о недрах Земли, о Луне, материках, дне океанов, и недавно появилась новая теория «тектоники плит». Под ними разумеют верхнюю оболочку Земли до 65 км мощностью. Континенты на таких плитах составляют небольшую верхнюю часть и движутся пассивно, начав дрейф около 200 млн. лет назад.

Многое стало известно о длительном вертикальном, притом колебательном движении платформ. Доказательства такого движения приведем дальше.

СТРОЕНИЕ НЕДР ЗЕМЛИ

Необходимо коротко остановиться на современных представлениях о строении нашей планеты. Это позволит нам понять неизбежность колебательного движения самой верхней ее оболочки, называемой земной корой. К середине нашего столетия геологи и геофизики убедительно обосновали оболочечное строение Земли и различали две основные оболочки: земную кору, мантию, — и ядро. Мощность земной коры до 35 км под равнинами, 50—60 и в редких случаях 85 км под горами (Тянь-Шань), а под океанами только 5—10 км. Мантия опускается в недра Земли до 2900 км,

ядро находится на глубинах от 2900 до 6370 км (центр планеты). Основанием для выделения оболочек послужили данные о скорости распространения волн, возникающих при землетрясениях (сейсмических), которая обусловлена плотностью вещества. В верхней части земной коры, сложенной осадочными породами, плотность составляет от 1,8 до 2,5 г/см³ (скорость 1,0—4,0 км/сек), в гранитном слое — 2,6—2,7 г/см³ (скорость 5,5—6,0 км/сек), в базальтовом — 2,8—3,0 г/см³ (скорость 6,1—7,4 км/сек). Под земной корой в верхней мантии плотность 3,1—3,3 г/см³ (скорость волн 7,8—8,2 км/сек), а в нижних областях мантии скорость распространения сейсмических волн достигает 11 км/сек. В земном ядре она меньше и колеблется около 9,0—10,0 км/сек.

Таким образом, в настоящее время в строении нашей планеты выделяется семь оболочек — три в земной коре и по две в мантии и ядре. Соотношение их мощности показано в масштабе на рис. 4. Кроме геологии и сейсмологии знание о недрах Земли опирается также на изучение строения и химического состава метеоритов, падающих на Землю из космоса.

Наиболее гипотетичны суждения о земном ядре, в котором различают жидкое и твердое ядро. Считается, что первое состоит из расплавленного железа с небольшой примесью никеля. Вещество жидкого ядра менее плотное, что и вызвало указанное выше уменьшение скорости сейсмических волн. Допускают наличие здесь в смеси с железом кремния или серы.

О физическом состоянии и составе мантии, особенно ее верхней части толщиной до 1000 км, знаний больше и они надежнее. Здесь мантия представлена известными геологам горными породами — перидотитами, дунитами и др. Они тяжелее базальтов, так как содержат больше железа, магния, кальция. В целом вещество мантии

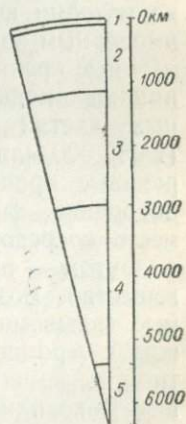


Рис. 4. Оболочки Земли.

1 — земная кора; 2 — верхняя мантия; 3 — нижняя мантия; 4 — внешнее (жидкое) ядро; 5 — внутреннее (твердое) ядро.

очень близко по составу к каменным метеоритам. Накоплены достаточные данные для утверждения, что ядро и мантия образовались в космическую стадию Земли, когда в газо-пылевом облаке, заполнявшем безмерное пространство солнечной системы, вещество собиралось в отдельные массы, будущие планеты. Следовательно, ядро и мантия сложены веществами космоса с их высокой температурой и непрерывным течением сложных физико-химических и атомных процессов. После образования планеты Земля прошло достаточно много времени, прежде чем началась геологическая стадия ее развития, когда медленно формировалась земная кора. Теперь материковая ее часть состоит из трех оболочек: осадочной, гранитной, базальтовой. На больших площадях под океанами гранитная оболочка отсутствует.

Итак, Земля в целом как планета состоит из двух резко неравных по объему и различных по происхождению масс. Ядро и мантия — космического происхождения, объем их измеряется радиусом округленно 6340 км. Земная кора — геологического происхождения, результат переработки поверхностной части планеты, толщина ее равна в среднем 35 км, т. е. меньше в 200 раз с небольшим, а объем составляет около 5% от общего объема Земли.

Величины земной коры и всей остальной планеты совершенно несоизмеримы: земная кора — чрезвычайно тонкая пленка, под которой находятся мантия и ядро из материи космоса. Там продолжают бушевать с неимоверным напряжением, то усиливаясь, то ослабевая, ядерные реакции, происходит распад веществ, возникают новые малоизвестные соединения. В разных частях огромного по объему земного тела (1 080 000 млн. км³) одновременно происходят противоречивые процессы. Это порождает чрезвычайно разнообразие физико-химического состояния: в одном месте сосредоточивается более охлажденное плотное, в другом — предельно разогретое газообразно-жидкое вещество. Возникают течения вещества, сопровождаемые взрывами. Какая-то часть движений, происходящих в огромном объеме, достигает верхних частей мантии, и земная кора испытывает постоянные удары, в ней возникают напряжения. Под их воздействием

земная кора в силу своей упругости изгибается: в одних местах поднимается, в других — опускается. Упругость горных пород велика, и амплитуда изгибов выражается миллиметрами, но природа распоряжается миллионами лет, и миллиметры перерастают в метры, затем в сотни и тысячи метров. В Дагестане, например, на склонах, обращенных к Каспийскому морю, на высоте около 2000 м залегают слои песчаников и известняков с раковинами дрейсений, живущих и поныне в этом водоеме. Моллюск этот начал процветать в море около 5 млн. лет назад. Деление даст величину поднятия 0,5 мм в год. Поднятие некоторых частей Кавказа наблюдается и теперь, достигая местами 4—10 мм в год.

По берегам океана, особенно Тихого, земная кора тонка, и там удары из мантии взламывают ее, иногда мгновенно, в сопровождении мощных, нередко разрушительных землетрясений. Они приводят в волновые движения значительную площадь земной коры.

Теперь становятся понятными источник сил и причина скачкообразных медленных поднятий, приводящих к этажно-ступенчатому устройству поверхности равнин. Удивительный и своеобразный рельеф водоразделов, таких как Приволжская возвышенность и другие, — результат вечной подвижности земной коры, колебаний то затухающих, то пробуждающихся с разной энергией. При этом сначала возникают поднятия и понижения в грубой форме, и нужен мастер, умелый и тонкий, который и придает рельефу ступеней пластичный, спокойный, отчетливый или мягкий полого-склонный вид. Этот мастер — вода, ветер и другие внешние факторы.

Русская равнина в разные геологические периоды была морским дном, на котором осаждались слоями пески, глины, известковые илы. Но со временем земная кора поднималась, море отступало, дно его оказывалось сушей и поступало во власть солнечных лучей, воды и воздуха. Создавалась природная лаборатория, где все процессы и реакции проходили при нормальных температуре и давлении. Солнечные лучи разогревали красноцветные глины. Смачиваемые даже только росами, они вблизи дневной поверхности образуют тестообразную массу. Тонкозернистые глины содержат мельчайшие обломки разных минералов. Каждый из них

представляет собой природное соединение химических элементов, как правило способное весьма активно вступать в реакции под воздействием кислорода воздуха. При этом меняется состав и строение кровли красноцветных глинистых пород и постепенно, веками, эти изменения проникают в глубину. Медленно образуется так называемая кора выветривания. Это элювий (элювио — вымывать) — порода из продуктов разрушения, оставшихся на месте. Он образует покров, мощность которого может колебаться от долей метра до нескольких десятков метров.

Одновременно с действием солнечных лучей начинает работу ветер, который крошит породу и поднимает измельченные частицы, унося их пыльными тучами, пока они не осядут на земную поверхность. Получаются эоловые (Эол — бог ветров) — «ветровые» образования.

Вступает в действие третий геологический агент — вода. При невысоком поднятии вода работает рассыпными струями и действует подобно рубанку. Она выравнивает поверхность: срезает возвышенности и засыпает песком и глиной впадины.

В целом все три фактора приводят к образованию начальной поверхности выравнивания на определенной высоте над уровнем моря, и вода непрерывно размывает ее, эродировует (эрозио — размыв). Если работу воды по сглаживанию земной поверхности мы уподобили действию рубанка, то эродирование можно сравнить с работой пилы. Особенно очевидно такое сравнение при наблюдении стремительного бега горной реки: это непрерывно движущаяся пила, которая режет каменную твердь в сверкании, шуме и громе.

Так на поверхности выравнивания формируется речная сеть. У подошвы этой поверхности при наступившей устойчивости земной коры разрабатывается новая поверхность выравнивания, новая ступень рельефа на более низком уровне.

Возобновившееся движение земной коры вызывает новое поднятие, в которое теперь втягивается первичная поверхность выравнивания вместе с вновь возникшей у ее подошвы. Так получают две ступени рельефа.

Земная кора под ударами волновых толчков из мантийной области планеты в одном месте поднимается,

в соседнем опускается. Но глубинная энергия мантии расходуется, и нужно время для ее накопления. Для земной коры это будет время покоя, устойчивого положения, что создает условия для разработки новой поверхности выравнивания — третьей ступени рельефа на еще более низком уровне.

Волновыми толчками, идущими из мантийной области Земли, создавались и будут создаваться поверхности выравнивания, формируя ступенчатый рельеф. Процесс медленный. На образование каждой ступени уходят века и века, не столетия людского летоисчисления, а сотни тысяч и миллионы лет.

Ступенчатое устройство рельефа — лишь один из результатов колебательного движения, наиболее доступный наблюдению.

СТУПЕНЧАТОСТЬ РЕЛЬЕФА ВОДОРАЗДЕЛОВ

Ступенчатое расположение поверхностей выравнивания характерно для рельефа водоразделов всех крупных рек Русской равнины. Здесь водоразделы выражены такими массивами, как Валдайская, Приволжская, Средне-Русская, Приднепровская, Воыно-Подольская, Ставропольская возвышенности, Общий Сырт, Башкирская, Татарская возвышенности, Северные, или Вятские, Увалы и др. Даже в городах, расположенных на этих возвышенностях, ступенчатость сохранилась с полной отчетливостью, несмотря на старания людей выровнять рельеф.

Автору особенно хорошо известно строение Приволжской возвышенности, где он многие годы ведет геологические исследования. Большие города здесь находятся почти исключительно на высоком правом берегу. Можно привести пример ярко выраженной ступенчатости, наблюдаемой в одном из крупных поволжских городов — Горьком (рис. 5).

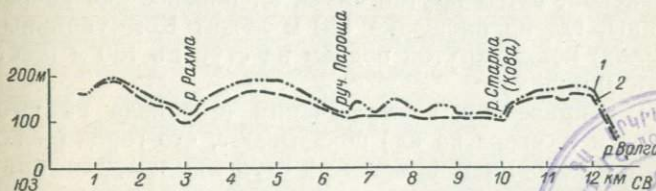


Рис. 5. Ступенчатый рельеф на территории нагорной части г. Горького.
1 — современный; 2 — древний.



Здесь вдоль высокого речного косогора идут высоты: по пр. Гагарина 200—210 м (район Сельскохозяйственного института), 140 м (завод им. Ленина), 120 м (долина р. Рахмы), 200 м (район Дворца спорта), 180 м (Государственный университет), 160 м (площади им. Лядова и Горького), по ул. Горького — длинный пологий склон к площади Свободы — 140 м, крутой спуск по ул. им. Семашко на плоское дно бывшей речки Ковы и крутой подъем на ступень 160 м бульвара Откос над Волгой, абсолютная высота которой у подошвы 64—65 м.

Названные пункты города с их высотами над уровнем моря — почти идеально равнинные поверхности. Пешеходу, пожелавшему пройти от Сельскохозяйственного института на западной окраине города к юго-восточной его части до Откоса, придется не раз то подниматься, то идти вниз как бы по системе ступеней природной гигантской лестницы.

От пристаней на Волге в нагорную часть города приходится подниматься на 100—120 м по склону высокого крутого косогора по съездам или, как раньше говорили, взвозам. Это очень типично для всех городов, расположенных на северном и восточном краю Приволжской возвышенности. В Горьком восемь таких съездов. Их проложили по оврагам, рассекавшим косогор. Поднявшийся по главному съезду Зеленскому и дальше пересекающий город на юг пойдет по смене повышений и понижений ступенчатого рельефа на уровнях: 80 м (ул. Маяковского), 120 м, 140 м у развилки шоссе на Почаевский съезд; пл. Минаина на уровне 160 м, дальше вдоль ул. Фигнер пологий склон на ровную площадку — ступень 140 м (пл. Свободы), пологое поднятие по улицам Ванеева или Ошарской на ступень 160 м в районе пересечения их ул. Республиканской; затем крутой спуск на плоское дно речной долины, где на площадке 120 м лежит Коммунальный поселок; новый крутой подъем на ступень 160 м (местность Лапшиха).

Два приведенных пересечения (с запада на юго-восток и с севера на юг) показывают, что город расположен на огромных природных ступенях и понижениях между ними. Совершенно так же устроена поверхность в других правобережных волжских городах:

Ульяновске, Сызрани, Саратове, Волгограде, — и путешествуя на пароходе может убедиться, что поверхность Приволжской возвышенности всюду этажно-ступенчатая.

Этажно-ступенчатое строение типично также для Средне-Русской, Валдайской, Башкирской возвышенностей, Северных Увалов, Общего Сырта. Замечательно, что повсюду ступени выработаны на близких друг другу высотах: 80, 120, 150, 180, 200, 230, 300 м. Очень хорошо они выявляются на дорогах, особенно современных шоссе, которые прокладываются не по речным долинам, как раньше, а по водоразделам. Дороги идут по ступеням между долинами и селениями.

Все названные выше возвышенности являются главными водоразделами первого порядка на Русской равнине: Приволжская — между Волгой и Доном, Средне-Русская — Доном и Днепром, Приднепровская и Волыно-Подольская — Днепром и Днестром, Валдайская отделяет Балтийский бассейн от Черноморского и Каспийского, Северные Увалы — Сухонский бассейн от Камского, Общий Сырт — Волжский бассейн от Прикаспия.

Рассмотрение рис. 5 открывает еще одну замечательную особенность устройства поверхности: ступенчатый рельеф, когда-то разработанный на коренных породах, называемый палеотипным, почти точно повторяется рельефом на покровных суглинках. Получается своеобразная унаследованность рельефов, что очень важно при различных геологических работах, связанных со строительством, прокладкой дорог, различных трубопроводов, при поисках грунтовой колодезной воды.

Повторение или унаследование рельефов, древнего и современного, — очень распространенное явление. Для подтверждения сказанного уместно привести разрез на правом берегу р. Керженец уже в пределах низменности на левом берегу Волги (рис. 6). Он получен бурением нескольких скважин, так как рельеф на коренных породах скрыт под довольно мощным покровом преимущественно рыхлых песков.

Но что же это за природная грандиозная лестница между небольшими речками и обширнейшими возвышенностями, разделяющими огромные реки, как Волга,

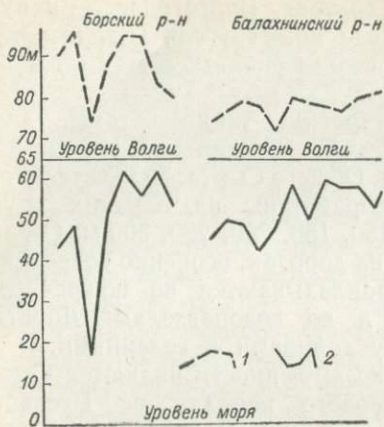


Рис. 6. Сопоставление рельефов современного (1) и древнего (2) на коренных породах.

Дон, Днепр и др., бассейны которых измеряются площадью от 1500 (Волга) до 442,5 тыс. км² (Дон)? Какие силы вырубали исполинские ступени? Что за волшебный рубанок выстрогивал их поверхность с дивным рисунком наложенных долов, логов, холмистых гряд, плоскодонных оврагов?

На эти вопросы геологи могут дать теперь уверенный ответ. Первая экскурсия, описанная ниже (с. 109), пока-

жет нам, что рельеф водораздела не такой простой, как представляется невнимательному взгляду. Открытие этажности, ступенчатости рельефа, существующей на поверхности всех главных водоразделов Русской равнины и особенно на самой большой Приволжской возвышенности, невольно наводит на мысль об изменчивости, развитии, казалось бы, простой формы рельефа. Устройство земной поверхности, ее рельеф — заключительное образование, результат длительного, иногда миллионолетнего существования суши на данном участке земной коры. Ведь в природе ничего нет неподвижного и неизменного. Геологические процессы, как биологические и социальные, идут каждое мгновение, изменяя, усложняя, развивая существующее. Для геологической современности рельеф, кажущийся постоянным, в действительности продолжает эволюционировать, временами медленно, временами же очень быстро, ускоренно, как бы катастрофически.

Попав в полевую обстановку, геолог обязан уметь читать историю рельефа в прошедшие времена и, основываясь на этом, предвидеть направление и сущность текущих его изменений. В умении предвидеть пути изменения рельефа на ближайшее время скрыто большое практическое народнохозяйственное значение

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЛЬЕФА В РАЙОНЕ ЧУДСКОГО ОЗЕРА

Примечательные изменения ландшафта произошли в районе Чудского озера Псковской области. Это памятные места русской истории. На берегах озера 5 апреля 1242 г., семьсот тридцать шесть лет назад, произошло знаменитое Ледовое побоище. Спасая честь и свободу нашей Родины, русское войско, возглавляемое Александром Невским, наголову разбило на льду Чудского озера жестокого, коварного и сильного врага — немецких рыцарей. Они задумали поработить наш народ и захватить наши земли.

Экспедиция Академии наук СССР, восстанавливая подробности битвы, в 1958—1963 гг. проводила специальные исследования территории в поисках Вороньего Камня, около которого произошло сражение и который долго не удавалось найти. В экспедиции участвовали и геологи. Вороний Камень был найден на дне Чудского озера. Это оказалась плита бурого песчаника до 200 м в поперечнике, возвышающаяся над дном озера на 3—4 м. Она и есть остаток Вороньего Камня. Прежние длительные поиски не увенчались успехом, потому что упускалось одно важнейшее геологическое обстоятельство: северо-западное побережье Чудского озера медленно поднимается, и воды его перемещаются на юго-восток, где, как выяснилось, в течение прошедших семи столетий затоплена водами Чудского и Теплого озер обширная территория. Деревни неоднократно перемещались на восток, обломки затопленных строений находят теперь на дне наступившего озера. Были затоплены Мтеж, Чудская Рудница, Черемша, Корляки, часть укрепления XV века в Кобыльем Городище. Особенно ценно обнаружение под водой известковых плит фундамента с кусками обуглившегося дерева церкви Михаила Архангела, которую сожгли ливонские рыцари в 1459 г.

Геологи установили, что найденная под водой плита бурого песчаника представляет собой останец большого выхода среднедевонского песчаника, размытого и местами затопленного. По берегам рек Великой, Кунести, на западном берегу Чудского озера и теперь существуют выходы такого же песчаника высотой 8—12 м. Уве-

ренно можно считать, что останец Вороньего Камня опустился под уровень воды не менее чем на 5—8 м.

Приведенный пример показывает, какие крупные изменения может претерпеть рельеф даже за сравнительно короткий отрезок времени в результате поднятия одного участка и погружения соседнего. Следовательно, даже одно поколение может быть свидетелем перемен.

С изменением характера рельефа тесно связаны многочисленные житейские неудобства или удобства. Но только знаток геологических явлений может понять происходящее вокруг и дать правильный совет, где надежнее возводить жилые здания, строить заводские корпуса, прокладывать дороги, сооружать газохранилища и др. Научиться понимать рельеф и весь окружающий ландшафт существенно для строителей, дорожников и других специалистов. Геолог же должен быть мастером чтения развития рельефа.

Рельеф разрабатывается деятельностью воды и ветра. Это — работники неутомимые, безотказные, действующие каждый час и каждое мгновение. Русская пословица говорит: «Капля камень точит». Эта мудрость основана на тысячелетних повседневных наблюдениях.

Сила ветра известна людям с давних, давних времен. Это он надувает паруса и гонит против течения легкую лодку и тяжелую баржу. Сто—полтораста лет назад боевые эскадры в сотни больших, вооруженных и наполненных грузом кораблей вступали в бой, движимые ветром при умелом и трудном управлении парусами площадью в многие сотни и тысячи квадратных метров. Военные и мирные парусные корабли совершали кругосветные плавания, преодолевая тысячекилометровые пространства.

Сила ветра с незапамятных времен вращала крылья мельниц. Могущественная сила ветра и воды морского прибоя или течений речных струй разрушала и впредь будет разрушать громады гранитных скал, казалось, несокрушимых и вечных, размывала и размывает толщи пластов, слагающих верхние части земной коры, пропиливая нередко глубочайшие ущелья в горах или прокладывая через целые материки долины, по которым текут неизмеримые массы воды.

Сила несметных вод, которые орошают обширнейшие материка и размывают слагающие их горные породы, может быть понята, если учесть, что они работают на земной поверхности миллионы лет беспрерывно и неустанно.

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ РУСЛА ВОЛГИ

Другим поразительным примером подвижности земной коры может служить перемещение русла Волги в районе г. Васильсурска, происшедшее на глазах всего нескольких поколений.

Для населения великих равнин с незапамятных времен реки играли огромную роль в таких важных делах, как переселение народов. Они являлись транспортными артериями, обеспечивавшими связь различных племен, иногда друг от друга отдаленных, торговлю, промышленность, они использовались и в самых обыденных, каждодневных делах. Теперь, в конце XX столетия, равнинные реки начали использоваться как источник гидроэнергетической силы для мощных ГЭС. Этот новый способ требует напряженнейшего внимания к реке и постоянного неусыпного изучения ее жизни. Неожиданное, даже небольшое изменение положения ее русла должно вызвать тревогу. Чрезвычайно большое накопление илов в озеровидном расширении перед плотиной водохранилища превращает его в грандиозную выпаривательную чашу, безвозвратно уносящую из реки воду.

Конечно, основные радетели о реке гидрологи, но и геологам здесь также немало работы. Она особенно стала ощутима теперь, когда колебательные движения земной коры из гипотетического предположения стали событием, измеряемым инструментально, создающим видимые изменения земной поверхности.

Об огромных изменениях, происходивших в русле Волги, многие данные содержатся в старинных документах: картах Волги, планах ряда населенных пунктов, монастырских записях. Они свидетельствуют о неуклонном перемещении русла Волги на всем ее 3600-километровом протяжении. Также изменчивы русла ее притоков, например Суры, Пьяны, Ветлуги, Керженца. Чрезвычайно многочисленны разрушения косогора в самом Горьком (прежде Нижнем Новгороде): Печер-

ский монастырь сполз в 1597 г. Следовательно, Волга тогда подмывала косогор, теперь же вследствие возникшей большой песчаной отмели она отошла влево почти на 1 км.

Знаменитый Макарьевский монастырь, по свидетельству его основателя (первая половина XV века) знаменитого русского деятеля Макария, был расположен на оз. Желтые Воды, лежавшем вдали от Волги на левобережье. Теперь Волга подошла к стенам этого старинного монастыря, заняв место древнего озера.

Ниже по Волге километров на 80, на горном правом берегу находится пос. Васильсурск, основанный как крепость Василь в сентябре 1523 г. Изучение старинных документов позволило установить его положение в это время. 33 года спустя город сполз вместе с церковью и был поглощен водой. Тогда Волга текла далеко к северо-востоку от города, а р. Сура впадала в нее у современного устья р. Хмелевка, много восточнее,

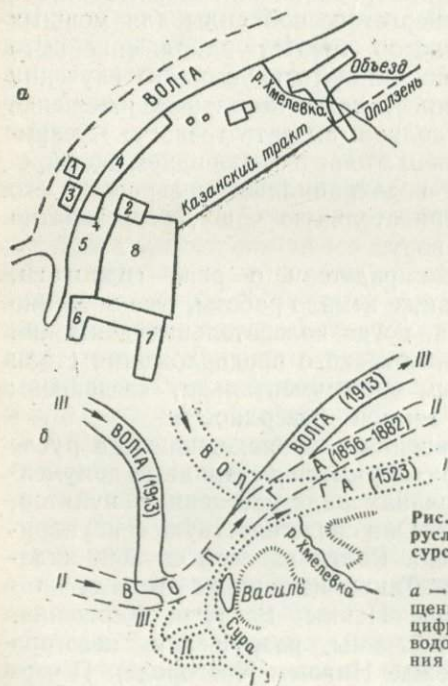


Рис. 7. Схема перемещений русла Волги и Суры у Васильсурска за время с 1523 по 1913 г.

а — предполагаемые перемещения города (порядковые цифры) и его части ныне под водой (1, 3); б — перемещение Волги и Суры у Васильсурска.

чем ныне. В дальнейшем город неоднократно переносился в связи с оползнями и перемещениями устья р. Суры и самой Волги. Через 300 лет, как видно по плану города 1856—1862 гг., Волга подходила к нему прямо с запада, переместившись на десятки километров с северо-востока на запад и поглотив низовья р. Суры. Наконец, по эскизу плана 1913 г. видно, что спустя 60—70 лет р. Волга снова сместилась, на этот раз несколько на восток, устье же Суры — километров на 5 на запад. Таким образом, Васильсурск, заложенный в XVI веке на правом берегу р. Суры, в XIX—XX веках оказался непосредственно на правом берегу р. Волги. Она же образовала крутую петлю, вогнутую на юг (рис. 7).

Такие изменения происходили, происходят и будут происходить в бассейне Горьковского Поволжья. Подобные изменения известны в бассейнах крупных равнинных рек всех материков.

Что же это за сила, которая может перемещать мощный водный поток со скоростью 4000 м³/сек в меженное время на десятки километров? Что это за могучий рычаг? Понятно, что весенние паводки, как бы они иногда ни были велики, бессильны выполнить такую работу и не могут заменить такой рычаг, долгое время бывший таинственным.

Теперь геологи могут сказать, что таким рычагом являются колебательные движения блоков земной коры. Изучая геологическое строение соседних блоков, можно установить, что одновременно один блок поднимается, а соседний блок опускается, в другой отрезок времени происходит обратное движение. Поднимающийся блок будет перемещать реку в сторону опускающегося. Приведенный пример показывает, что перемещения то в одну, то в другую сторону могут происходить в течение десятков или немногих сотен лет.

Очертания русел рек надо внимательно изучать по картам. Всем доступные, изданные Главным управлением геодезии и картографии при СМ СССР за ряд лет атласы СССР и атласы мира разных масштабов — превосходный материал, который стоит рассматривать и изучать. В этих атласах нанесены даже реки третьего порядка, как, например, р. Клязьма, впадающая в Оку — приток Волги, с изгибами, петлями и другими деталями.

Ценные сведения могут дать старые карты, изданные 50, 100 лет назад. Сличая их с современными, всегда можно заметить изменения очертания реки. Во время подготовки к экскурсиям все это изучается, запоминается и потом рассматривается и осмысливается в природе.

Сопоставляя очертания низового плеса р. Оки на карте издания 1874 г. с современной, сразу можно увидеть исчезновение петли против г. Горбатово, в нескольких километрах ниже большой Горбатовской петли. Исчезнувшая петля была срезана р. Окой, спрямившей свое русло. Остатки петли превратились в староречье в форме изогнутого озера на левом берегу (рис. 8). Это событие — показатель поднятия здесь береговой полосы и усиления скорости течения р. Оки. В дальнейшем возникла пойменная терраса высотой до 1 м над уровнем реки, что показывает высоту поднятия в год около 9—10 см. Небольшие речки, впадающие в р. Оку, имеют линейное очертание.

На Волге ниже устья р. Оки наблюдается резко иная картина. Левые притоки р. Волги — Керженец и Ветлуга характерны извилистым руслом, особенно

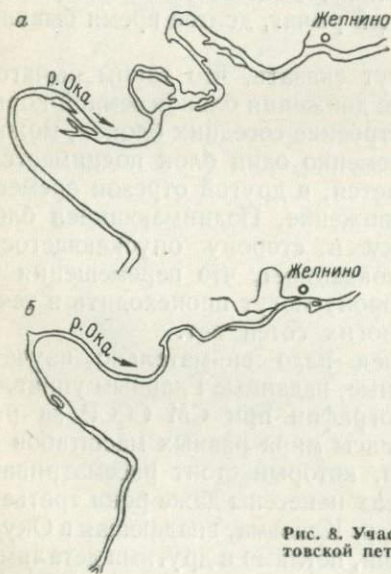


Рис. 8. Участок русла р. Оки ниже Горбатовской петли на карте 1874 г. (а) и ныне (б).

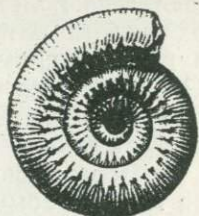
последняя. Это свидетельствует о потере ими силы течения и подпоре их водами р. Волги. Петля по Ветлужской низине, они удлиняют свой путь. Это связано с медленным опусканием местного левобережья р. Волги. Затопленные прибрежные части низкой поймы дают примерно ту же величину (9—10 см) опускания. Подпор волжскими водами хорошо устанавливается поднятием уровня р. Керженец в половодье: в верховом течении он поднимается на 2—3, в среднем — до 6, а в низовом, приустьевом — до 13 м.

Такие несложные наблюдения и обдумывание их приводят к выводу о медленном поднятии левого побережья низовьев р. Оки и почти на такую же величину опускании левого побережья р. Волги в пределах устьев рек Керженец и Ветлуга.

Резкие изгибы русла в виде петель в большом количестве наблюдаются на Волге, Оке, Дону, Днепре и на крупных реках любого материка. Такие изгибы называют еще луками, например Самарская Лука длиной 220 км. Она расположена между г. Ставрополем (теперь Тольятти) и Сызранью. Образована Самарская Лука вследствие отклонения течения Волги Жигулевскими горами. Следовательно, перемещение русла может вызываться также особым строением верхней части земной коры.

Раздел II

НЕОБХОДИМЫЕ ЗНАНИЯ
ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ЭКСКУРСИЙ НА РАВНИНАХ



ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Основным материалом геологии являются горные породы. Они слагают земную кору, и изучая их строение, особенности залегания, состав, химические и физико-механические свойства, геолог имеет возможность читать далекое прошлое и понимать геологическую современность.

Земная кора сложена магматическими, метаморфическими и осадочными горными породами. Первые две группы являются кристаллическими и образуют фундамент древних платформ. Они же имеют большое значение в строении горных хребтов. Подлинное знание их возможно получить только при микроскопическом изучении. На глаз в поле можно узнать, и то приближенно, гранит, базальт, диабаз, гнейс, кристаллические сланцы. Осадочные породы слагают толщу чехла платформ, они встречаются на каждом шагу. Своей доступностью, сравнительной простотой и легкостью распознавания они представляют превосходный материал для первоначального освоения приемов геологической работы.

Осадочные породы привлекают внимание и потому, что среди них находятся залежи таких ценных полезных ископаемых, как каменный уголь, нефть, горючий газ, бытовые и медицинские соли, руды марганца, алюминия, титана, каменные строительные материалы, огнеупоры, фосфориты и другие минеральные удобрения.

Осадочные породы образуются в результате механического воздействия воды, льда, воздуха на кристаллические породы и накопления продуктов их разрушения. Они могут возникать в результате жизнедеятельности

растений и животных, особенно морских. Разнообразные химические процессы, постоянно идущие на земной поверхности, также приводят к образованию осадочных пород. По условиям образования их и делят на обломочные, органические и химические.

Обломочные породы по величине обломков бывают крупнообломочные и мелкообломочные, они могут быть рыхлыми и уплотненными — сцементированными. Различные типы крупнообломочных пород перечислены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Крупнообломочные породы

Размер, мм	Обломки	Рыхлые породы, сложенные		Сцементированные породы, сложенные	
		окатанными обломками	угловатыми обломками	окатанными обломками	угловатыми обломками
>1000	Глыбы	Глыбы		Глыбовые конгломераты	Глыбовые брекчии
1000—100	Валуны	Валунник	Отломник	Валунные конгломераты	То же
100—10	Галька	Галечник	Щебень	Конгломераты	Брекчии
10—1	Гравий	Гравийник	Дресва	Гравелиты	»

Породы эти легко узнаются. Их надо внимательно отмечать в обнажениях горных пород; они часто залегают в основании пачки каких-либо пород, обозначая перерыв в образовании отложений. Валуны, галька, гравий — ценный строительный материал, особенно для мощения дорог, а сложенные ими породы иногда содержат такие ценности, как золото, платину, даже алмазы.

Глыбы и валуны — продукт начального механического разрушения преимущественно кристаллических пород. Они часто накапливаются у подножия хребтов, а нередко рассеяны на обширных площадях равнин, покрывавшихся в прошлом оледенением. Воздух, вода, колебания температуры разрушают валуны, и они распадаются в гальку, гравий, а затем и песок.

Мелкообломочными являются пески и алевриты. Это весьма распространенные осадочные породы, местами достигающие значительной мощности.

Пески в зависимости от их происхождения разделяют на морские, озерные, дельтовые, речные, пустынные, водно-ледниковые. Зерна песков обычно округлены и хорошо отсортированы. Особенно это характерно для пустынных песков; ледниковые же характеризуются резко угловатыми зернами.

Нередко хорошо промытые пески оказываются сложными зернами одного и того же минерала, чаще всего кварца. Такие пески являются хорошим строительным материалом. Чистый песок употребляется для воздушных и гидравлических растворов, бетонных работ. Песок, оставляющий на пальцах частицы глины или сильно замутняющий воду, непригоден в строительстве. Большие массы песка нужны при литье для приготовления форм. Песок, не содержащий глины, щелочей, идет на изготовление огнеупорных изделий — кирпича, посуды, керамики. Примесь извести до 2% желательна. В гончарном деле песком пользуются для отощения глины. Производство стекла требует наиболее чистого песка, по возможности содержащего более 99% кремнекислоты; окиси железа не должно быть больше 0,5%. В огромном количестве песок идет в жилищном строительстве; вместе с гравием он необходим как балласт под железнодорожное полотно, шоссейные, асфальтовые дороги, при бетонных и штукатурных работах.

Песчаные толщи, отложенные на морском побережье, в озере или реке, иногда содержат зерна золота, платины, циркона, монацита, олова, титана, рутила.

Песками теперь принято называть обломочные породы с размером зерен от 1 до 0,1 мм; породы с более мелкими зернами (от 0,1 до 0,01 мм) называют а л е в р о л и т а м и; они — как бы переходные образования к глинам. Пески, возникшие в результате разрушения какой-нибудь породы и оставшиеся на месте, называют элювиальными. Они сложены теми же минералами, из которых состояла исходная материнская порода. Пески, отложенные реками и испытавшие неоднократный перенос, состоят преимущественно из кварца, наиболее

устойчивого против физического или химического выветривания. К кварцу порой присоединяются слюда, встречаются также минералы гранат, магнетит, реже циркон и рутил. Это — аллювиальные пески. По величине слагающих их частиц, а также в зависимости от того, является порода рыхлой либо сцементированной, выделяются отдельные типы мелкообломочных пород (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Мелкообломочные породы

Размер частиц, мм	Рыхлые	Сцементированные
1—0,5	Пески крупнозернистые	Песчаники крупнозернистые
0,5—0,25	Пески среднезернистые	Песчаники среднезернистые
0,25—0,1	Пески мелкозернистые	Песчаники мелкозернистые
0,1—0,05	Алевриты крупнозернистые	Алевролиты крупнозернистые
0,05—0,01	Алевриты мелкозернистые	Алевролиты мелкозернистые

Для приблизительного определения размера зерен песков, гравия и мелких галек геолог М. М. Василевский предложил простой способ, который ясен из рис. 9.

Воды, содержащие растворы солей, при фильтрации через толщу песков отлагают эти соли между зернами. Пески цементируются в крепкую массу и получают широко распространенные породы — п е с ч а н и к и: кремнистые, известковые, гипсовые, глинистые, железистые, мергелистые и др. Это — ценный строительный камень: облицовочный, точильный, жерновой, огнеупорный, мостильный. Лучшими техническими свойствами обладают кремнистые песчаники; в них кварцевые зерна сцементированы кремнеземом.

Глинистые песчаники при большом количестве глинистого вещества становятся мягкими, впитывают воду, размокают и быстро распадаются; они непригодны для фундамента.

Известковистые песчаники, имеющие в цементе известь, представляют собой твердую породу. Они являются хорошим строительным материалом. Необходимо только испытывать стойкость их против мороза.

Мергелистые песчаники с глинисто-известковым цементом малостойки на выветривание; часто идут для изготовления цемента.

Песчаники с цементом из гипса встречаются редко и малопригодны в строительстве.

Глины — результат химического выветривания горной породы. Диаметр глинистых частиц от 0,01 до 0,005 мм и меньше. Затвердевшие, плотные, янослоистые, хорошо раскалывающиеся вдоль плоскостей наложения глины называют глинистым сланцем; если порода не раскалывается легко по слоям — аргиллитом.

Глины состоят из чистого водного алюмосиликата — минерала каолинита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, обломков кварца, полевого шпата, слюды и других минералов,

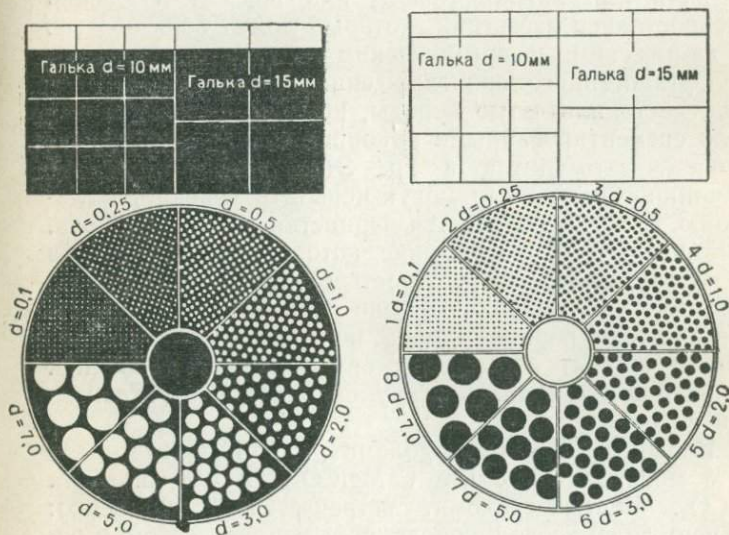


Рис. 9. Таблица для полевого определения размера зерен (по М. М. Василевскому).

Левый круг для темных пород, правый — для светлых. Песок или гравий сыпать на круг и под лупой определять размер зерен. Название породы дается по преобладанию зерен того или иного размера. В полевую книжку записывают номер (вместо названия) или, в случае разнотерности, несколько номеров, причем впереди пишется номер преобладающей фракции.

входящих в состав гранита. Каолинизация заключается в выносе из полевых шпатов кремнезема и окиси калия и привносе воды.

Гончарные глины должны быть очень пластичными, богатыми глиноземом, не содержать железа.

Кирпичные глины имеют примеси, особенно соединения железа и магния; при обжигании эти вещества повышают спекание, вследствие чего частички крепко связываются.

По происхождению глины бывают морские, речные, озерные, ледниковые.

Породы органического и химического происхождения. Непрерывно текущие химические реакции и жизнедеятельность организмов приводят к образованию разнообразных горных пород. Их разделяют по составу на карбонатные, кремнистые, сернокислые, галлоидные, железистые, фосфоритные и каустобиолиты.

Карбонатные породы — чаще всего углекислый кальций или магний (CaCO_3 или MgCO_3). Особенно распространен известняк, который может образоваться и химическим, и органическим путем.

Органогенного происхождения известняки — плотные, часто плитчатые породы, нередко сложенные нацело сцементированными раковинами моллюсков, брахиопод, нуммулитов и др. Это — известняки-ракушечники. Однако они могут испытать перекристаллизацию, и тогда получается зернистая плотная порода, органическое происхождение которой трудно, иногда и нельзя, установить. Простым глазом не узнаешь органическую природу широко распространенной мягкой пишущей породы — мела, но микроскоп открывает, что он состоит в основном из множества раковин мельчайших животных из группы простейших и панцирей водорослей.

Близок к известняку доломит; в этой породе около 95% минерала доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и 5% кальцита CaCO_3 . Чистый доломит встречается очень редко: обычно доломитовая порода представляет собой переход от чистого известняка к доломиту.

Отличить доломит от известняка можно действием на породу слабой соляной кислотой (HCl): от капли ее на известняке возникает бурное вскипание. Если на породе не остается грязного пятна, то это чистый

известняк; пятно же указывает на примесь глины. Доломит от холодной соляной кислоты не вскипает; это произойдет, если капли соляной кислоты упадут на порошок, наскобленный с поверхности породы.

К известнякам химического происхождения относят известняки оолитовые, сложенные скоплением шаровидных известковых зерен — оолитов; известковый туф — пористая известковистая порода; известковые натечи — сталактиты, висящие как сосульки, или сталагмиты, поднимающиеся от земли и образующиеся от капель, которые падают с потолка пещеры.

Известняк с 20% глинистой примеси называют глинистым, с 30—50% — мергелем. Последний идет как сырье для изготовления цемента.

Кремнистые породы образуются в результате скопления скелетных остатков одноклеточных животных — радиолярий и диатомовых водорослей.

К органическим породам принадлежат каменный и бурый угли, антрацит, торф, нефть, природный горючий газ.

Породы химического происхождения — это продукт осаждения вещества из природных растворов, из вод морей, рек, озер или из подземных вод. Из последних при выходе на дневную поверхность может выделяться известь, образуя натечи и известковые туфы.

В лагунах — заливах, отделившихся от моря перемычкой, в жарком климате вода интенсивно испаряется, и содержание в ней растворенных солей: хлористых, сернокислых, углекислых — быстро увеличивается. После испарения 40% первоначального объема морской воды из раствора выпадает гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), а при испарении 90% начнет осаждаться каменная соль (NaCl).

Размеры залежей солей достигают различных величин. Илецкое месторождение занимает площадь 3 км² при мощности 138 м; соляной массив г. Чапчачи (на левом берегу Волги, недалеко от Волгограда) имеет длину 2,5 и ширину 1 км, мощность 33 м.

Каменная соль известна в отложениях различного геологического возраста. Она бывает белого, серого до черного цвета от примесей глины и органического вещества; реже красной, розовой, желтой от примесей водных окислов железа; иногда голубоватой или

синеватой, что объясняют наличием распыленного натрия.

Краткие сведения о минералах осадочных пород. Самыми распространенными минералами, которые входят в состав осадочных пород, являются кварц, полевой шпат, слюда, кальцит, доломит, каолинит, монтмориллонит, глауконит, хлориты, фосфориты, гипс, пирит. Хотя в обломках они разной величины и степени окатанности, но даже при небольшой практике легко и правильно узнаются. Помимо перечисленных встречается, особенно в песках, суглинках, супесях и глинах, так называемые минералы тяжелой фракции: гранат, циркон, рutil, ставролит и др., но их на глаз узнать очень трудно, поэтому они здесь и не описываются.

Кварц обычно призматической формы с ясно видимой горизонтальной штриховкой на гранях призм. По химическому составу — это окись кремния. Разновидности: прозрачная — горный хрусталь, обыкновенный кварц (бесцветный или молочно-белого цвета, от примеси железа окрашивается в желтоватые тона), аметист (фиолетового цвета), дымчатый и черный кварц. Известны скрытокристаллические разновидности кварца: роговик, кремь, халцедон, агат, опал (некристаллический кварц с разным количеством воды).

Кварц — обычный минерал обломочных пород, как пески, глинистые пески, где он находится в виде более или менее окатанных зерен — округлых или угловатых; для зерен кварца характерны стеклянный блеск и высокая твердость.

Полевые шпаты — самые распространенные в земной коре, типично породообразующие минералы кристаллических пород. По химическому составу — это алюмосиликаты. При разрушении и выветривании кристаллических пород полевые шпаты распадаются на обломки неправильной или удлиненной формы и часто входят в состав песков, называемых аркозовыми. Блеск стеклянный, но мутноватый; обломки их менее прозрачны, чем обломки кварца.

Слюды многообразны вследствие сложности своего химического состава. Различают: светлые или белые слюды, распространеннейшая — мусковит (калийно-алюминиевая слюда); темные или черные, например

биотит. Они часто входят в состав кристаллических пород, но разрушение и выветривание освобождают их, и обломки слюды в форме пластинок, листочков, чешуек очень часты в песках и песчаниках.

Кальцит (CaCO_3) при раскалывании легко распадается на мелкие ромбические осколки. Известен также под названием известковый шпат, а бесцветная, прозрачная разновидность — исландский шпат. Широко распространен в осадочных породах. Цвет белый, разных оттенков; бурно вскипает при действии соляной кислоты. Кристаллический кальцит слагает метаморфическую породу — мрамор.

Доломит, как уже говорилось, представляет собой двойную соль $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и нередко образует мощные пласты, часто переслаивающиеся с известняками, глинами, гипсами, ангидритами. Кристаллы много мельче кристаллов кальцита. Цвет — белый, желтый, розовый. От соляной кислоты вскипает лишь при измельчении в порошок или подогревании породы.

Каолинит — главная составная часть глин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — обычно белого цвета; примеси окрашивают его в желтый, серый и другие цвета; на ощупь жирен; липнет к языку в сухом состоянии. Образуется преимущественно вследствие выветривания полевых шпатов.

Монтмориллонит имеет сложный химический состав и относится к группе трехслойных глинистых минералов. В воде сильно набухает; объем монтмориллонитовых глин вследствие набухания может увеличиваться в несколько раз. На ощупь жирный; блеск матовый; цвет серый, черный, красноватый, зеленый.

Глауконит является гидрослюдой темно-зеленого цвета; кристаллы имеют округлые очертания, как «песчинки», зерна. Они вкраплены чаще всего в песчаники, известняки, глины; придают им зеленую окраску. Образуются на морском дне.

Хлориты имеют слюдоподобный облик пластинок зеленого цвета (от греческого слова хлероз — зеленый); химический состав очень сложный и еще мало изучен.

Фосфориты встречаются в виде радиально-концентрических конкреций и плотных масс минерала апатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$, обычно же не имеют кристаллического строения и содержат включения различных песчинок.

Цвет темно-серый, даже черный. При трении одного куска фосфорита о другой чувствуется запах жженой кости или птичьего пера. Всегда они заключены в толще морских осадочных пород; образуются химическим или органическим путем.

Гипс — сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — очень распространенный минерал, хорошо окристаллизованный (кристаллы порою в несколько дециметров), очень мягкий; ноготь может оставить на гипсе глубокую царапину, черта на фарфоровой пластинке белая. Образуется из водных растворов, как химический осадок. Нередко встречается среди слоев поваренной соли и калийных солей, а также среди глинистых и известковых пород.

Пирит (железный или серный колчедан) FeS_2 — самый распространенный сульфид, встречается нередко в больших скоплениях и используется для получения серной кислоты. Образуется хорошие кристаллы кубической формы, окрашен в латуно-желтый цвет, обладает металлическим блеском. Цвет черты черный.

Пирит, распространенный в толще глинистых пород, возник из растворимых сернокислых солей железа, например FeSO_4 . В верхних горизонтах земной коры от воздействия кислорода и воды пирит распадается: железо постепенно окисляется и переходит в водную окись состава $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Это бурый железняк, или лимонит, частый минерал в толще осадочных пород, нередко образующий большие толщи промышленного значения. Цвет его черты бурый.

Цвет пород. При подходе к обнажению пород в глаза бросается природная окраска их. Нередко каждый слой, входящий в состав пачки, имеет свой цвет, так что вся пачка представляется пестрой. Цвет — самый заметный признак, однако не просто определимый, так как каждый человек видит оттенки по-своему.

Цвет имеет немалое значение для понимания условий образования породы и испытанных ею последующих изменений. Цвет позволяет также судить о минералогическом составе породы.

Черный, серый, темно-коричневый цвета. Магматическая порода, богатая светлыми, в меньшей мере темными минералами, имеет серый оттенок. Увеличение в породе количества минералов

черного цвета (биотит, роговая обманка, авгит, магнетит) делает ее темной (до черной).

Серая и темная окраска песчаников — свидетельство большего или меньшего содержания в них темных первичных минералов, особенно часто магнетита. Серый цвет глинистых сланцев, известняков и некоторых песчаников часто обязан присутствию органического вещества.

Нередко в пустынных областях на скалах встречаются темно-коричневые и черные налеты. Появление этих пленок из окислов железа и марганца связано с испарением воды из породы.

Желтый и коричневый цвета вызываются процессами ожелезнения под влиянием окисления и обводнения железосодержащих минералов: биотита, роговой обманки, авгита, граната, пирита. Эти минералы быстро разрушаются. Ярко-желтые пятна на породе иногда появляются в результате жизнедеятельности микроорганизмов. В осадочных породах желтая и бурая окраска зависит от присутствия минералов гётита, гематита («бурого железняка»).

Красный и розовый цвета в гранитах и сиенитах обусловлены красным и розовым цветом входящих в состав этих пород полевых шпатов. Красные конгломераты, песчаники и аргиллиты могут возникнуть при выветривании какой-либо красноцветной породы.

В широко распространенных на равнинах песчано-глинистых породах красная окраска объясняется присутствием рассеянной примеси окислов железа. Примеси бывают в тонкораспыленном состоянии между зернами песка или покрывают последние пленками. Предполагают, что красные пески и глинистые сланцы отлагались водными потоками при господстве сухого климата, где и выветривание шло в особых условиях. На более высоких участках суши, где было влажнее, встречаются остаточные красные почвы. Отсюда красноокрашенные породы переносились в понижения, где и накапливались слой за слоем. По другой точке зрения, красный цвет пески приобрели уже после их отложения от близлежащих красных глин.

Ярко-розовые, красные цвета и желтые оттенки могут иногда быть результатом жизнедеятельности микроорганизмов.

Зеленый цвет показывает присутствие в породе примеси закисного железа или минерала глауконита, иногда хлорита, малахита.

Белый цвет и светлые оттенки присущи известнякам, алевролитам, аргиллитам, песчаникам, гипсам, каменной соли, мелу и свидетельствуют о химической чистоте этих пород. Блеклые окраски в ряде случаев могут показывать промытость песчано-глинистых отложений, что обычно для областей с влажным климатом, богатых атмосферными осадками.

Надо помнить, что цвета пород сильно меняются во влажном состоянии и в разных условиях освещения. Поэтому надо описывать цвет сухих пород при дневном освещении.

Образования на поверхности пластов. Довольно часто на хорошо обнаженной поверхности пластов наблюдаются различные фигуры. Многим из них теперь найдено точное объяснение.

Иногда поверхность пласта бывает покрыта круглыми впадинками, как бы срезанными шариками (рис. 10). Оказалось, что они выбиты крупными каплями дождя, падавшими на еще не вполне отвердевшую породу. Вскоре пласт был покрыт слоем вновь отложившегося осадка, который скрыл эти ямки и тем самым сохранил их. Геолог, делая расчистки, иногда обнажает поверхность такого пласта. Если геологический возраст его, допустим, пермский, а перекрывающего пласта — триасовый, то можно достаточно уверенно сказать: пласт пермского возраста представлял в данном месте земную поверхность. В один из дней пермского периода здесь выпал сильный дождь, может быть, даже с градом. Капли дождя или градинки выбили на поверхности осадка ямки. Геолог, обнаживший поверхность этого пласта, как бы присутствует при дожде, выпавшем около 200 млн. лет назад (см. геохронологическую шкалу на с. 54). Много раз удавалось наблюдать подобные отпечатки капель современного дождя на поверхности глины (рис. 11).

Нередко поверхность пласта бывает покрыта как бы рябью. На рис. 12 показана рябь, возникшая на песчаном пляже под действием ветра. Рябь образуется на берегу моря и в результате волнения или шторма. Существует много фотографий морской ряби на поверх-

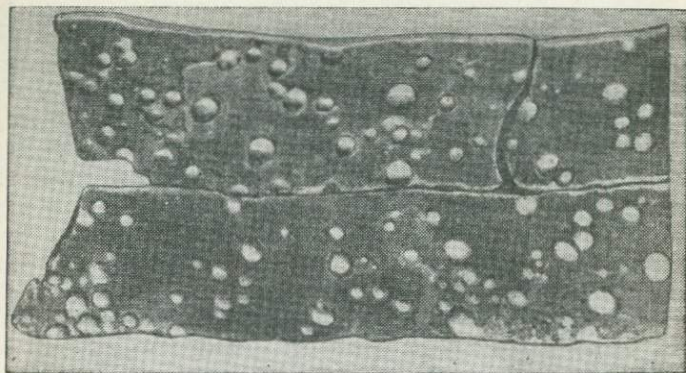


Рис. 10. Отпечатки дождевых капель на поверхности алевролита миоценового возраста. Предкарпатье, УССР.

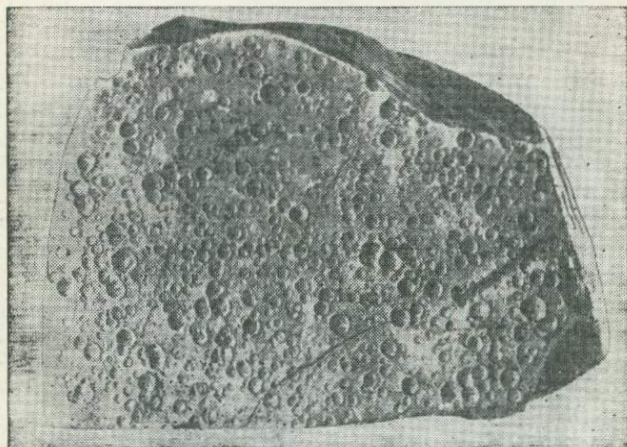


Рис. 11. Отпечатки капель современного кратковременного редкого дождя на поверхности влажного суглинка близко к урезу реки. Средняя Азия.



Рис. 12. Современная золотая (ветровая) рыба на песчаном пляже западного побережья Черного моря.



Рис. 13. Правильные многоугольники на поверхности ила вследствие растрескивания его при высыхании, Такыры Закаспийской пустыни.

ности нижнепалеозойского кварцитового песчаника Полярного Урала. Сравнение этих фотографий с современными не вызывает сомнения, что рябь на уральских кварцитах оставлена также волнением моря не менее 500 млн. лет назад.

Путешественник по пустыне Каракум в Туркменской ССР часто встречает поверхность илистой почвы, покрытой правильными многоугольниками трещин. Такие фигуры возникают при высыхании ила (рис. 13).

Наблюдательный человек, часто бывающий в поле и в речных долинах, хорошо знает, какие отчетливые следы оставляют на поверхности песка или глины птицы, прошедшие или пробежавшие животные, проползшие черви и т. д. Такие же следы оставляли животные тысячи и миллионы лет назад на поверхности мягких слоев, перекрытых затем более молодыми осадками. Эти следы, как и современные, говорят нам о тех давних птицах и зверях.

Залегание осадочных пород. Пески, глины, известняки и другие осадочные породы обычно лежат слоями или пластами. Нижняя поверхность называется подошвой, верхняя — кровлей. Расстояние между ними дает толщину, или мощность, слоя. Слои могут иметь разную мощность: от сантиметра до метра и больше. Нередко встречаются слои монолитные, сложенные одной породой. Но также нередки слои, состоящие из ряда тонких слойков. При метровой мощности слоя в нем может быть десяток и более слойков. Породы их одинаковы, например песок, но откладывался он постепенно с краткими перерывами. Водный бассейн был то более, то менее спокойным или в него вещество поступало в какой-то мере разнозернистое, и при осаждении шла сепарация, разделение по крупности зерен. Процесс такого приноса и сепарации мог повторяться, что и привело к многослойности слоя. Внимательно рассматривая такой слой, можно заметить мелкую неровность в кровле слойков, т. е. следы хотя кратковременных, но перерывов осаждения.

Осадочный чехол на значительных площадях равнины сложен слоями, лежащими горизонтально, так как они первично отлагались на ровной поверхности. Такое залегание называют ненарушенным. Иногда ненарушенно залегающие слои слабо наклонены, если

вещество накапливалось на слегка неровной поверхности. Однако наклонное залегание пород нередко и на равнине, но это нарушение вызвано последующими движениями земной коры, иногда вертикальными, иногда складчатыми, горизонтальными.

О движениях земной коры свидетельствуют особые формы залегания горизонтальных, ненарушенных слоев. К таким формам относится широко распространенное несогласное залегание. Различают угловое и параллельное, или стратиграфическое, несогласия.

Угловое несогласие легко установить, так как оно заключается в том, что верхняя пачка горизонтально лежащих слоев покрывает нижнюю, имеющую наклонное или складчатое залегание (рис. 14). Чтение такого обнажения рассказывает о сложных и переменных движениях земной коры, испытанных данной местностью. Сначала происходило накопление горизонтально лежащих песков и глин, например, на дне моря; затем под действием бокового давления они приобрели складчатое строение, были подняты, и на суше произошел размыв складок, выравнивание поверхности. При новом погружении под уровень моря началось осаждение новых горизонтальных пластов, и уже после нового поднятия местности обнаружилось наблюдаемое ныне соотношение двух пачек слоев.

При стратиграфическом несогласии сохраняется видимость согласного напластования, параллельность слоев, но при ближайшем изучении выявляется наличие двух пачек различного возраста: нижней и верхней. Чтение такого несогласия, схематически показанного на рис. 15, свидетельствует, что вначале земная поверхность находилась ниже уровня моря, где и отложилась

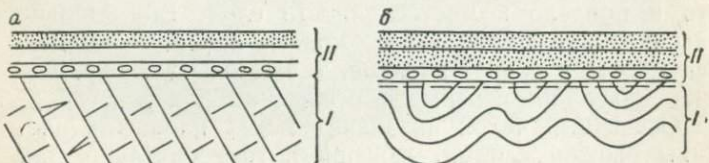
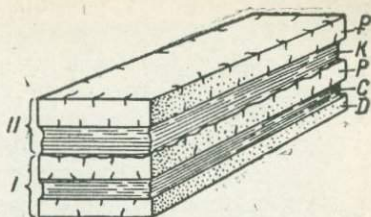


Рис. 14. Угловое несогласие.

а — горизонтальная пачка (II) лежит на моноклинали (I); б — горизонтальная пачка (II) лежит на поверхности размытой складки (I).

Рис. 15. Стратиграфическое или параллельное несогласие.

На пачке слоев девонских (D), каменноугольных (C), пермских (P) лежит пачка слоев меловых (K) и палеогеновых (P), но отсутствуют слои триасовые (T) и юрские (J). В эти периоды перерыва осадконакопления кровля нижней пачки размывалась и возник волнистый контакт между обеими пачками.



первая пачка слоев (девона, карбона, перми) *; позднее произошло поднятие, море ушло, и установились континентальные условия. Спустя некоторое время было снова погружение и на дне моря отложились слои второй пачки (мела и палеогена). После этого новое поднятие вывело местность из-под уровня моря. Между пачками был, следовательно, перерыв осадконакопления, на что потребовалось время — в данном случае триасовый и юрский периоды, всего около 95 млн. лет.

При наклонном залегании слоев необходимо исследование обнажения их с двух взаимно перпендикулярных сторон: по падению и простиранию. Надо помнить, что наклонно лежащие слои в разрезе по простиранию будут казаться горизонтальными (рис. 16).

Рис. 17 изображает последовательные фазы процесса возникновения углового несогласного залегания, связанного со складчатостью.

При угловых и стратиграфических несогласиях или плоскость контакта между нижней и верхней пачками имеет волнистую поверхность, или в основании верхней пачки лежит различной мощности конгломерат, состоящий из обломков нижележащих пород, называемый базальным. На рис. 17 это показано. Волнистая поверхность образовалась, когда нижняя пачка была поднята выше уровня моря, т. е. оказалась сушей и подверглась размывающему действию воды.

Стратиграфическое несогласие можно наблюдать и в толще пород, лежащих наклонно. Там также выделяются две пачки, причем между нижней и верхней контакт волнистый, неровный или проходит по слою конгломерата. В истории такой толщи можно различить следующие стадии развития: 1) опускание данного

* Названия возраста слоев объясняются на с. 54—57.

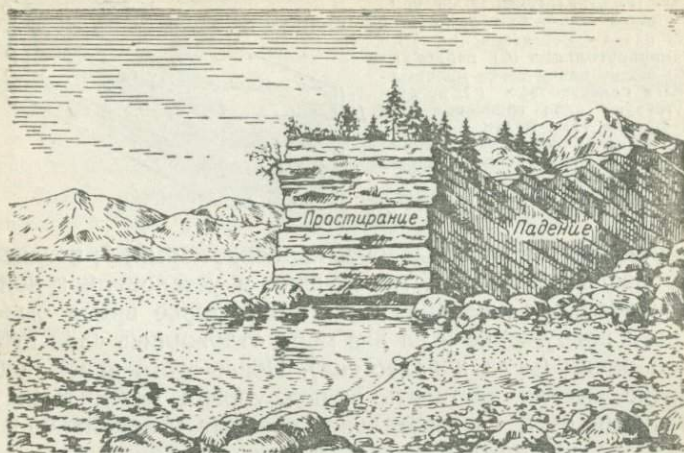


Рис. 16. Возможность ошибочного заключения о характере залегания пластов.
Наклонная пачка при наблюдении по простиранию кажется горизонтальной.

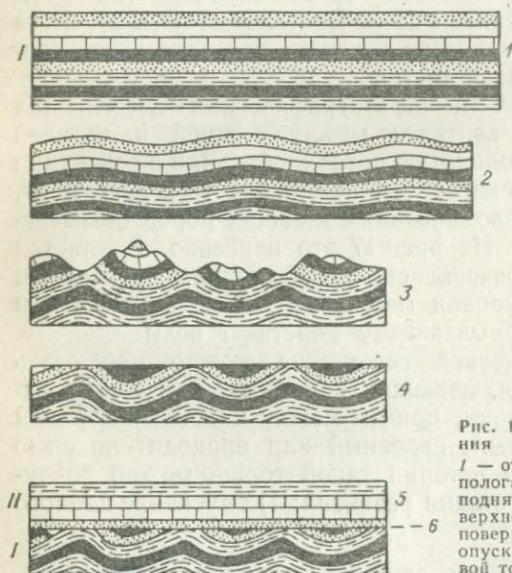


Рис. 17. Стадии формирования углового несогласия.
1 — отложение осадков; 2 — пологая складчатость; 3 — поднятие и расчленение поверхности; 4 — понижение поверхности до равнины; 5 — опускание и отложение новой толщи; 6 — несогласие.

участка земной коры, покрытие его морской водой; 2) накопление горизонтально залегающей пачки слоистых пород; 3) поднятие их и вывод из-под воды на дневную поверхность; 4) работа воды и ветра, что создает рельеф (волнисто-равнинный); 5) новое опускание и накопление галечника, как это бывает на мелкоморье; с дальнейшим погружением накопление новой пачки горизонтально лежащих пород, которые покроют нижнюю пачку, галечный же слой спрессуется в конгломерат; 6) складчатость обеих пачек, нарушение горизонтального залегания; 7) новое поднятие уже теперь наклонно лежащих двух стратиграфически несогласных между собой пачек; 8) освобождение от воды и переход в условия наземного размыва и выветривания.

Скорость осаднения. Уже давно геологи пытаются определить скорость осаднения, иначе говоря скорость осадконакопления. Выяснено, что наибольшая скорость накопления (до нескольких метров в год) наблюдается у подножия гор, затем в дельтах больших рек, где она достигает от 0,5 до 1 мм в год. Исключительно медленное накопление идет в далеких от берегов частях океанов. Подсчеты показали, что за 1000 лет осаждается не более 1—10 мм. Замечательно, что при больших скоростях осаднения, типичных для рек, образуются косослоистые пласты, при медленных же, как в озерах, так и в морях, — горизонтальные, часто тонкослоистые. Породы, содержащие глауконит и фосфорит или оба минерала вместе, — показатели медленного осадконакопления.

В речных потоках песок как бы плывет в виде зерен, и осаднение их на дно зависит от диаметра зерен и скорости движения воды. По наблюдениям и расчетам гидрологов зерна диаметром 0,1 мм при скорости потока 0,22 м/сек отрываются со дна и плывут. Если скорость течения упадет до 0,14 м/сек, зерна начинают падать на дно, осаждаются, накапливая большие или меньшие толщи.

В общем скорость накопления осадков обусловлена количеством приносимых в водоем масс осадочного материала и быстротой погружения дна этого водоема или суши, если речь идет о наземных, континентальных отложениях. Возможно, что основной причиной, ска-

зывающейся на скорости и мощности накопления осадков, следует считать тектонические, колебательные движения земной коры.

Своеобразна скорость и физико-химическая обстановка образования хемогенных пород: карбонатов — известняков и доломитов, сульфатов и хлоридов, к которым относятся, как выше сказано, ангидрит, гипс, мирабилит (глауберова соль), поваренная соль, карналлит. Установлено, что накопление солей происходит в водоемах, приуроченных к впадинам и прогибам платформ, способным к быстрому и значительному погружению. При этом резко возрастает концентрация солей, содержащихся в морской воде. В нормальной морской воде солей 3,5%. При повышении солёности до 15% из нее осаждаются кальцит, затем доломит, при более высоком осолонении (15—27%) — ангидрит (CaSO_4) и гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), а при солёности более 27% поваренная соль (галит NaCl), мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и другие хлориды и сульфаты. Соли садятся по мере увеличения концентрации воды слой на слой, так что при благоприятных условиях наблюдается такая смена слоев снизу вверх: известняк, доломит, ангидрит—гипс, поваренная соль, мирабилит. Это своего рода каменные строки погружения дна водоема, испарения морской воды и увеличения в ней концентрации солей. О скорости накопления солей добыты такие данные: для отложения глинисто-ангидритовой толщи мощностью 380 м требуется 150—200 тыс. лет; для отложения 250—300 м каменной соли надо 13,5 тыс. лет, а накопление калийных солей мощностью 100—110 м происходит за 1,5—2 тыс. лет. Отсюда видно, что накопление хлоридов идет значительно быстрее накопления сульфатов.

Так безмолвные пески, глины, известняки, доломиты, соль, карналлит, мирабилит говорят геологу нередко языком более точным и более отчетливым, чем бывает человеческая речь.

Вдумываясь в то, что сказано выше о всех трех типах осадочных горных пород, их составе, структуре, способах образования, характере залегания, мощностях, можно понять всю сложную и разнообразную историю земной коры для каждой даже не очень большой площади. Казалось бы безмолвные, немые,

горные породы четко говорят умеющему читать их о смене обстановок, приходе и уходе моря, вековых движениях земной коры (вертикальных и горизонтальных), о климатических условиях, глубине затоплявших сушу морей, их солености, температуре, химических процессах, таинственно протекающих в толщах пластов, изменяющих их, перерабатывающих, насыщающих соединениями различных химических элементов и нередко превращающих в залежи полезных ископаемых.

ГЕОХРОНОЛОГИЯ, ИЛИ ЛЕТОПИСЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Геологи определяют относительный, геологический, и абсолютный возраст горных пород, иначе говоря, последовательность и время их образования.

Абсолютный возраст, выражаемый в обычных годах, пока устанавливается не вполне точно. Для получения абсолютного возраста используется явление радиоактивности. Соответствующие методы, кратко говоря, основаны на том, что почти все горные породы содержат в большем или меньшем количестве элементы, подверженные радиоактивным превращениям. Установлено, что каждый такой элемент распадается с точно определенной для него скоростью. В ходе распада возникают сразу или через промежуточные образования как бы «дочерние» элементы. Дальнейшему распаду они не подвергаются. Следовательно, со временем в горных породах количество исходных элементов уменьшается, а продуктов их преобразования возрастает. Относительные количества атомов различных радиоактивных элементов представляют показатель времени с начала процесса. Первым, указавшим возможность использования распада радиоактивных элементов для определения возраста минералов, был знаменитый физик Эрнест Резерфорд.

В геологии для определения возраста горных пород используются радиоактивные элементы: уран (уран-238 и уран-235), конечным продуктом распада которого является свинец; рубидий (рубидий-87), превращающийся в стронций, и калий (К-40), дающий аргон. По количеству атомов свинца или стронция, которое накапливается в горной породе в результате распада урана или рубидия, определяется ее возраст.

Многочисленными подсчетами удалось установить возраст древнейших пород земной коры, который оказался равным 3600—4000 млн. лет, иначе 3,6—4,0 млрд. лет. Образование Земли произошло не ранее 4,5—5,5 млрд. лет назад. Величины умопомрачительные и невосприимлемые, так же как расстояние до звезд, скажем, блестящего Сириуса в бездонном космосе!

Сочетание геологических данных с результатами подсчетов по радиоактивным методам показало, что прочитав по горным породам события, сопровождавшие заложение и развитие земной коры в древнейшие времена в течение первых трех миллиардов лет, чрезвычайно трудно, и восстановлены они во многом условно. Дальнейшая же история земной коры до современности установлена путем изучения горных пород и сохранившихся в них остатков растений и животных более подробно и обоснованно. Особенно это относится ко времени в последние 600 млн. лет.

Теперь установлено следующее:

— около 1,5—2 млрд. лет назад началось накопление той толщи осадочных горных пород, которая составляет чехол на кристаллическом фундаменте древних равнин;

— расцвет жизни на Земле начался в водах океана не менее 600 млн. лет назад;

— наземные животные появились около 440 млн. лет назад;

— процесс создания гор Норвежских, Уральских, Алтайских, Саянских, Аппалачских охватил время в 275 млн. лет (от 500 до 225 млн. лет);

— сооружение гор Альпийских, Крымских, Кавказских, Гималайских, Верхоянских, Охотских, Камчатских, Кордильер, Анд началось около 180 млн. лет назад и продолжается до сих пор;

— появление человека произошло не менее 2 млн. лет назад.

Слоистость горных пород, особенно осадочных, — превосходный показатель их последовательного во времени образования. Нижележащие пласты явно возникли раньше вышележащих. Жила гранита, пересекающая толщу пластов, естественно, моложе этой толщи. Жила, пересекаемая другой, древнее ее. Так полу-

чится относительный возраст пород и слоев. С установления относительного возраста слоев встреченного обнажения горных пород и начинается изучение истории их образования. При горизонтально, ненарушенно залегающих слоях сделать это совершенно просто. Следовательно, геологу надо уметь не только различать горные породы, но и устанавливать последовательность их образования во времени, читать историю земной коры. Геология — наука историческая.

Однако знание относительного возраста — лишь первое звено исследовательской работы у обнажения. На крутых склонах речных берегов при таком сочетании слоев, когда между крепкими песчаниками, известняками или доломитами окажутся слои пластичных водоупорных глин, нередко происходят оползни. Крепкие слои скользят по мокрой поверхности глин и целыми пачками смещаются вниз к подошве обнажения, а иногда задерживаются на склоне. Получается нарушение первичного залегания, положение слоев друг относительно друга меняется, становится далеким от того порядка, в каком они первоначально отложились. В таком случае правильно установить относительный возраст слоев на основании лишь видимого порядка их залегания затруднительно, нередко просто невозможно, легко допустить ошибки.

Шотландский геолог Джеймс Хьюттон (раньше писали Геттон) отчетливо в 1785 г. впервые, быть может, высказал идею длительного формирования земной коры и ее рельефа. Пятьдесят лет спустя английский естествоиспытатель Чарлз Лайель развил, углубил и фактически обосновал высказанную идею. В книге «Основы геологии», вышедшей в 1830—1833 гг., он разработал учение о медленном и непрерывном изменении земной поверхности под воздействием геологических процессов, действующих и теперь.

Основатель эволюционного учения в области биологии Жан Батист Ламарк — французский ученый в своем труде «Философия зоологии» в 1809 г. изложил теорию развития живого мира. Ламарк учил, что организмы развиваются постепенно: одни виды происходят от других, более сложно устроенные от менее сложных, простых. Так постепенно развивается мир растений и животных.

В 1859 г. вышла в свет знаменитая книга английского естествоиспытателя Чарлза Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора», в которой доказана неправильность столетиями господствовавшего убеждения о постоянстве видов растений и животных. В мире все непрерывно изменяется и развивается. Старые формы гибнут, сменяясь новыми видами, более приспособленными. Изменчивость, наследственность и естественный отбор — вот три связно действующих фактора эволюции органического мира. Так исторически в течение долгих тысячелетий сменялись разнообразные виды растений и животных.

Вспоминая имена великих ученых — основателей и творцов эволюционного учения, не забудем профессора зоологии Московского университета Карла Рулье (1814—1858 гг.). Он до Ч. Дарвина развивал положение о единстве организмов и условий существования, доказывая причинную зависимость развития, эволюции живых форм от изменения среды их обитания.

Идеи развития органического мира нашли свое применение в геологии в деятельности англичанина, простого инженера — строителя и топографа Уильяма Смита, который подметил большое различие остатков животных в последовательно лежащих слоях. Отсюда он заключил, что возраст слоев можно определять по органическим остаткам, положив это в основу геологического картирования. С тех пор остатки растений и животных в слоях стали документами времени.

Возраст слоев, устанавливаемый по остаткам растений или животных, удобно назвать геологическим, а метод определения палеонтологическим (палеос — древний, онтос — существо, логос — слово, наука; *греч.*). Основываясь на нахождении в древних слоях более простых форм жизни, чем в слоях более молодых, геологи разделили историю земной коры на эры, периоды, эпохи и века. Это временные, или геохронологические, подразделения (гео — земля, хронос — время или летопись; *греч.*). Если же иметь в виду порядок слоев, то получится стратиграфическое деление (стратум — слой, графо — пишу; *греч.*). Таким образом, геолог работает с двумя шкалами, соотношение между основными подразделениями которых видно из табл. 3.

Соотношение возрастных шкал

Геохронологическая шкала	Стратиграфическая шкала
Эра Период Эпоха Век	Группа (эратема) Система Отдел Ярус

Приводимая ниже табл. 4 содержит указанные деления, принятые для них обозначения (индекс), двойные названия (в скобках названия стратиграфические), данные о продолжительности в миллионах лет, сведения о развитии органического мира.

Перерывы осадконакопления. На современных материках нет района, где разрез земной коры показал бы присутствие всех слоев, формировавшихся за всю геологическую историю Земли. Изучение естественных обнажений и многие сотни тысяч буровых скважин, пронизавших на значительную глубину земную кору, обнаруживают всюду лишь отдельные интервалы стратиграфической шкалы. Оказалось, что всюду отсутствуют то одни, то другие системы либо их части. Наблюдаемые разрезы всегда прерывистые, неполные. Обычно реальная шкала или, как часто говорят, колонка сложена пластами, лежащими один на другом, но образовавшимися не непрерывно друг за другом. Например, слои кембрия могут сразу покрываться слоями перми, на них лежат слои юры, а последние перекрыты слоями четвертичной системы. В одно время формировались слои какой-либо системы, в следующем периоде осаднение прекращалось, возобновлялось нередко через несколько, иногда много миллионов лет и так несколько раз. Перерывы могли быть очень длительными, в два-три периода и больше. В результате слагалась сильно прерывистая стратиграфическая колонка.

Прерывистость осадконакопления, особенно морских слоев, наглядно свидетельствует о погружении земной поверхности ниже уровня моря, затем о поднятии ее и уходе моря. Земная кора много сотен миллионов

Геохронологическая летопись

Эра (группа)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Индекс	Продолжительность, млн. лет	Развитие органического мира
Кайнозойская KZ	Четвертичный (четвертичная) Q	Современная (современный)	Q _{IV}	1,5—2	Появление в начале периода человека. Развитие современной растительности и современного животного мира
		Поздчетвертичная (верхнечетвертичный)	Q _{III}		
		Среднечетвертичная (среднечетвертичный)	Q _{II}		
Раннечетвертичная (нижнечетвертичный)		Q _I			
Неогеновый (неогеновая) N	Плиоценовая (плиоценовый)		N ₂	25	Широкое развитие покрытосеменных. Расцвет диатомовых, фораминифер и радиолярий. Господство двустворок и брюхоногих. Бурный расцвет млекопитающих, имеющих в палеогене еще примитивный характер; появление и развитие в неогене современных форм
		Миоценовая (миоценовый)	N ₁		
	Палеогеновый (палеогеновая) P	Олигоценная (олигоценный)	P ₃	35—40	
Эоценовая (эоценовый)	P ₂				
Палеоценовая (палеоценовый)	P ₁				
Мезозойская MZ	Меловой (меловая) K	Позднемеловая (верхнемеловой)	K ₂	70	В начале периода господство голосеменных и появление покрытосеменных, которые преобладают во второй половине периода. Развитие крупных рептилий в первой половине и их вымирание во второй. Вымирание к концу аммонитов и белемнитов. Развитие млекопитающих и птиц
		Раннемеловая (нижнемеловой)	K ₁		
	Юрский (юрская) J	Позднеюрская (верхнеюрский)		J ₃	55—58
Среднеюрская (среднеюрский)			J ₂		
Раннеюрская (нижнеюрский)			J ₁		
Триасовый (триасовая) T	Позднетриасовая (верхнетриасовый)		T ₃	40—45	Окончательное вымирание палеозойской флоры, развитие хвойных, цикадовых, гинкговых. Вымирание стегоцефалов, развитие рептилий, появление млекопитающих, широкое развитие аммонитов, появление белемнитов
		Среднетриасовая (среднетриасовый)	T ₂		
		Раннетриасовая (нижнетриасовый)	T ₁		
Палеозойская PZ	Пермский (пермская) P	Позднепермская (верхнепермская)	P ₃	45	Резкое сокращение каменноугольной флоры, появление и развитие хвойных и цикадофитов. Развитие рептилий, угасание амфибий (стегоцефалов). Развитие амmonoидей. Вымирание трилобитов, гониатитов, древних ежей и бластоидей
Раннепермская (нижнепермский)	P ₁				

Эра (группа)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Индекс	Продолжительность, млн. лет	Развитие органического мира
Палеозойская PZ	Каменноугольный (каменноугольная) C	Позднекаменноугольная (верхнекаменноугольный)	C ₃	65—70	Господство лепидофитов, каламитов, папоротников и птеридоспермов, а в умеренных областях кордаитов. Развитие стегоцефалов, первые рептилии. Развитие гониатитов, расцвет бластоидей, фораминифер, появление пресноводных моллюсков, развитие насекомых, особенно прямокрылых
		Среднекаменноугольная (среднекаменноугольный)	C ₂		
		Раннекаменноугольная (нижнекаменноугольный)	C ₁		
	Девонский (девонская) D	Познедевонская (верхнедевонский) Среднедевонская (среднедевонский) Раннедевонская (нижнедевонский)	D ₃ D ₂ D ₁	55—60	На суше господство псилофитов, появление папоротникообразных. Угасание трилобитов, развитие кораллов, первые гониатиты, развитие и вымирание к концу периода бесчелюстных, развитие рыб, появление к концу периода стегоцефалов
Силурийский (силурийская) S	Позднесилурийская (верхнесилурийский) Раннесилурийская (нижнесилурийский)	S ₂ S ₁	30—35	Появление наземных растений псилофитов и сифонниковых водорослей, а также первых наземных животных — членистоногих. Развитие новой группы трилобитов (переднечелюстных), изобилие граптолитов, колониальных кораллов. Даль-	
					нейшее развитие брахиопод. К концу периода вымирание многих групп трилобитов и граптолитов. Появление рыб, развитие бесчелюстных
	Ордовикский (ордовикская) O	Позднеордовикская (верхнеордовикский) Среднеордовикская (среднеордовикский) Раннеордовикская (нижнеордовикский)	O ₃ O ₂ O ₁	60—70	Растения представлены водорослями. Появление новой группы трилобитов — заднечелюстных. Развитие граптолитов, цистоидей, головоногих моллюсков, замковых брахиопод и мшанок, среди которых много руководящих форм. Появление бесчелюстных
	Кембрийский (кембрийская) K	Позднекембрийская (верхнекембрийский) Среднекембрийская (среднекембрийский) Раннекембрийская (нижнекембрийский)	K ₃ K ₂ K ₁	70—80	Широкое развитие водорослей и бактерий. Развитие трилобитов и археоциат (последние в среднем кембрии вымирают)
Протерозойская	Существуют только местные подразделения		PR	Примерно 2000	Широкое распространение водорослей и бактерий. Появление к концу протерозоя всех типов водных позвоночных
Архейская	То же		AR	Более 1800	Примитивные органические формы, следы которых сохранились в виде рассеянного графита и известняков среди архейских пород

лет была в состоянии постоянного колебательного движения, вызываемого, как выше говорилось, динамическими процессами в мантии. Колебательные движения приводили в одном и том же месте к постоянной смене морского и материкового режимов. Морской режим сопровождался накоплением горизонтально залегающих осадков, материковый — размывом их водой и изменением под воздействием кислорода воздуха. Ровную горизонтальную поверхность бывшего морского дна размыв превращал в неровную, волнистую или ступенчатую, если поднятие шло скачками. При новом погружении и затоплении морем осадок садился на неровную размытую поверхность бывшей суши. При медленном погружении и таком же медленном затоплении морем выработанный на суше неровный, иногда ступенчатый рельеф срезался им и выравнивался. При быстром затоплении новые морские осадки отлагались на неровную волнистую или ступенчатую поверхность, скрывая выработанный наземный, материковый рельеф.

Морской режим называется аккумулятивным; наземный, или субаэральный, т. е. подвоздушный (суб — под, аэр — воздух; *лат.*), — денудационно-эрозионным, так как на суше рельеф создается и плоскостным смывом водой (денудация) и ее врезанием в горные породы (эрозия) с образованием речных долин. При быстром погружении земной поверхности под уровень моря осадки покрывают денудационно-эрозионный рельеф с его неровностями, как, например, речными долинами. Последние при начавшемся погружении обычно заполняются аллювиальным песком и, будучи покрыты морскими осадками, становятся погребенными долинами — палеодолинами. Время существования этой речной сети определяется возрастом слоев, в которые она была врезана, и слоев, ее покрывших. Пусть речные долины врезались в породы пермской системы, а накрыты слоями юрской. Стало быть, пермские слои уже отложились, территория поднялась, и море ушло. Наступил триасовый период. На возникшей суше при субаэральном режиме начал разрабатываться рельеф, в том числе и речные долины. Под конец триасового периода при начавшемся погружении суши они заполнились аллювиальным песком и стали покрываться

наступившим в юрский период морем. Возраст долин — триасовый.

Весь этот процесс можно подсчитать в абсолютном времени. Пермский период закончился около 225 млн. лет назад; триасовый длился 45 млн. лет, в это время образовался денудационно-эрозионный рельеф с речными долинами; наступил юрский период (190 млн. лет назад). Получилось прерывистое залегание морских осадков: на пермские сразу легли юрские. Такое залегание является стратиграфически несогласным. При нем слои пермские и юрские залегают горизонтально — геометрически согласно.

В обнажениях стратиграфическое несогласие, как говорилось, обнаруживается неровной поверхностью сочленения пермских и юрских толщ. При медленном наступании моря, как сказано, оно срезает резкости субэриального рельефа, который делается слабоволнистым или почти горизонтальным. Тогда стратиграфическое несогласие в обнажении может быть выявлено по наличию на контакте их конгломерата из галек или гравия нижележащих пород либо грубозернистого песка.

Установление перерыва осадконакопления исключительно важно для прочтения событий геологической истории, а также в практическом народнохозяйственном отношении. Перерывы, как говорилось, сопровождаются образованием палеодолин. В заполняющих их чистых, преимущественно кварцевых песках содержатся подземные воды высокого питьевого достоинства. Количество их может быть весьма значительным. Допустим, геолог открыл и оконтурил на карте палеодолину протяжением 100 км, шириной 5 км, глубиной 100 м = 0,1 км. Объем песков будет равен 50 км^3 . Наибольшая пористость их, когда поры заполняются водой, 26%. Следовательно, воды поместится 13 км^3 . Это — озеро немного больше 6 км длины, 2 км ширины и 1 км глубины.

В древних песках палеодолин всегда содержатся обломки различных минералов. Среди них титан, циркон, очень ценные в лакокрасочном производстве и металлургии.

К практическим ценностям, приуроченным к палеодолинам, относятся также, например, каолиновые

глины, из которых готовятся фарфоровые изделия, и железные руды с 1—2% никеля; из них выплавляют высокотвердую, легированную сталь. Названные породы получаются в результате субэраляного выветривания во время перерывов осадочного процесса.

Перерывы осадконакопления на Русской равнине, начиная с кембрийского периода, продолжались примерно 250 млн. лет, что составляет почти 40% от всего времени создания чехла.

Поиски в слоях остатков морских животных, как иногда говорят, ископаемых, затем определение их дают геологический возраст слоев, разделенных несогласием, и тем самым позволяют установить продолжительность перерыва. Конечно, за это время могла быть уничтожена часть пород, существовавших до перерыва. Однако обломки их обычно сохраняются в виде галек в конгломерате, начинающем верхнюю пачку. Встреченные в гальке остатки фауны позволяют установить их возраст и уточнить время перерыва. Поэтому чрезвычайно важно подробно изучать гальки, что требует большого внимания и тщательного труда.

ЗНАКОМСТВО С ПАЛЕОНТОЛОГИЕЙ

ИСКОПАЕМЫЕ ОСТАТКИ

Ископаемые остатки древних растений и животных часто встречаются в захороненном виде в слоях земной коры от кембрийских до современных. В архейско-протерозойских толщах такие находки редки и настолько плохой сохранности, что их далеко не всегда можно определить с полной уверенностью. Это объясняется примитивностью древнейших живых существ, принадлежавших к таким простейшим организмам, как водоросли, бактерии, и необыкновенной мощностью давления и высокой температурой, испытанными включающими их породами, превращенными в кристаллическую массу. Только из самых поздних, верхних слоев протерозоя известны уже надежно определяемые остатки различных примитивных беспозвоночных.

Геологи с полным основанием называют архейскопротерозойские толщи, кроме самых верхов, к р и п т о з о й с к и м и (криптос — скрытый, тайный;

зоон — жизнь; *греч.*), породы от верхнепротерозойских и кембрийских, слагающих чехол платформ, именуют **фанерозойскими** (фанерос — явный) *. Остатки древних, палеозойских (палеос — древний), средних, мезозойских (мезос — средний) и новых, кайнозойских (кайнос — новый; *греч.*) организмов служат геологам буквами удивительного земного букваря, по которому, научившись, можно читать историю земной коры, как и по породам слоев, о чем говорилось раньше. Эти остатки называют ископаемыми, или фоссильными (фоссилюм — добытый, выкопанный).

Хорошо сохраняются твердые части тела организмов, мягкие же оставляют лишь отпечатки. Наилучшие условия сохраняемости на дне моря, озера или другого водоема. Остатки древесной растительности встречаются в виде окаменевших или обугленных стволов; листья же дают только отпечатки, иногда прекрасно сохраняющие все особенности строения.

Ископаемые остатки растений и животных привлекали издавна внимание человека. Находки раковин, костей, зубов животных вместе с остатками первобытного человека нередко порождали суеверные представления о сверхъестественной силе. Однако уже древние греческие ученые по остаткам рыб и морских раковин, находимых в пластах пустынных и горных областей, строили различные, иногда верные, догадки. Например, в 450 г. до н. э. Геродот объяснил находки морских ископаемых в пустыне существованием здесь в прошлом моря. Аристотель же в 400 г. до н. э., поняв органическое происхождение ископаемых, ошибочно объяснил нахождение их в горных породах действием каких-то таинственных, внутриземных, пластических сил. Один из его учеников, Теофраст (около 350 г. до н. э.), считал, что ископаемые появляются из семян или яиц, отложенных в породах. Страбон (около 63 г. до н. э.), обнаружив ископаемые морские существа высоко над уровнем моря, пришел к верному выводу о поднятии пород, содержавших эти ископаемые.

Поражают обилием суеверий в связи с находками ископаемых средние века. Ископаемые считали то

* Часто границу криптозоы — фанерозоя проводят в основании кембрия. — *Прим. ред.*

игрой природы, то ее неудачными попытками создать особые существа, то затеями дьявола для заблуждения людей. Эти суеверия в течение столетий чрезвычайно тормозили развитие науки об ископаемых. Например, в религиозных учениях в течение долгих веков говорилось об ископаемых как свидетельстве всемирного потопа. Эту идею потопа резко отверг великий итальянский художник, натуралист и инженер Леонардо да Винчи. Он утверждал, что находимые в земных слоях ископаемые являются неоспоримым доказательством древней жизни и представляют собой остатки животных, которые были погребены в осадках морского дна, позднее поднявшегося высоко над уровнем моря и образовавшего Апеннинский полуостров.

В конце XVIII века утвердилось понимание ископаемых как остатков растений и животных, обитавших в прошлые времена. Тогда было заложено начало новой науки палеонтологии. По ископаемым остаткам эта наука изучает растения и животные давно прошедших времен, являясь одним из оснований учения Ч. Дарвина о развитии жизни на Земле, и дает геологам возможность определять геологический возраст пластов земной коры.

Слово «палеонтология» составлено из трех греческих: палеос — древний, онтос — бытие, существование, логос — слово или наука; палеонтология — наука о древних существах.

Большая часть ископаемых заключена в морских осадочных породах, возникших из придонных морских известковых и песчано-глинистых илов, а также скоплений раковин. Значительно реже ископаемые встречаются в изверженных и метаморфических породах. Но даже в осадочных породах сохраняется только какая-то часть древних растений и животных, оказавшихся в особо благоприятных условиях захоронения, или фоссилизации.

Для сохранения остатков животных и растений необходим ряд условий. Остатки наземных растений могут сохраниться в ископаемом состоянии только в том случае, когда ветки, листья, цветы, плоды будут снесены в реки, озера, прибрежную часть морей и будут покрыты там илом или песком. Хорошо сохраняются растения в торфе болот, под вулканическим

пеплом, в осадках минеральных источников, смоле, вытекающей из поврежденной древесины в лесах. Прекрасные отпечатки растений особенно часто находят в слоистых глинах, глинистых сланцах, песчаниках, иногда в известняках. Известны захоронения целых лесов под пеплом, выпавшим из ближайших вулканов. В некоторых ископаемых лесах находят деревья прекрасной сохранности стоящими вертикально, как они росли. Если бы не ископаемые остатки растений, то человек ничего бы не знал об истории растительного мира.

Ископаемые остатки растений в виде листьев большей частью сохранились в слоях мезозойских и кайнозойских. Листья папоротников, иглоподобные или чешуйчатые листья хвойных, широкие пальмоподобные листья цикадовых, веерообразные листья гинкго во множестве найдены в триасовых, юрских и нижнемеловых породах. В слоях верхнемеловых, палеоген-неогеновых и четвертичных растительные остатки представлены преимущественно листьями листопадных деревьев — каштана, винограда, клена и др., иногда иглами хвойных, реже листьями пальм.

Остатки животных в горных породах сохраняются при наличии у организмов твердых частей, таких как раковины, панцири, кости, зубы. В исключительно благоприятных условиях захоронения могут сохраниться насекомые и даже отпечатки медуз. Весьма важно, чтобы организмы после смерти не подверглись быстрому гниению или сильному выветриванию. Требуется быстрое погребение в захороняющем материале. Наиболее часто встречаются остатки морских животных, так как они падают на морское дно и покрываются мягким илом. Чем тоньше осаждающийся материал, тем меньше повреждаются органические остатки.

Быстрому захоронению способствуют сыпучий песок и древесная смола. Смола действует как ловушка для захвата животных и как антисептик, предотвращая гниение их твердых частей. Большое количество костей саблезубых тигров, гигантских живших в норах ленивцев и других ныне вымерших животных сохранилось в массе древесной смолы в районе ранчо Ла Бри в Лос-Анджелесе (Калифорния). В янтаре (затвердев-

шая древесная смола) на берегах Балтийского моря замурованы тысячи некогда обитавших здесь насекомых.

Однако нередки случаи, когда хорошо захороненные в породах ископаемые в дальнейшем уничтожаются эрозией, растворяются подземными водами или при сжатии пород изменяются до неузнаваемости и становятся неопределимыми. Поэтому в летописи ископаемых получаются как бы утерянные страницы, и история жизни читается с пропусками. Последнее особенно характерно для более древних слоев, так как они испытали многократные и длительные химические и физические воздействия. Из несметного числа бывших животных и растений лишь незначительная часть оставила после себя надежные для изучения остатки.

В промерзших тундрах Аляски и Сибири находят в вечной мерзлоте замороженные трупы мамонтов. Эти огромные животные были замурованы в лед или мерзлую почву и пролежали там не менее 25 000 лет. Некоторые из этих гигантских туш настолько хорошо сохранились до наших дней, что их мясо ели собаки, а бивни продавались торговцами слоновой костью. Во многих музеях можно видеть сохранившуюся шерсть и кожу этих великанов, а иногда заспиртованное мясо и мускулы. Мягкие части животных обнаружены также в пропитанных нефтью породах в Восточной Польше. Там найдены хорошо сохранившиеся рог, передняя нога и часть шкуры вымершего носорога.

Твердые части растений и животных могут подвергаться обугливанию, окаменению, замещению минеральным веществом, или минерализации.

Обугливание происходит при медленном разложении органического вещества после захоронения. Растения, обугливаясь, нередко превращаются в залежи угля. Известны случаи обугливания безпозвоночных животных и рыб, когда сохранились тончайшие анатомические особенности.

Процесс окаменения — это замещение первичного вещества твердых частей организмов кальцитом, кремнеземом, различными соединениями железа, находящимися в растворенном состоянии в подземных водах. Растительные ткани, раковины, кости, пропитываясь этими растворами, превращаются в камни.

Замещение минеральным веществом, или минерализация, содействует сохранению твердых частей организмов. Подземные воды растворяют органические остатки, замещая их часть за частью неорганическими, минеральными соединениями. Анатомическое строение захороненного растения или животного сохраняется во всех тонкостях. Наиболее частые заместители — это кальцит, доломит, кремень и некоторые железистые соединения.

О живших когда-то организмах можно получить определенные сведения и по оставленным ими отпечаткам, слепкам, следам движения на породах. Многие раковины, кости, листья и другие части организмов нередко сохраняются в форме слепков и отпечатков. Отпечаток раковины получится, когда она ляжет на морское дно до покрытия его осадком. Если такой отпечаток затем наполнится осадочной породой, то образуется «слепок». Различают внешний отпечаток, показывающий внешние черты твердых частей, и внутренний, обнаруживающий внутреннюю природу.

Многие животные оставляли и оставляют следы своих движений на суше или на морском дне. Особенно часто находят следы динозавров на нижнемеловых известняках в штате Техас (Северная Америка), сделанные почти 110 млн. лет назад. Глыбы известняка со следами динозавров находятся во многих музеях мира.

На поверхности песчаников и известняков нередко находят следы ползания червей и моллюсков; крабы и другие роющие беспозвоночные оставляют ходы в породе. Изучая следы ползания и ходы, получаем некоторые сведения о способе движения животных, отчасти и об окружающей их обстановке. Донные морские водоросли прочерчивают на породах следы колебательных движений, что служит указанием на неглубокое в данных местах море, дно которого освещалось солнечным светом, без чего растения не могут существовать.

Однако надо знать, что встречаются псевдоископаемые, т. е. фальшивые, которые легко спутать с настоящими. Укажем на дендриты и конкреции. Первые похожи на отпечатки листьев папоротника или других растений, тогда как это лишь тонкий осадок

двуокиси марганца. Часто встречаются в песчано-глинистых породах и сланцах конкреции, по форме очень похожие на раковины моллюсков, кости, стебли растений. Чтобы не принять их за остатки организмов, надо всегда разбивать конкреции и тщательно рассматривать их. Внутри нередко можно обнаружить настоящие ископаемые.

ГДЕ ИСКАТЬ?

Ни магматические, ни метаморфические породы по своему происхождению обычно не могут содержать ископаемых или их следов. Лишь пласты осадочных пород, особенно морского происхождения, являются благоприятнейшими для сохранения ископаемых. Остатки позвоночных и наземных растений следует искать в континентальных осадочных породах.

Наиболее богаты ископаемыми известняки, известковые сланцы, мергели, глины, реже песчаники, особенно если они не испытали сильных тектонических движений. Ненарушенные или слабо нарушенные породы, обычно обнаженные в речных долинах, оврагах, на крутых берегах озер и морей, для поисков ископаемых предоставляют наилучшие условия. Следуя по дну речной долины, оврага или вдоль речных, морских и озерных берегов, надо внимательно вглядываться и рассматривать обломки пород, часто усеивающих подножия обрывов.

Хорошим местом для сбора ископаемых являются карьеры, особенно частые в известняковых породах, плиты которых добывают для строительства. Если в карьере продолжается работа, прежде чем приступить к сбору окаменелостей, необходимо получить разрешение на его осмотр, чтобы не попасть под взрывы.

Привлекательны также железнодорожные и шоссейные выемки или сделанные под постройки и еще не закрытые. Немало ископаемых, их отпечатков и других следов давней жизни можно найти в отвалах пород около угольных копей и других шахт. Следует всегда внимательно осматривать такие отвалы, если они окажутся на территории поисков охотников за ископаемыми. Исследуя естественные или искусственные обнажения горных пород, всегда надо осматривать лежащие у подножия и по склонам осыпи их,

особенно старые. Здесь можно встретить прекрасные образцы, отпрепарированные самой природой при выветривании.

Морские пелециподы (двустворки) и гастроподы (брюхоногие) — обитатели мелководного побережья, шельфа, поэтому остатки их следует искать прежде всего в грубозернистых слоях, осаждавшихся и осаждающихся на мелкоморье. В близких к этим условиям осаждаются мелкозернистые пески, песчаники, алевролиты, алевролиты, иногда глинистые сланцы и еще реже известняки. В таких породах также нередко встречаются остатки моллюсков обеих названных групп. Хороший источник добывания пелеципод и гастропод — окремненные известняки.

Вообще чаще всего содержат ископаемую фауну песчаники и алевролиты, так как данные породы накапливаются в обстановке, благоприятствующей развитию жизни вследствие постоянного волнения, аэрации воды и обогащения ее кислородом.

Очень богаты ископаемыми известняки, нередко нацело состоящие из раковин. Известняки осаждаются вдали от берегов, но всегда на мелкоморье, где превосходные условия для процветания моллюсков, брахиопод, кораллов.

Доломиты бедны окаменелостями или содержат их в плохой сохранности. Возможно, процесс частичного замещения кальция магнием и перекристаллизация в дальнейшем имеют в данном случае какое-то значение.

Хорошо сохранные растительные остатки позднего палеозоя, мезозоя и кайнозоя встречаются часто в прекрасных отпечатках в пластах слоистых глин, глинистых сланцев, песчаников, но редко в известняках. Особенно же богаты растительными остатками угленосные толщи. Ископаемые остатки растений находят в виде окаменелостей, отпечатков и в обугленном состоянии. Стволы и ветви лиственных, корни, шишки хвойных встречаются в виде окаменелостей, будучи пропитаны кремнеземом или известковыми солями.

В болотах, торфяниках, илах могли сохраниться части древних растений, если они не подвергались окаменению и окислению.

Массаи находят обугленные шишки сосны, ели, орехи лещины в районе с. Киреевского близ Томска и на Мамонтовой горе на р. Алдане. Хорошо сохраняются большие количества семян, мелких плодов, косточек сливы, малины, хвои, части шишек. Некоторые семена оказались невероятно живучими: они прорастают, будучи собранными из погребенных торфяников, хотя росли многие сотни, возможно, тысячи лет назад.

КАК СОБИРАТЬ И СОХРАНЯТЬ?

Чрезвычайная ценность ископаемых для геологических исследований побуждает рекомендовать сбор их всякой геологической партии, ведущей как картографические, так и поисковые и другие прикладные работы. Но время от времени направляются для поисков и собирания ископаемых остатков растений и животных специальные партии.

Профессионалы-геологи и любители, отправившись собирать ископаемые или ведя обычные работы, идут по дну речной долины, очень внимательно вглядываясь в речной нанос — песок, суглинок, гравийник, галечник. Довольно часто там находят обычно хорошо отпрепарированные от породы раковины моллюсков или представителей других групп животных. Находки тщательно собирают в мешочки, обертывая в вату хрупкие образцы, и кладут записку (этикетку) с возможно точным обозначением места нахождения образцов фауны или флоры. Иногда можно заметить, что в каком-то одном направлении находок становится все больше, ископаемые встречаются все чаще. Нередко это значит, что, идя в таком направлении, можно дойти до источника ископаемых, как говорят, в коренном залегании.

При отсутствии в речной россыпи ископаемых ищут обнажение, в котором были бы песчаниковые, алевроитовые или известняковые слои. Подойдя к нему, внимательно осматривают осыпь у подошвы обнажения. Тут будут куски тех пород, которые видны в обнажении. Иногда в каком-нибудь из таких кусков встретится остаток флоры или фауны. Необходимо немедленно вглядеться в породу этого куска и отыс-

кать ее среди слоев обнажения. Осторожно подняться к этому слою несколько в стороне от избранной линии дальнейших наблюдений, чтобы не засорить нижележащие слои осыпью из-под ног. Найдя слой и убедившись, что это аналог поднятого у подошвы обнажения куска с ископаемым, надо проследить ход этого слоя вдоль обнажения и глазомерно определить высоту его над подошвой. Обязательно следует установить по определителю, который должен быть с собой, найденный остаток организма, что откроет геологический возраст слоя. Определитель покажет в таком случае, какого возраста слои могут лежать выше и ниже. Это огромное достижение, и нередко до его получения приходится потратить немало времени в поисках и различных сомнениях.

Остатки фауны или флоры в рыхлых слоях или не очень плотных собираются свободно, нужно только терпение и старание. Сбирать рекомендуется возможно больше ископаемых, отдельно из каждого слоя, содержащего их. Иногда обломок раковины может содержать тот или другой важный для определения рода и вида морфологический элемент в такой сохранности, что будет наиболее удачным при изучении.

Ископаемые в крепких породах приходится выколачивать обыкновенными зубилами или молотком с острым, лопаточкой, одним концом типа маленького кайла. Наилучший результат получит более терпеливый и умелый, что дается опытом.

Так же действуют и при собирании остатков растений. Здесь важно выбирать слои темного, даже черного цвета, углистые, несколько уплотненные. При поисках осторожно раскалывают куски породы по слоистости и внимательно осматривают. При обнаружении отпечатка растительности в каком-то слое из глины или сланца выламывают их крупные куски. Они небольшим кайлом разбиваются на плитки не тоньше 2—5 см. Опыт показал, что влажные, хотя и плотные палеоген-неогеновые глины режутся обычным кухонным ножом, крепкие — пилятся ножовкой. Вязкую глину с отпечатками надо просушить (лучше под навесом в сарае), чтобы не было коробления породы. Потом образцы закутать ватой и уложить в коробки или в консервные банки, затем в ящики. На этикетках

должны быть указаны место находки, номер слоя, обнажения и самого образца. Упаковка и пересылка сборов требует большой тщательности и аккуратности.

Раньше чем покинуть место работы, необходимо найти на карте и отметить возможно точнее его местоположение, записать это в книжку. Географические и геологические данные должны быть записаны в книжке (и на этикетке, положенной в мешок или коробку с ископаемыми). Многие коллекционеры находят полезным писать номера образцов и обнажений на наружной стороне каждого мешочка или коробки.

Собранные в поле ископаемые не следует полностью освобождать от породы, так как она предохраняет их от поломки при транспортировке. Полная чистка и препарировка ископаемых производится дома. В полевых же условиях удаляется только излишек цементирующего материала с помощью молотка и зубила (удары должны быть направлены в сторону от ископаемого). Мелкие инструменты (иглы, пинцеты и шило) применяются при окончательной препарировке; работать надо осторожно, во избежание порчи образца. Перед окончательной чисткой образец с ископаемым кладут в воду на всю ночь. Это помогает затем отделить часть лишней породы; более мягкий материал удаляют маленьким скребком или даже зубной щеткой. Тонкие иглы применяются для чистки наиболее нежных образцов или различных структурных деталей. При работе с мелкими ископаемыми или с нежными поверхностными структурами рекомендуется пользоваться увеличительным стеклом.

Разбитые ископаемые, как и испорченные образцы горных пород, можно склеивать светлым пластичным цементом; образцы, которые крошатся, нужно покрывать чистым белым шеллаком, тонким слоем коллодиума или светлым лаком для ногтей. Последний предпочтительнее, так как он не очень легко ломается при высыхании.

Кости животных нередко крошатся на воздухе, поэтому их следует извлекать из породы очень осторожно и тут же покрывать шеллаком.

Для облегчения препарировки кремневых ископаемых из известкового цемента приходится прибегать

к разбавленной соляной кислоте. Материал, который травится кислотой, помещается в глиняную или стеклянную посуду и покрывается водой. Затем очень медленно прибавляется кислота до появления большого количества пузырей. Каждый раз, как образование пузырей прекращается, добавляется порция кислоты, и этот процесс повторяют до тех пор, пока ископаемое не освободится от содержащей его породы. Эта процедура производится в хорошо вентилируемом помещении, лучше в вытяжном шкафу. С кислотой надо работать осторожно, так как она может причинить серьезные повреждения, а дым ее чрезвычайно едкий.

РУКОВОДЯЩИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Среди огромного количества обнаруженных, изученных и определенных ископаемых остатков флоры и фауны геологи выделяют р у к о в о д я щ и е формы. К ним относят остатки, широко распространенные по площади (горизонтально) и узко — по вертикали, т. е. по времени существования, находимые в слоях во множестве в хорошей сохранности. Именно они позволяют в первую очередь устанавливать геологический возраст пород. Являясь остатками бывших живых существ, ископаемые разделяются, классифицируются, как и современные организмы. Органический мир делится на растительное и животное царства, затем на типы. Каждый тип состоит из организмов с общими характерными чертами. Например, все животные со спинным хребтом (или спинной струной, хордой) объединяются в тип хордовых.

Тип разбивается на классы, классы — на отряды, отряды — на семейства, семейство — на роды и каждый род — на виды, самые мелкие единицы. Виды могут в свою очередь дробиться на подвиды и другие специфические категории.

В 1758 г. шведским естествоиспытателем Линнеем введена применяемая и теперь номенклатура организмов из двух названий (биномиальная). В соответствии с этим научное название организма состоит из двух частей: родового (genus — род) и видового (species — вид), например, живущий ныне человек будет Homo

(человек) sapiens (мудрый). Родовое имя пишут с заглавной буквы, видовое — с маленькой.

Опознавание ископаемых. На первое время в поле бывает достаточно знать, является ли найденное ископаемое двустворчатым моллюском или брюхоногим, или листом папоротника, пальмы и т. д. В дальнейшем рекомендуется обратиться на кафедры геологии, естествознания, географии близлежащего университета, педагогического института, а в ряде случаев — к известному своими естественнонаучными интересами местному учителю средней школы. Несомненно, помогут сотрудники краеведческого музея, если в нем есть отдел геологии. При наличии в музеях университета или института геологических коллекций следует собранные образцы горных пород и ископаемых сравнить с музейными образцами. Помогут и профессионалы-геологи, ведущие в данной местности работы; они обычно хорошо знают геологию отдельных участков и владеют геологической и палеонтологической литературой по району. Кроме этого, особенно важно получить в библиотеках тех же вузов или у занимающихся геологией людей соответствующие руководства, полевые определители, учебники по палеонтологии. Многие из этого помещено в прилагаемом списке литературы. Следует внимательно прочитать эти книги, взглянуть в рисунки, изображающие ископаемые остатки тех или других животных. Найдя в слоях ископаемое, надо искать в определителе подходящий рисунок, сравнить с ним свой образец и прочитать описание данного ископаемого, отыскивая надлежащие элементы его строения, измеряя их циркулем (по линейке с делениями), пересчитать, если надо, число, например, ребрышек, лопастей, изгибов спирали и др.

Так всякий желающий не сразу, но обязательно научится сам определять палеонтологические объекты и, следовательно, устанавливать геологический возраст слоя (пласта), из которого добыто ископаемое. Это удивительно увлекательное занятие. Человек, серьезно занявшийся геологическими исследованиями, может провести много лучших часов своей жизни, пережить прекрасное чувство открытия нового. Хорошие думы не раз придут во время поисков среди реч-

ных долин, оврагов, полей и лесов, при определении собранных образцов горных пород и палеонтологических документов, а также в беседах со знающими геологию людьми или профессионалами.

При определении остатков растений или животных сначала устанавливается тип и класс, к которому образец относится. Например, род и вид отдельного ископаемого могут быть неизвестны, но оно похоже на улитку и поэтому относится к классу брюхоногих. Этим уже будет положено начало к определению научного названия данного отдельного ископаемого. Описательный материал в тексте каждой геологической или палеонтологической книги обыкновенно указывает на наиболее детальные черты, которые дадут возможность установить род и вид.

Геологу-любителю теперь работать сравнительно легко, так как опубликовано много книг, атласов и справочников по геологии и ископаемым растениям и животным. Книги эти содержат сведения о всей территории СССР, но дают геологическую характеристику и небольших по площади районов, описывают различные горные породы, отдельные группы, семейства, классы, роды и даже виды ископаемых (см. список литературы).

Собранные коллекции горных пород, образцы фауны и флоры, точно записанные по месту нахождения, этикетированные и пусть даже только первично обработанные, очень хорошо передать в краеведческий музей или кафедрам геологии и географии местных высших школ.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Характеристика и описание беспозвоночных ископаемых занимают многие толстые тома. В данной книге будут кратко охарактеризованы три типа беспозвоночных: плеченогие, моллюски и членистоногие. Представители этих типов животных особенно часто находятся в ископаемом состоянии, и остатки их местами на Русской равнине встречаются в большом количестве в слоях разного возраста.

Плеченогие (брахиоподы) — морские животные, ведущие донный образ жизни. Тело плеченогого помещается в двустворчатой раковине. Брюшная створка обычно выпуклая и больших размеров, чем спинная. Последняя бывает плоской и даже вогнутой. В задней части створок имеются возвышения — макушки, причем макушка брюшной створки больше спинной и несколько выступает над задним краем раковины. Задний край является замочным (рис. 18).

Плоскость симметрии раковины проходит от заднего к переднему краю и делит обе створки на две равные части. Этим отличаются раковины плеченогих.

В мантийной полости брахиопод находится мясистый орган, обеспечивающий перемещение пищевых частиц ко рту и отчасти дыхание, — руки. Руки многих плеченогих имеют поддерживающий внутренний известковый скелет — ручной аппарат (рис. 19). Многие плеченогие прикрепляются ко дну при помощи стебелька, или ножки; те же формы, у которых отсутствует ножка, иногда прирастают брюшной створкой к какому-нибудь предмету. Наружная поверхность раковины бывает гладкой, ребристой или покрытой складками.

В настоящее время плеченогие распространены мало. В палеозое же они были весьма многочисленными и разнообразными морскими животными, поэтому геологическое значение их огромно.

Остатками плеченогих исключительно богаты палеозойские отложения, что дает возможность делать полные послейные сборы разнообразных родов и видов, обуславливая высокую точность определения возраста слоев. Последнее приводит к важным палеобиологическим и палеогеографическим выводам.

Живущие теперь брахиоподы — обитатели различных участков дна морей и океанов. То же было и в прошедшие геологические времена. Наиболее многочисленные роды и виды брахиопод расселяются сообществами, прикрепляясь мускулистой ножкой к морскому дну, друг к другу или к раковинам других животных. Некоторые, например лингулы, поселяются в песчаных норах береговой полосы моря. Разновид-

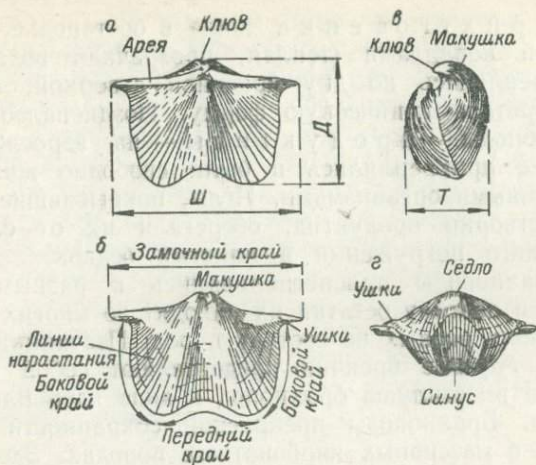


Рис. 18. Схема строения раковины брахиоподы.
 а — вид со спинной створки; б — с брюшной створки; в — сбоку; г — спереди; Д — длина раковины; Ш — ширина ее; Т — толщина.

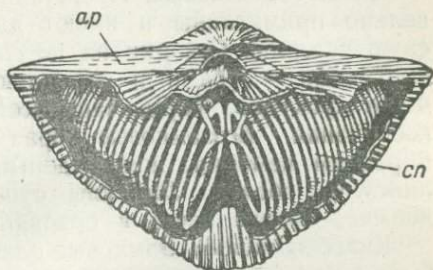


Рис. 19. Ручной аппарат спирифера (С—Р).
 ар — арея; сп — спиральные конусы.

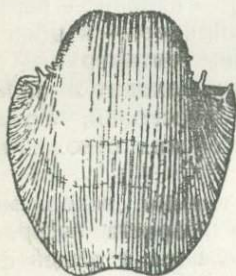


Рис. 20. Продуктус (С—Р).

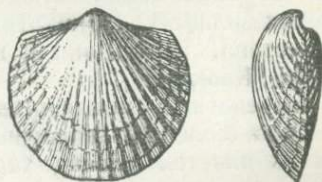


Рис. 21. Орthis (О).

ность р и х т г о ф е н и а жила в обстановке, излюбленной кораллами (теплая, прозрачная вода). Она прикреплялась ко дну брюшной створкой, которая приобретала коническую форму. Позднепалеозойские брахиоподы — п р о д у к т и д ы — на взрослой стадии не прикреплялись и были свободно живущими придонными организмами. Иглы, покрывавшие брюшные створки продуктид, оберегали их от слишком глубокого погружения в илистый осадок.

Брахиоподы приспособлялись к разным условиям, и поэтому остатки их находят во многих местах и в слоях разных по составу пород. Песчаники, алевролиты, туфовые брекчии представляют собой превосходные вместилища брахиопод в виде ядер или отпечатков. Брахиоподы прекрасной сохранности содержатся в массивных карбонатных породах. Здесь при выветривании они выступают из породы и легко видимы.

Тип плеченогих делится на два класса: беззамковые и замковые.

Класс беззамковые. Представители этого класса довольно примитивны и имеют длительную геологическую историю. Створки их не снабжены шарнирными выступами — зубами и скрепляются только при помощи мускулов. Форма чаще всего округлая или языкообразная. Беззамковые брахиоподы, появившись в раннем кембрии, живут доныне. К ним относятся лингулы, оболус. Лингулы существуют с ордовика доныне, оболус исчез в ордовике.

Класс замковые. Замковые плеченогие (брахиоподы) были очень многочисленными и разнообразными. К ним относятся продуктусы (рис. 20) — карбон — пермь; ортис (рис. 21) — ордовик; спирифер — карбон — пермь; теребратула — юра — ныне; пентамерус — силур. Огромное количество всех их находят в палеозойских пластах Прибалтики, Подмосковья, Урала, Казахстана, Тянь-Шаня и в мезозойских отложениях Крыма, Кавказа.

Плеченогие — исключительно ценные ископаемые для установления геологического возраста содержащих их пластов (слоев), характера моря и общей физико-географической обстановки, существовавших когда-то в данной местности.

Нередко на выветрелой поверхности обнаженного пласта можно собрать уже отпрепарированные выветриванием раковины. При сборе плеченогих в богатых ими слоях вся площадь обнажения разбивается на квадраты по 1 м², и каждый последовательно осматривается. Несколько человек могут в сравнительно короткое время сделать богатейший сбор. Опыт показал, что лучше всего сбор вести днем от 9 до 15 ч, так как в эти часы освещение равномерное.

Превосходные остатки плеченогих можно получить из песчаников и алевроитов. Для извлечения из породы нужны: набор зубил от грубых до тонких; молотки-кувалды весом 0,8—1,6 кг, не тяжелее 2,4 кг; небольшие ломы; ручные лупы, лучше с большим полем зрения и увеличением в 2—3 раза (лупа с 10-кратным увеличением нецелесообразна).

МОЛЛЮСКИ

Моллюски — мягкотелые — одна из важнейших для геологии групп беспозвоночных. Эта группа очень разнообразна и многочисленна. Большинство моллюсков имеют твердые известковые раковины, довольно хорошо сохраняющиеся в ископаемом состоянии. Моллюски — в основном морские животные, но много пресноводных и наземных. Это высокоразвитые организмы: имеют кровеносную систему, сердце, пищеварительные органы, нервную систему, органы чувств и т. п. При помощи специального мускульного органа на брюшной стороне — ноги — моллюски могут передвигаться. Мягкое тело животного покрыто складкой кожи — мантией, которая выделяет хитиновое или известковое вещество для образования раковины. Количество форм ископаемых и современных моллюсков превышает 150 000 видов.

В геологии особенное значение среди моллюсков имеют три класса:

а) двустворчатые (пелециподы, или пластинчатожаберные);

б) брюхоногие (гастроподы) — улиткообразные моллюски, преимущественно со спирально завитой раковиной;

в) головоногие (цефалоподы) — высокоорганизованные животные, имеющие в головной части тела щупальцы.

Остальные классы в ископаемом состоянии редки.

Двустворчатые и брюхоногие моллюски существовали в морях с кембрия и становились от периода к периоду более обильными и разнообразными. В слоях палеозоя остатки их многочисленны лишь местами, в мезозое они встречаются очень часто, а для кайнозоя — это главные ископаемые, на основе которых построена стратиграфия. Пресноводные моллюски появились лишь в девоне.

В морских отложениях обычно количество двустворчатых превосходит количество брюхоногих. Двустворки легче приспособляются к самым разным условиям среды. В юрском и меловом периодах многие их представители распространялись повсеместно, были космополитами. Обе эти группы моллюсков обитали преимущественно на мелководном побережье, шельфе. Их остатки особенно типичны в прибрежных алевроитах и песчаниках; очень хорошие остатки находят в известковых и железистых (сидеритовых) конкрециях, а также в кремнистых известняках. Дробная классификация двустворчатых основана на строении замка, мускульных отпечатков и деталях структуры, брюхоногих — на строении устья, протоконха и сифонов.

Класс двустворчатые (пелециподы). Двустворчатые появились не ранее кембрия. Это самые распространенные существа как теперь, так и в прошлом. Они заселяли моря, реки, озера. В палеозое двустворчатые мало разнообразны, но в начале мезозоя появилось много новых семейств. Значительное обновление произошло и в кайнозое.

Во взрослой стадии эти животные — донные, бентосные организмы. Они подвижны на весьма небольшом участке дна, и поэтому ископаемые их формы — хорошие показатели среды далекого прошлого данной местности. Основная масса двустворчатых живет в прибрежной полосе, но многие из них обитают и на глубинах до тысячи метров и более.

Форма раковин зависит от образа жизни и бывает весьма разнообразной: округло- или овально-яйцевидной, почти шаром, удлиненной и уплощенной и т. д.

У свободно передвигающихся раковины равностворчатые и почти равносторонние; у лежачих на дне или прикрепляющихся одна из створок (нижняя) более выпуклая и толстая, другая — уплощенная. У прикрепляющихся ко дну макушки раковины сдвинуты к переднему концу; у зарывающихся или сверлящих — раковина удлинненная, часто с зубчатой ребристостью на переднем крае. Раковины форм, обитающих в полосе прибоя и сильных течений, бывают очень толстостенными, у живущих же в спокойной воде развивается тонкостенная и гладкая раковина. Большое значение имеет соленость воды: при увеличении солености толщина створок значительно уменьшается, как и общая величина.

Раковина состоит из карбоната кальция, представленного кальцитом или арагонитом. Наружный слой ее призматический, внутренний сложен пластинками, параллельными поверхности створок. Снаружи раковина покрыта слоем органического вещества, не сохраняющегося в ископаемом состоянии.

Створки раковины снабжены макушками, которые у большинства пелеципод приближены к переднему краю. Это положение макушки помогает определить передний и задний края раковины и установить, какая створка правая, какая левая. Нужно раковину поставить так, чтобы задний край был обращен к наблюдателю, а передний — от него. Тогда справа будет правая створка, а слева — левая (рис. 22).

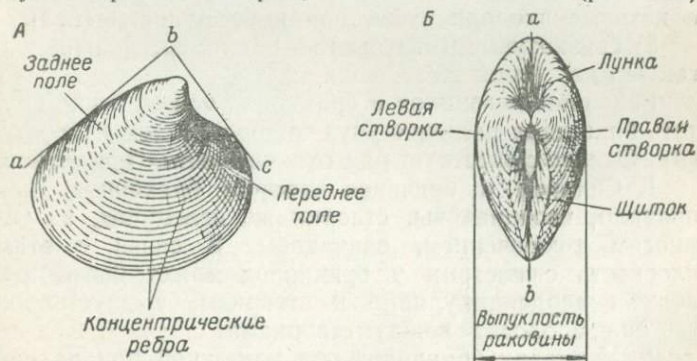


Рис. 22. Схема строения раковины двустворчатого моллюска. А — правая створка снаружи (abc — апикальный угол); Б — обе створки сверху (ab — плоскость смыкания).

На спинном, или верхнем, крае обеих створок под макушкой с внутренней стороны расположены выросты, так называемые зубы, разделенные ямками. Зубы каждой створки входят в ямки противоположной створки и образуют замок. У некоторых двустворок замок отсутствует. Створки скрепляются связкой, находящейся у замочного края. Это эластичное образование, содействующее раскрытию створок; мускулы же внутри раковины служат для ее замыкания. Места прикрепления мускулов хорошо сохраняются у ископаемых раковин (рис. 23).

Наружная поверхность обеих створок бывает гладкой или покрыта радиальными ребрышками, складками, морщинами, иногда выростами и шипами. Эти образования называются скульптурой. Раковины бывают равносторонними и неравносторонними, что зависит от положения макушки в отношении переднего и заднего краев. По строению замка выделяются следующие группы двустворок:

1) рядозубые — замок из одинаковых зубов, например арка (юра—ныне) (рис. 23);

2) разнотубые — замок состоит из главных зубов и боковых, например кардиум (триас—ныне) (рис. 24);

3) расщепленнозубые — замок в левой створке состоит из переднего внизу раздвоенного зуба, например тригония (триас—мел) (рис. 25);

4) толстоотубые — на верхней створке от 1 до 3 крупных, массивных зубов, на нижней углубления, в которые входили зубы, например рудисты (мел);

5) связкозубые (беззубые) — например, миа (палеоген—ныне) (рис. 26).

Раковины пелеципод и брахиопод можно легко спутать благодаря наличию двух створок у тех и у других. Однако существует ряд отличительных признаков.

1. Спинная и брюшная створки брахиопод, как правило, неодинаковы, створки же пелеципод, за немногим исключением, одинаковы. В связи с этим плоскость симметрии у брахиопод может быть проложена перпендикулярно к створкам, у двустворок же она проходит между створками.

2. У многих брахиопод под макушкой или на ней существует специальное отверстие для выхода ножки. У двустворок его нет.

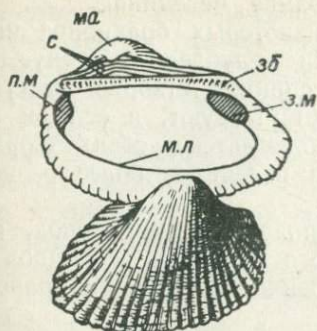


Рис. 23. Арка (J—Q). Рядозубый замок.
ма — макушка; *зб* — зубы; *з.м* — задний мускул-замыкатель; *п.м* — передний мускул-замыкатель; *м.л* — мантийная линия; *с* — борозды на связочной площадке.



Рис. 24. Кардиум (Т—Q). Разнозубый замок.



Рис. 25. Тригония (Т—К). Расщепленнозубый замок.

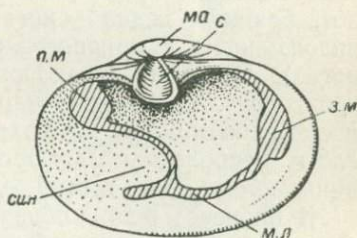


Рис. 26. Миа (Р—Q). Связкозубый замок.

ма — макушка; *с* — выступ, несущий связку; *п.м* — передний мускульный отпечаток; *з.м* — задний мускульный отпечаток; *с.м* — синус мантийной линии; *м.л* — мантийная линия.

3. Строение замка у замковых плеченогих сильно отличается от строения замка пелеципод.

4. Брюшная створка некоторых брахиопод имеет начинающееся от макушки углубление — синус, которому соответствует на спинной створке выступ — седло; у пелеципод они отсутствуют, а если и есть такое углубление, то оно наблюдается на обеих створках.

5. Скульптура раковин пелеципод более разнообразна и богата.

6. Наличие ручного аппарата у брахиопод, мантийной линии и мантийного синуса у пелеципод является различием внутреннего строения раковин обоих классов.

Двустворки обильны и разнообразны в различных по возрасту отложениях от палеозоя доныне. Особенное развитие они получили с мезозойской эры. Брахиоподы наиболее развиты в палеозое. В СССР пелециподы и брахиоподы находят в Прибалтике, Подмосковье, на Русской равнине, Кавказе, в Крыму, Сибири, Казахстане, на Урале, в Прикаспии.

Класс брюхоногие. Брюхоногие, или гастроподы, — самый обширный класс моллюсков в минувшие эпохи и ныне. Тело их большей частью заключено в спирально свернутую раковину. Передвигаются животные, ползая по дну при помощи мускулистого выроста — ноги, расположенной с брюшной стороны тела; отсюда название брюхоногие (гастроподы: гастер — живот, брюхо + педис — нога; *лат.*). У немногих нога видоизменена и приспособлена для плавания (крылоногие). Раковина брюхоногого состоит из двух или трех слоев, из которых наружный хитиновый в ископаемом состоянии не сохраняется. Под хитиновым слоем расположен фарфоровидный. Некоторые раковины имеют еще третий слой — перламутровый.

В процессе роста образуются обороты раковины. Отверстие последнего оборота называется устьем. Оно бывает круглое, овальное, угловатое. Часто устье в нижней части вытягивается в трубковидный выступ, называемый сифоном (рис. 27).

Поверхность раковины часто бывает богато и причудливо украшена продольными и поперечными ребрышками, бугорками и шипами; встречаются раковины удивительных расцветок.

Форма брюхоногих весьма разнообразна: шаровидные, туфелькообразные, удлинено-яйцевидные, колпачковидные, блюдцеобразные, конические, башенкообразные и др. Все эти формы удобно свести к завернутым, колпачкообразным и червеобразным.

Это одна из наиболее древних групп животных: известны брюхоногие с кембрия. Большинство их обитает в прибрежных и мелководных частях моря с нормальной или близкой к ней соленостью. Взрослые особи ведут донный образ жизни; в стадии личинок находятся в воде во взвешенном состоянии. Для поселения брюхоногих большое значение имеет строение морского берега: гравийный неблагоприятен, на песчаном обитает большое количество; многие хищные брюхоногие живут на илистом дне, питаясь зарывающимися в ил двустворками.

Известны ползающие, зарывающиеся в ил и изредка прикрепляющиеся формы. Делятся они на растительно-, плото- и всеядных. Среди брюхоногих имеются приспособившиеся к жизни в пресноводных бассейнах и на суше.

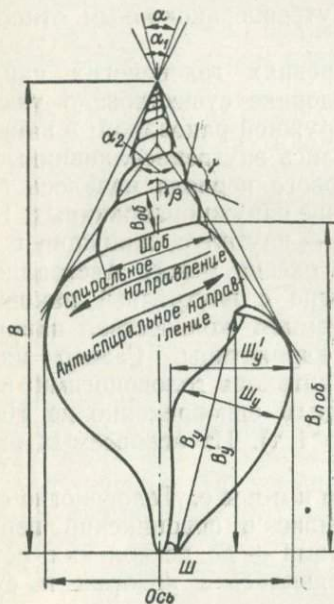
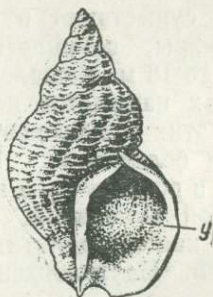


Рис. 27. Слева — ориентировка и измерение раковины гастроподы; справа — букцидум.



Класс головоногие. Головоногие — наиболее сложно устроенные, исключительно морские моллюски. У них двустороннесимметричное тело, хорошо развитая голова, совершенно устроенные глаза и высокоразвитые органы чувств. Рот окружен щупальцами или руками, часто довольно длинными, снабженными присосками либо крючочками. Щупальцы служат для захватывания пищи и передвижения. Однако основным органом передвижения является воронка на брюшной стороне тела, позади головы. Это трубчатый мускульный орган, сообщающийся с мантийной полостью животного. Воронка ритмично сокращается, и из мантийной полости с силой выбрасывается струя воды; животное получает толчок по принципу ракетного движения — вперед задней частью.

Класс головоногих, или цефалопод, делится на наружнораковинные и внутреннераквинные; у последних скелет выделяется не внешней поверхностью мантии, а находится внутри нее. К наружнораковинным принадлежат отряд наутилоидей и отряд аммоноидей, среди последних выделяются агониатиты, гониатиты, цератиты и аммониты. К внутреннераквинным относятся белемнитиды.

Остатки наиболее древних головоногих найдены в слоях кембрия. В ордовике существовало уже несколько сотен родов с наружной раковиной; в каменноугольном периоде появились внутреннераквинные головоногие; в конце мелового периода началось быстрое повсеместное вымирание наружнораковинных. Ныне из них уцелел один род — наутилус, живущий в тропической полосе Тихого океана между Австралией и Филиппинами. Головоногие с внутренней раковиной ныне существуют в огромном количестве, например кальмары, осьминоги, каракатицы. Размер их от 1 см до 18 м. Кашалоты питаются головоногими: в желудках кашалотов находили одновременно до 3000—5000 этих моллюсков (до 1 т). Из ископаемых важен отряд белемнитов.

Наружнораковинные. Головоногие с наружной раковиной, жившие в ордовикский период, были настоящими гигантами — до нескольких метров длиной. Наутилоидеи появились в кембрии и суще-

ствуют теперь. Аммоноидеи начали свой жизненный путь в девонский период и полностью угасли в поздне-меловое время. И наутилоидеи, и аммоноидеи — хищники, населяли моря нормальной солености. Стенка раковины внутреннераковинных головоногих состоит из наружного фарфоровидного слоя и внутреннего перламутрового. Облегающий их внешний слой из органического вещества — конхиолина редко сохраняется в ископаемом состоянии.

Наутилоидеи имели наружную раковину и мешковидное мягкое тело. У одних раковина была прямой, у других согнутой, спирально свернутой, разделялась перегородками на камеры. Переднюю камеру занимало тело моллюска, все остальные заполнялись воздухом, что обеспечивало плавучесть. Перегородки между камерами слабоогнутые или изогнутые. На поверхности раковины они проявляются перегородочными линиями, прямыми либо более или менее сложно извилистыми.

Изучение ископаемых остатков наутилоидей дает очень много для понимания геологических особенностей, в первую очередь, ордовикского и силурийского периодов. Особенно ценны представители отрядов ортоцератит и эндоцератит.

Аммоноидеи происходят, по мнению одних ученых, от свернутых наутилоидей, по мнению других — от прямых, раковина которых постепенно закручивалась. Раковина аммоноидеи состоит из первичной камеры, многочисленных воздушных (или газоносных) и последней жилой. Раковина завита обычно в плоскую, сомкнутую спираль с большим числом оборотов (рис. 28). Устье жилой камеры у многих аммоноидей закрывалось крышечкой. У ископаемых сохраняются только раковины и реже крышечки. Величина раковин от 1 см до 2 м.

Мягкое тело моллюска по мере роста передвигалось из первичной камеры в новую, оставляя позади себя перегородки. Опустевшие камеры заполнялись газом, и аммоноидеи получали возможность плавать. Число камер достигало 35—40, даже 100. Животное занимало всегда последнюю жилую камеру, длина которой колебалась от половины до одного оборота раковины.

Перегородки камер представляли собой тонкие, сложно изогнутые гофрированные пластинки. В них имелись круглые отверстия, через которые проходил трубчатый орган — сифон, сообщавший тело моллюска с газоносными камерами. Через него регулировалось давление газа и тем самым менялась плавучесть. В месте срастания перегородки с раковиной получается перегородочная, или лопастная, линия. По форме различают четыре типа лопастных линий (рис. 29).

Найдя в пластах раковины аммоноидей и научившись их определять, можно установить геологический возраст самих пластов.

Появление новых групп аммоноидей связано с изменением окружающих условий существования. Различают четыре этапа развития аммоноидей: девонский, каменноугольно-пермский, триасовый, юрско-меловой. Длительность каждого этапа можно подсчитать по табл. 4.

В девонский период материка стояли высоко над уровнем океанов, горообразовательные движения земной коры затихли. В раннем девоне это привело к отступанию моря на огромнейших пространствах. Резкое изменение обстановки оказалось неблагоприятным для наутилоидей, и постепенно начали развиваться более приспособленные головоногие — аммоноидеи. Прежде всего появились свернутые, а не палочкообразные агониатиты. Вскоре от них отделились гониатиты. Обе эти группы сформировались в геосинклинальных морях, в зонах погружения земной коры. В позднем девоне начались опускания материков, и воды океанов стали покрывать их, создавая мелкие эпиконтинентальные морские бассейны. Масса аммоноидей устремилась в них, так как появились богатейшие питательные ареалы. В этих новых условиях возникли и быстро расцвели климении — группа, скоро, однако, угасшая. Первый кризис в жизни аммоноидей произошел на границе девона и карбона.

Второй этап развития аммоноидей — каменноугольно-пермский — ознаменовался повсеместным наступлением моря на сушу, его трансгрессией, а на границе раннего и среднего карбона произошли горообразовательные процессы. Последние усиливались скач-

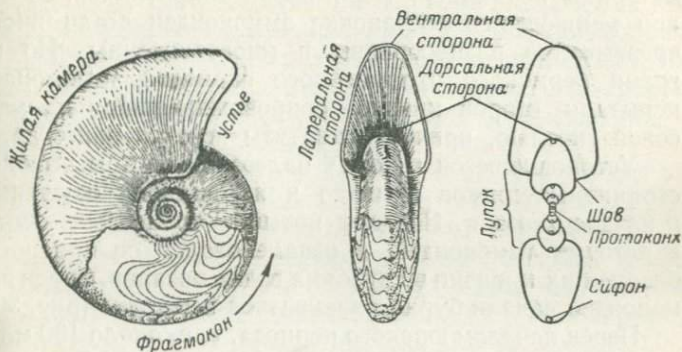


Рис. 28. Общая морфология раковины аммонойд.

Вентральная — брюшная, дорсальная — спинная, латеральная — боковая стороны раковины; протоконх — начальная камера; сифон — трубка, обобщающая камеры; фрагмокон — часть спирали, разделенная на газовые камеры; шов — линия прилегания соседних оборотов.

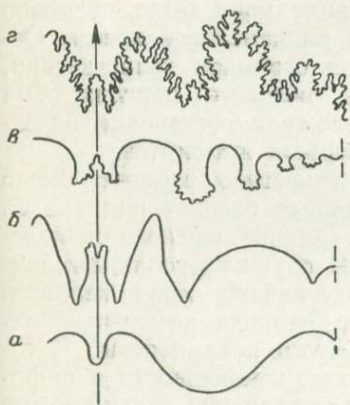


Рис. 29. Типы лопастных линий; а — агоннатитовый; б — гоннатитовый; в — цератитовый; г — аммонитовый.

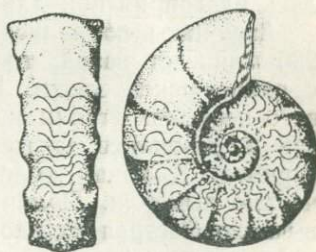


Рис. 30. Цератитес (Т).

ками, так что к концу карбона и в течение всего пермского периода горы заняли большие пространства, материки поднялись, моря вновь сократились. В такой меняющейся обстановке аммоноидеи стали вновь чрезвычайно разнообразны и многочисленны. Но на грани пермского и триасового периодов аммоноидеи испытали второй кризис, сопровождавшийся их массовой гибелью, причем гониатиты исчезли навсегда.

Установившееся к концу палеозойской эры высокое стояние материков привело к их полному осушению в начале мезозоя. Начался новый — триасовый — этап в истории аммоноидей, и ознаменовался он приспособлением их к жизни в глубоких водах океанов. Среди аммоноидей начали бурно развиваться цератиты (рис. 30).

Перед началом юрского периода, т. е. около 190 млн. лет назад, из аммоноидей осталось лишь 5 родов, вымерли все цератиты, и начали развиваться аммониты. Появление этой группы ознаменовало юрско-меловой этап. В этот этап земная кора испытала большие и сложные геологические события. Наступание моря на сушу приобрело характер огромной трансгрессии, затопившей обширные материковые площади. На короткое время наступание моря было прервано поднятиями земной коры в раннемеловое время. Однако вскоре вновь возникла огромная трансгрессия, продолжавшаяся до конца мелового периода. Эта бурная, разнообразная и сложная обстановка оказалась благоприятной для расцвета аммонитов.

Аммониты появились в триасовом периоде, около 230 млн. лет назад, но пышный расцвет их начался с раннеюрской эпохи. На границе юрского и мелового периодов угасли многие группы юрских аммонитов и развились новые, населившие моря мелового периода. К концу мелового периода аммониты полностью вымерли. Причины этого пока неясны. Чрезвычайно быстрая их эволюция, изменчивость и широчайшее географическое распространение делают аммонитов исключительно благоприятными ископаемыми для определения геологического возраста содержащих их осадочных пород морского происхождения. Среди них много надежных руководящих форм. Всех аммоноидей знаменитый русский палеонтолог В. О. Ковалевский назвал минутной стрелкой геологических часов.

Характернейшей чертой раковины аммонитов надо считать сложное строение лопастной линии. Ее седла и лопасти обычно сильно и глубоко рассечены, что служит важным признаком при определении разных семейств и родов. Для нижнеюрских отложений типичны, например, амальтеус и харпоцерас, для среднеюрских — стефаноцерас (рис. 31), для верхнеюрских — космоцерас и кардиоцерас (рис. 32).

Внутреннераквинные. Белемнитиды. Выше говорилось, что из ископаемых с внутренней раковиной хорошо известны белемниты. Современные формы населяют преимущественно тепловодные моря и океаны, отсутствуя лишь там, где понижена нормальная соленость воды (3,5%), например в Черном (1,8%) и Балтийском (1,2%) морях. Они свободно плавают, быстро передвигаясь реактивным способом (выбрасывают воду из мантийной полости). Следует думать, что подобными были и ископаемые белемниты. Наиболее древние из них появились в конце палеозойской эры, но массовое развитие и распространение получили в мезозойскую эру. Особенно часто остатки белемнитов находят в отложениях юры и мела, где они имеют руководящее значение при определении возраста пород. От них осталась крепкая, тяжеловатая часть раковины, называемая ростром и по форме напоминающая стрелу (ростр — стрела; *греч.*). Народ, истари находя белемниты, принимал их за «чертовы пальцы». Долго среди естествоведов было распространено мнение, что это результат удара молнии — «громовые стрелы». Но еще в 1724 г. было установлено, что белемниты — остатки древних животных, близких к наутилусу.

Ростр имеет цилиндро-коническую форму (рис. 33), редко уплощенную в виде ланцета. На рис. 34 изображены все части раковины белемнита.

Белемниты были хорошими пловцами, могли быстро передвигаться в горизонтальном и вертикальном направлениях. Как и современные внутреннераквинные (кальмары, осьминоги, сепии), белемниты вели хищнический образ жизни, а сами являлись пищей для более крупных животных, как ящеры (ихтиозавры и плезиозавры) и рыбы. Иногда находят большие скопления ростров в одном месте. Возможно, это резуль-

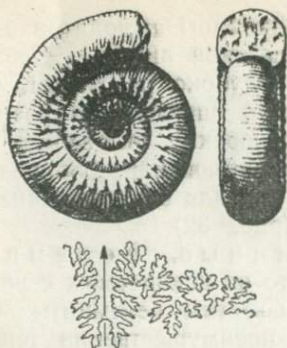


Рис. 31. Стефаноцерас (J_2).
Внизу лопастная линия.



Рис. 32. Кардиоцерас (J_3)



Рис. 33. Ростр белемнита, Белемнителла (K_3).

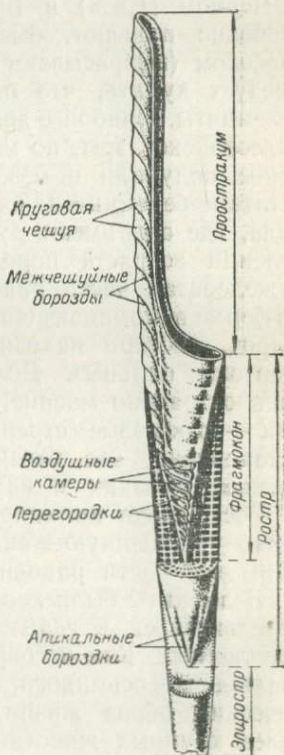


Рис. 34. Схема строения раковины белемнита.

тат массовой гибели белемнитов или сноса ростров по дну подводными течениями, особенно в прибрежных участках моря. Длина ростров от нескольких до многих десятков сантиметров.

ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Членистоногие — самый обширный тип среди беспозвоночных. Тело животного разделено на членики, или сегменты, и покрыто хитиновым панцирем. Конечности также состоят из члеников. Симметрия тела двусторонняя. У многих членистоногих сегменты срастаются и образуют голову, грудь и брюшко; в некоторых случаях срастаются голова и грудь, образуя головогрудь (например, у раков). Конечности выполняют функции передвижения, дыхания и хватания. Очень хорошо развита нервная система, из органов чувств — глаза. В зависимости от образа жизни членистоногие дышат жабрами, легкими или трахеями.

Тип членистоногих делится на несколько классов, из которых назовем: 1) трилобиты, 2) ракообразные, 3) паукообразные, 4) насекомые.

Наиболее интересен для геолога класс трилобитов; другие в ископаемом состоянии встречаются очень редко.

Класс трилобиты. Трилобиты представляют собой группу древнейших членистоногих животных. Судя по ископаемым остаткам, они появились в начале кембрийского периода, около 550 млн. лет назад, и полностью угасли к концу палеозойской эры, просуществовав, следовательно, до 350 млн. лет. Особенно они были распространены в кембрийском и ордовикском периодах. В соответствующих отложениях остатки их столь обильны, что иногда слагают пласты ракушняков.

Трилобиты обитали в морях, и нахождение их остатков свидетельствует точно, что местности, где их находят в осадочных породах, были в те отдаленные времена морским дном. Они заселяли моря, покрывавшие тогда большие или меньшие площади всех современных материков. То обстоятельство, что остатки одних родов и даже видов трилобитов находят в слоях Урала, европейской части нашей Родины, Западной Европы и восточной половины Северной Америки, остатки же других родов и видов в слоях Сибирской платформы и западной половины Северной Америки, дает воз-

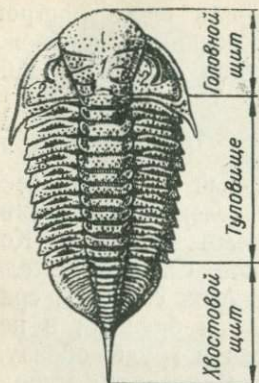


Рис. 35. Части спинного щита трилобита.

возможность геологам воскрешать географическую обстановку во времена кембрия и ордовика для обширнейших площадей материков Северного полушария.

Для геологов трилобиты имеют огромное значение, так как, находя и определяя их, можно с большой точностью расчленять, иначе говоря, стратифицировать слои кембрийских и ордовикских осадочных пород.

В слоях девона, карбона и перми трилобиты редки, однообразны и служат руководящими ископаемыми весьма ограниченно, и то для отдельных районов, например Урала и Приуралья.

Геологам удалось по остаткам трилобитов приблизительно восстановить их строение и образ жизни. Они имели овальную форму, длину обычно от 2 до 10 см. Тело их было покрыто крепким спинным панцирем, или щитом, который разделялся на три части: головной щит, туловище и хвостовой щит. Головной щит построен тремя слившимися лопастями: осевой, или глабелью, и боковыми, или щеками. Туловище состоит из отдельных подвижных частей — сегментов, число которых колеблется от 2 до 44. В хвостовом щите, как и в головном, также имеются три слившиеся лопасти (рис. 35). Это и дало повод для их названия — трехлопастные—трилобиты.

Сегментированное строение панциря давало возможность свертываться в комок и защищать от хищников мягкую брюшную часть тела. Глаза трилобитов были сложно устроены из отдельных мелких линз, число которых у разных родов чрезвычайно колебалось (от первых десятков до 15 000). Известны и слепые формы. Предполагают, что они были раньше зрячими и слепота явилась приспособлением к условиям жизни в поверхностном слое донного ила или в очень мутной воде.

Остатки панцирей трилобитов часты в карбонатных и тонкозернистых обломочно-карбонатных породах: известняках, мергелях, глинистых сланцах, реже в песчаниках. Очень часты в этих же породах остатки

брахиопод, головоногих, кораллов и других морских животных. Вероятнее всего, местом жительства трилобитов было морское мелководье, побережье.

Чрезвычайно распространены в ордовикских слоях Ленинградской области и прилежащих прибалтийских республик следующие роды трилобитов.

Азафус имеет головной и хвостовой щиты почти одинаковые, полукруглой формы. Глабель гладкая, выпуклая. Туловище состоит из восьми сегментов. Глаза приближены к глабели и сидят на особых возвышениях, а иногда даже на высоких стебельках. Счевидно, такой трилобит подкарауливал свою добычу, зарывшись в ил и выставив глаза подобно перископу (рис. 36).

Мегаласпис близок к азафусу и характеризуется вытянутой и копьевидно заостренной передней частью головного щита, щечные углы образуют довольно длинные шипы. На хвостовом щите плоская краевая полоска. Хвостовой щит также часто заострен. Мегаласпис, как и большинство других трилобитов, мог свертываться.

Илленус имеет одинаковые по размерам головной и хвостовой щиты. Глабель неясно очерчена и гладкая, совершенно лишена признаков членистости. Число туловищных члеников равно десяти (рис. 37).

Факопс имеет головной и хвостовой щиты почти одинаковых размеров; туловищный щит состоит из 11 члеников. Глаза большие и сложные. Глабель вздутая и расширена к переднему краю. Факопсы также обладали способностью сворачиваться. Были распространены в силуре и девоне.

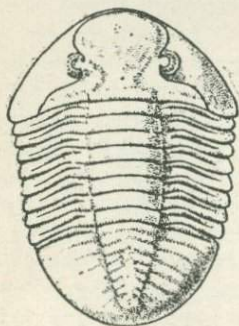


Рис. 36. Азафус (O).

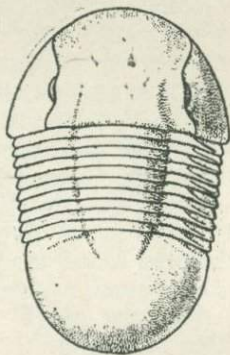
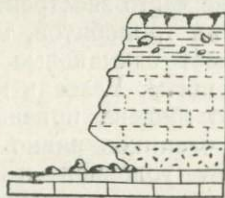


Рис. 37. Илленус (O).

Раздел III

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ ПО ВОДОРАЗДЕЛАМ, РЕЧНЫМ ДОЛИНАМ, ОВРАГАМ, БЕРЕГАМ ОЗЕР И МОРЕЙ



ПОДГОТОВКА К ЭКСКУРСИИ

Перед тем, как отправиться на экскурсию, чтобы провести ее наиболее успешно, следует посоветоваться с работниками краеведческого музея, если таковой имеется, с геологом исследовательской партии или преподавателем естествознания, который занимается изучением природы окрестностей. Они укажут книги по географии и геологии края, из которых надо сделать выписки стратиграфических колонок, срисовать профили водоразделов, речных долин, взглядеться в географическую карту, подумать над ней и запомнить очертания изображенного на карте. Воспользоваться можно изданными атласами СССР разной детальности, обзорной картой местности, туристическими картами. Изучение их дает многое для предварительных размышлений. Надо записать в свою полевую тетрадь названия рек разных порядков: первого (главного), второго, третьего, отметив наиболее крупные извилины — петли, резкие изгибы, крутые склоны, место их нахождения (например, около такого-то села, деревни, санатория и т. п.), направление потоков — близкое к меридиану, широте, промежуточному положению, место и высоту истока, устья, длину.

Нередко, особенно в пределах Приволжской, Среднерусской, Валдайской, Башкирской возвышенностей, Северных Увалов, Общего Сырта, при внимательном изучении географической карты встретятся самые неожиданные извороты рек, порою резко меняющих свое направление по странам света, о чем дальше будет сказано подробнее (рис. 38). Надо выписать высоты, которые значатся на карте, и примерно подсчитать, насколько глубоко врезаны реки и овраги в водораз-

дельные массивы. Работать надо с разделенной на сантиметры и миллиметры линейкой, научиться вести счет расстояний, длин, площадей по масштабу, показанному на карте.

Вглядываясь в географическую карту, следует пытаться искать причины тех или других особенностей рельефа. Плоские поверхности водоразделов могут возникнуть на горизонтально залегающих слоях. Крутизна склонов нередко бывает обязана устойчивости слагающих их пород, например крепких песчаников, известняков, доломитов, мергелей. Плотные глины, лежащие большими массивами, также могут долго удерживать крутизну склонов.

Ступенчатость и террасированность склонов нередко обязана чередованию легко и трудно размываемых пород, например песков и известняков, глинистых слоев и крепких песчаников. Пологие склоны свидетельствуют о наличии легко осыпающихся песчаных слоев или сползающих крепких пород по подстилающим их глинам. В таком случае пологий склон может иметь ступенчатый характер, что говорит о неоднократном сползании одних и тех же пачек пород. В массивах, сложенных нацело пластами известняков, пес-

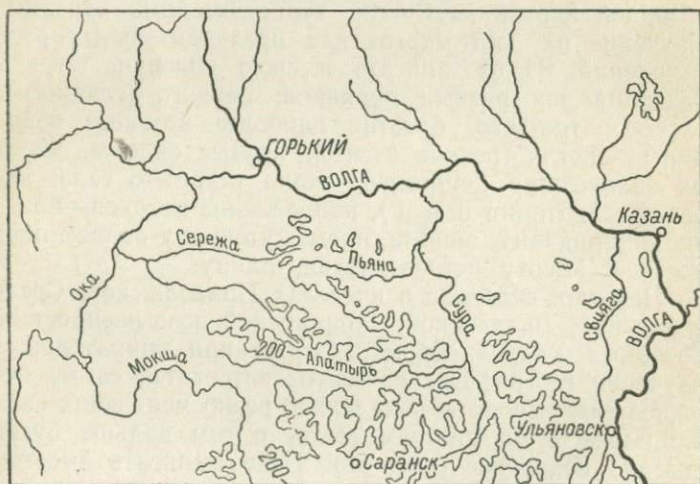


Рис. 38. Ориентировка рек северо-восточной части Приволжской возвышенности.

чаников и таких крепких пород, как доломиты, мергели, развиваются обрывистые, скалистые склоны.

Овраги, расчленяющие водораздел, бывают остродонными, плоскодонными, крутостенными. Это разнообразие форм оврагов также может быть обусловлено сочетанием легко и трудно размываемых пород. Однако чаще подобные формы говорят о времени развития: молодости, среднем возрасте и старости, а также смене размыва в глубину массива размывом в бока (в ширину).

СНАРЯЖЕНИЕ

Карта местности.

Компас, лучше горный с эклиметром (рис. 39).

Молоток. Лопата обычная или шанцевая.

Записная книжка среднего размера.

Линейка, лучше складной метр.

Лупа с увеличением в 2—3 раза.

Бинокль (не обязательно).

Одежда обычная; удобнее туристская или рабочий комбинезон.

Сапоги кирзовые или резиновые.

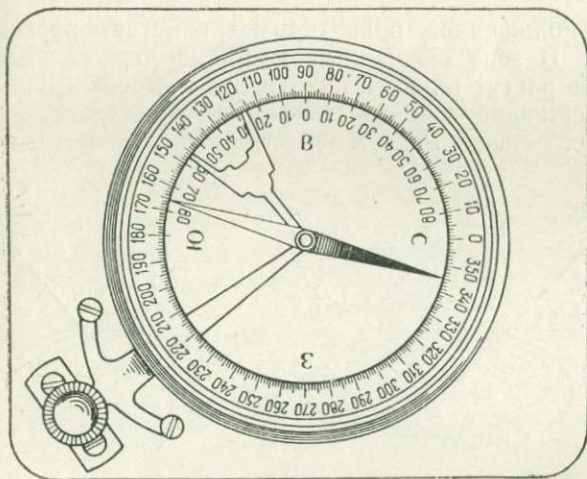


Рис. 39. Горный компас,

ОРИЕНТИРОВКА НА МЕСТНОСТИ

Оказавшись на месте работы, геолог в первую очередь должен определить свое положение относительно стран света, окрестных селений, рек.

Приближенное определение стран света делают, например, с помощью часов, заведенных по местному времени. Их держат горизонтально и поворачивают так, чтобы часовая стрелка точно совпадала с направлением на солнце. От центра часов мысленно проводят линию к 1 ч; линия, делящая полученный угол пополам, и будет меридианом, причем юг там, где солнце было (или будет) в полдень (рис. 40).

Менее точное определение стран света возможно по луне. Оно производится по ее фазам (табл. 5).

Таблица 5

Ориентировка по луне, ч

Положение луны	На востоке	На юге	На западе
В первую четверть	—	Около 18	Около 24
В полнолуние	Около 18	» 24	» 6
В последнюю четверть	» 24	» 6	—

Приближенной ориентировке помогает растительность. В зоне смешанных лесов на южных склонах холмов растут тепло- и сухолюбивые деревья, как дуб; в лесостепной зоне на южных склонах трава, на северных — лес. Растительность южных и северных

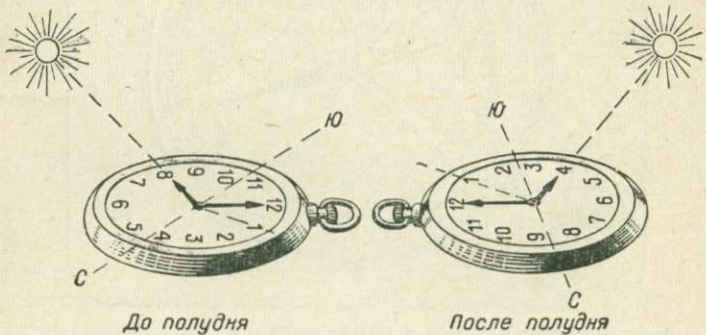


Рис. 40. Определение стран света по часам.

склонов различна и типична для каждой местности. Это позволяет правильно находить страны света.

Вполне надежной и точной будет ориентировка по компасу. Легко и удобно работать с горным компасом, на котором переставлены местами восток (В) и запад (З). Компас не только точно показывает страны света: север, юг, восток, запад, — но и позволяет определять положение любого предмета на пути по азимуту. Так называют угол между магнитным меридианом точки стояния и направлением компаса на какой-либо предмет. Компас всегда держат к себе южным ребром, где буква Ю. Азимуты отсчитываются от 0 до 360° по часовой стрелке: на севере азимут 0° , на востоке 90° , на юге 180° , на западе 270° . Промежуточные направления: северо-восток, юго-восток, северо-северо-восток и т. п. — называют румбами. В дальнейшем о работе с компасом будет сказано подробнее.

Глазомерное определение расстояний. В полевой обстановке большое значение имеет наметанность глаза в определении расстояний, высот, мощностей пластов в обнажениях. Разработано несколько способов для возможно более точного глазомерного измерения всего, что окажется нужным по ходу экскурсии.

Глазомерную оценку расстояний можно делать со значительным приближением к действительности путем сопоставления со всюду распространенными предметами, которые в среднем имеют устойчивые размеры (табл. 6).

Дальность видимого горизонта довольно верно устанавливается в зависимости от высоты точки наблюдения. Известно, что горизонт раздвигается тем больше, чем выше место наблюдателя (табл. 7).

Величины эти даются для человека с нормальным зрением. Надо заметить, что в холодную погоду, утром и вечером дальность горизонта увеличивается. Человек, стоящий на абсолютной высоте 0, увидит окружающее пространство при росте 1,6 м на 5—6 км.

Для глазомерного определения расстояния в полевой геологической работе и на геологических экскурсиях полезно знать, что между телеграфными столбами 50 м, средняя высота леса 20 м, высота телеграфного столба 6 м, грузового автомобиля 2 м, рост человека 1,6—1,8 м.

Глазомерная оценка расстояний

Расстояние	Видимые предметы
16—21 км	Колокольни и башни
11 км	Ветряные мельницы
9 км	Деревни и большие дома
5 км	Видны очертания домов (без окон, дверей и труб)
4 км	Слабо различаются очертания окон и дверей
3 км	Видны трубы на крышах
2 км	Видны высокие, одиноко стоящие деревья, человек — едва различимая точка
1500 м	Видны повозки на дороге, всадник и лошадь сливаются в одно целое
1200 м	Видны отдельные деревья средней величины
1000 м	Видны телеграфные и километровые столбы; в доме можно различать отдельные бревна
700 м	Вырисовывается фигура человека без оттенков его одежды
500 м	Можно узнать людей
300—400 м	Различимы цвет одежды, переплеты в рамах окон, взмахи руки
200 м	Видны лицо, очертания головы, блестящие пуговицы, листья деревьев
150 м	Видны линия глаз, подробности одежды
100 м	Различается лицо
50 м	Глаза и нос человека; расстояние между телеграфными столбами
20 м	Различаются белки глаз; средняя высота леса равна 20 м
6 м	Высота телеграфного столба
1,6—1,8 м	Рост человека

Таблица 7

Дальность горизонта

Высота наблюдения, м	Дальность видимости горизонта, км	Высота наблюдения, м	Дальность видимости горизонта, км
1	3,9	15	14,9
2	5,4	20	17,2
3	6,7	25	19,3
4	7,7	30	21,1
5	8,6	35	22,8
6	9,4	40	24,4
7	10,2	50	27,2
8	10,9	100	38,5
9	11,6	500	86,2
10	12,2	1000	122,0

При глазомерном определении расстояний следует помнить размеры некоторых частей человеческого тела или таких обыденных предметов, как спичка, карандаш, спичечная коробка, монета.

У взрослого человека длина указательного пальца 10 см; между концами раздвинутых пальцев большого и мизинца 20 см, т. е. 1/5 м; высота человека с поднятой рукой при отогнутой назад кисти руки 2 м; от пола до поясного ремня 1 м. У большинства людей расстояние между концами раскинутых рук равно росту (рис. 41).

Оказалось, что средняя длина шага взрослого человека приблизительно равна половине его роста до уровня его глаз. В среднем принимают длину шага равной 70 см. У взрослого человека расстояние от глаз до большого пальца на вытянутой руке 60 см, а расстояние между зрачками глаз 6 см, т. е. в 10 раз меньше. Это позволяет определить, например, ширину реки. Стоя у кромки воды на одном берегу, выберем на противоположном какой-нибудь предмет, скажем, дерево. Вытянем руку с поднятым большим пальцем на этот предмет, закрыв левый глаз. Затем, не опуская пальца, быстро откроем левый и закроем правый. Палец как будто отскочит и будет направлен на другой предмет. Заметим его и на нашем берегу шагами отсчитаем расстояние между деревом и этим другим предметом. Скажем, что расстояние равно 35 м. Помножим на 10 и получим 350 м. Это и будет искомая ширина реки. Основание такого расчета чисто геометрическое. Выполняя указанное, получим два равнобедренных треугольника (рис. 42). Они подобны. Следовательно,

$\frac{AB}{ab} = \frac{CB}{cb}$; AB — искомая величина (ширина реки); $ab = 60$ см; CB можно измерить на берегу стояния, мысленно спроектировав это расстояние и измерив; предположим, что оно окажется равным 35 м; $cb = 6$ см (расстояние между глазами). Подставим эти величины, выраженные в метрах, в уравнение: $\frac{AB}{0,6} = \frac{35}{0,06}$; отсюда $0,06 AB = 35 \cdot 0,6$;

$$AB = \frac{35 \cdot 0,6}{0,06} = 350 \text{ м.}$$

Ширина реки AB равна 350 м.

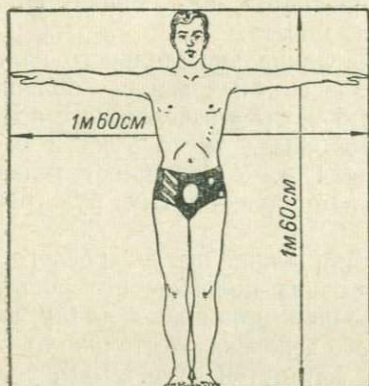


Рис. 41. Длина раскинутых рук человека.

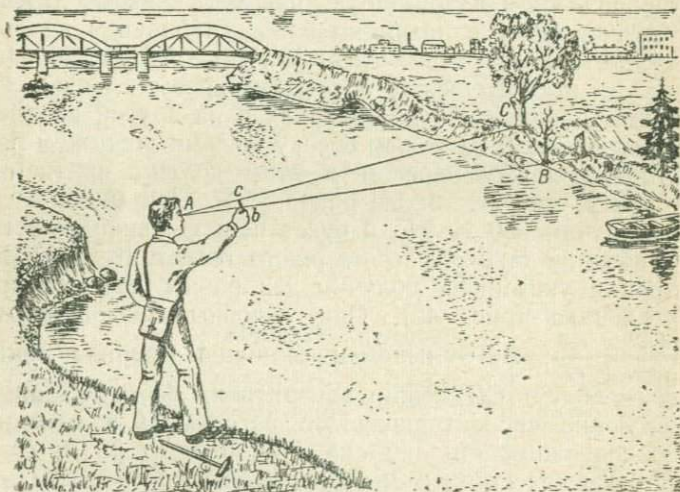


Рис. 42. Определение ширины реки.

AB — ширина реки, м; CB — расстояние на которое переместится предмет при закрытии левого глаза, Ab — длина руки = 0,6 м; cb — расстояние между глазами = 0,06 м.

Высоту дерева можно определить, сравнивая длину его тени с длиной тени определяющего человека (рис. 43), Построив два подобных треугольника (AKE и ake), можно составить пропорцию $\frac{AK}{ak} = \frac{KE}{ke}$. Величина $ak = 1,6$ м, KE — длина тени дерева; ke — длина тени человека. Обе величины вымеряют шагами. Скажем, $KE = 9$ шагов $= 6,3$ м; $ke = 3$ шага $= 2,1$ м; $ak = 1,6$ м.

$$\frac{AK}{1,6} = \frac{6,3}{2,1}; \quad 2,1AK = 6,3 \cdot 1,6; \quad AK = \frac{10,08}{2,1} = 4,8 \text{ м.}$$

При отсутствии тени, например в пасмурную погоду или вечером, высоту дерева можно определить иначе. Взяв шест, длина которого равна росту человека, следует лечь на таком расстоянии от дерева и установить в ногах шест так, чтобы линия от глаз человека прошла по верхнему концу шеста и вершине дерева. В таком случае получим два подобных треугольника. Определим шагами длину линии Ca . Допустим, она равна 20 шагам $= 14$ м.

$$\frac{CB}{ab} = \frac{AC}{aA}; \quad \frac{CB}{1,6} = \frac{15,6}{1,6};$$

$$1,6CB = 15,6 \cdot 1,6; \quad CB = 15,6 \text{ м (рис. 44).}$$

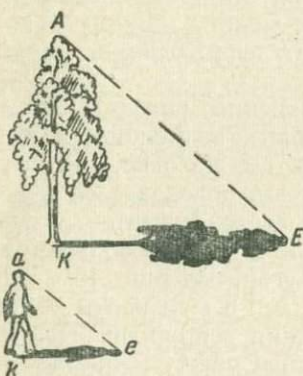


Рис. 43. Определение высоты дерева по его тени.

AK — высота дерева; KE — тень дерева; ak — рост определяющего; ke — тень определяющего.

В практике существует достаточно способов глазомерной топографии. Здесь изложены наиболее простые и легко запоминаемые.

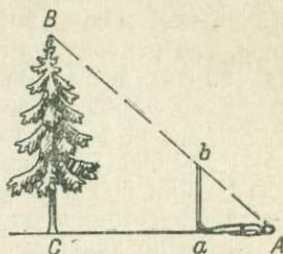


Рис. 44. Определение высоты дерева по шесту.

CB — высота дерева; AC — расстояние от основания дерева до глаз лежащего человека; ab — длина шеста; aA — рост человека

Работа с картой. При наличии подробной карты определение расстояний, абсолютных и относительных высот, крутизны склонов — дело простое. Однако пользуются обычно мелкомасштабными картами, на которых, как правило, знаки высот не ставятся и отсутствуют горизонтали, или изогипсы, графически изображающие рельеф местности. Тем не менее исключительно важно научиться читать несложную топографическую карту (рис. 45) с изогипсами. Каждая изогипса соединяет точки одинаковой высоты. На некоторых изогипсах указаны цифры. Допустим, стоит цифра 80. Это значит, что, идя по этой изогипсе или, что то же, горизонтали, будем весь путь находиться на высоте 80 м над уровнем моря. На другой горизонтали, например, цифра 120, что показывает высоту 120 м на всем пути этой горизонтали. Следовательно, ход от 80-й горизонтали к 120-й будет по склону. Сосчитав число горизонталей между 80-й и 120-й, получим всего 4 горизонтали. Разделив 40 м (120 м—80 м) на 4, получим 10 м, т. е. превышение одной горизонтали над другой 10 м. Это число есть сечение горизонталей.

На картах обычно величина сечения показывается так, что определить высоту любой горизонтали нетрудно. Там, где горизонтали идут далеко друг от друга, склоны очень пологи, места равнины. Где же горизонтали сгущены, лежат тесно одна к другой — склоны крутые.

После небольших упражнений овладеть чтением топографической карты вполне возможно, и тогда, глядя на нее, можно видеть, где пологие, где крутые склоны, где речные долины, где водоразделы.

На картах всегда показывается масштаб, по которому легко вычисляется горизонтальное расстояние от одной любой точки до другой. На рис. 45 масштаб карты 1 : 50 000. Это значит, что в 1 см карты уложено 50 000 см или 500 м расстояния в природе. Требуется вычислить расстояние по прямой между точками *A* и *B*. Проводится по линейке с сантиметрами прямая линия; оказывается, расстояние равно 19,4 см, т. е. 9700 м (500 м × 19,4).

После небольших упражнений схему рельефа местности можно получить обведением высот, изображенных

штрихами или цветными красками. На рис. 46 знаками показаны высоты ниже 0, от 0 до 100 м, 100—200 м и выше 200 м. Контурные знаки, обведенные карандашом или тушью, дадут горизонтали обозначенных высот.

Превосходным материалом для приготовления подобным способом карт со схематическим рельефом могут послужить карты атласов СССР. Их много изданий с масштабом до 1 : 4 000 000, и они выполнены на высоком уровне. Например, в Атласе СССР 1954 г. издания на листе 29—30 изображены центр европейской части и Среднее Поволжье с рельефом в красках: —100—0; 0—100; 100—200; 200—300; 300—500. На кальку выкопировывается та местность, где предполагается вести геологическую работу; наносятся лишь нужные населенные пункты, разрежается речная сеть, обводятся черной тушью контуры красок рельефа, и получается карта в изогипсах с соответствующим сечением. Эта калька снимается фотоаппаратом и отпечаток, сделанный с увеличением в два раза, прикрепляется клеем или кнопками к фанерной пластинке соответствующего размера. Геолог-любитель будет иметь удовлетворительный картографический материал.

Таким же образом можно скопировать геологическую карту своего района.

Человек же, знающий основы топографической съемки, работая компасом и измеряя шагами расстояния, сумеет без большого труда сам сделать картографическую основу для своей геологической исследовательской работы.

Работа с эклиметром. Компасы ГК-2 и ГК-2В отечественного производства снабжены эклиметром и могут служить для определения относительных высот отдельных точек или предметов. Ребро линейки направляют на вершину измеряемого объекта, одновременно нажимая пальцем на кнопку арретира отвеса. Опустив кнопку арретира, фиксируют положение отвеса и по шкале определяют угол наклона α . Измеряют шагами расстояние до объекта. Это будет одна сторона прямоугольного треугольника, другая равна высоте объекта. На обратной стороне плашки компаса даны значения α от 0 до 90°.

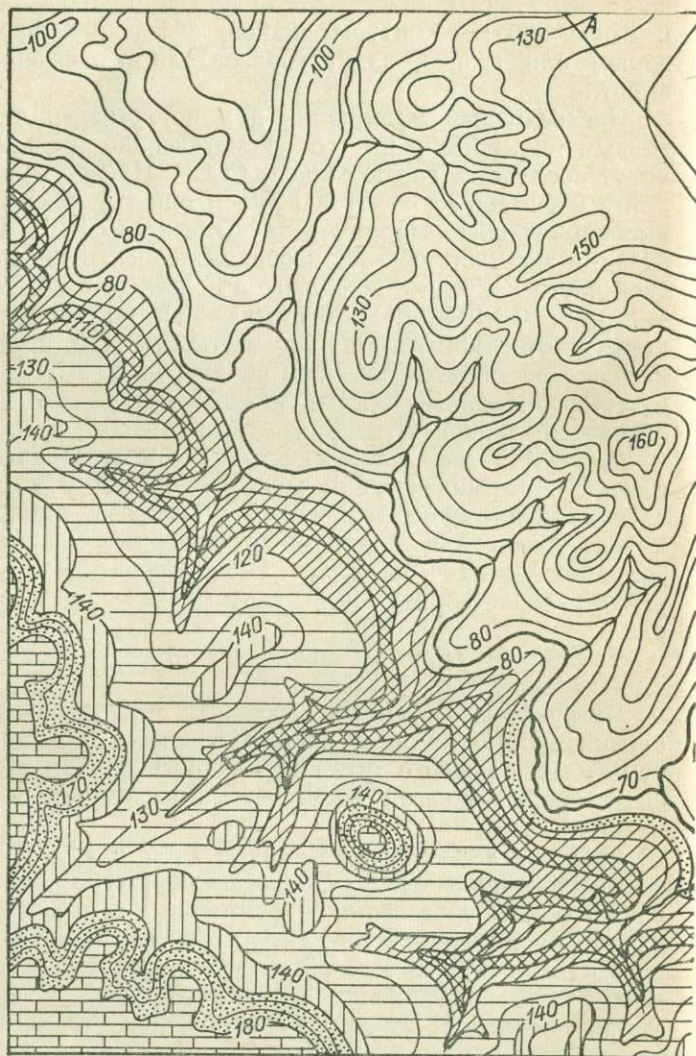
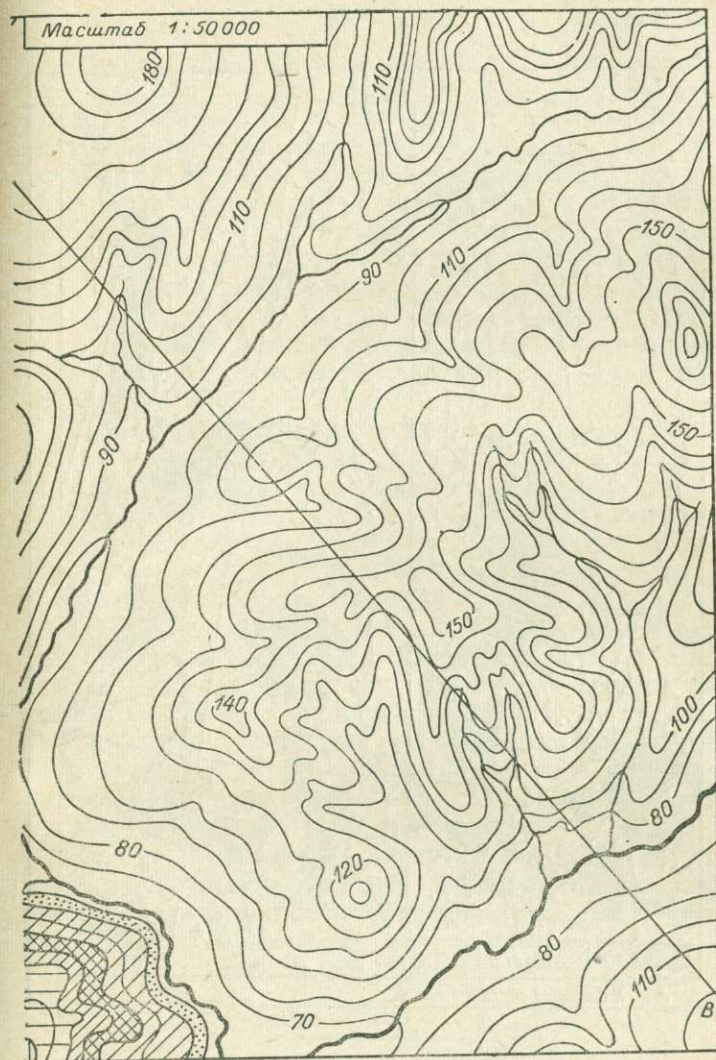


Рис. 45. Топографическая
В левом нижнем углу штрихами показаны



карта в горизонталях.
различные горизонтально лежащие слов.

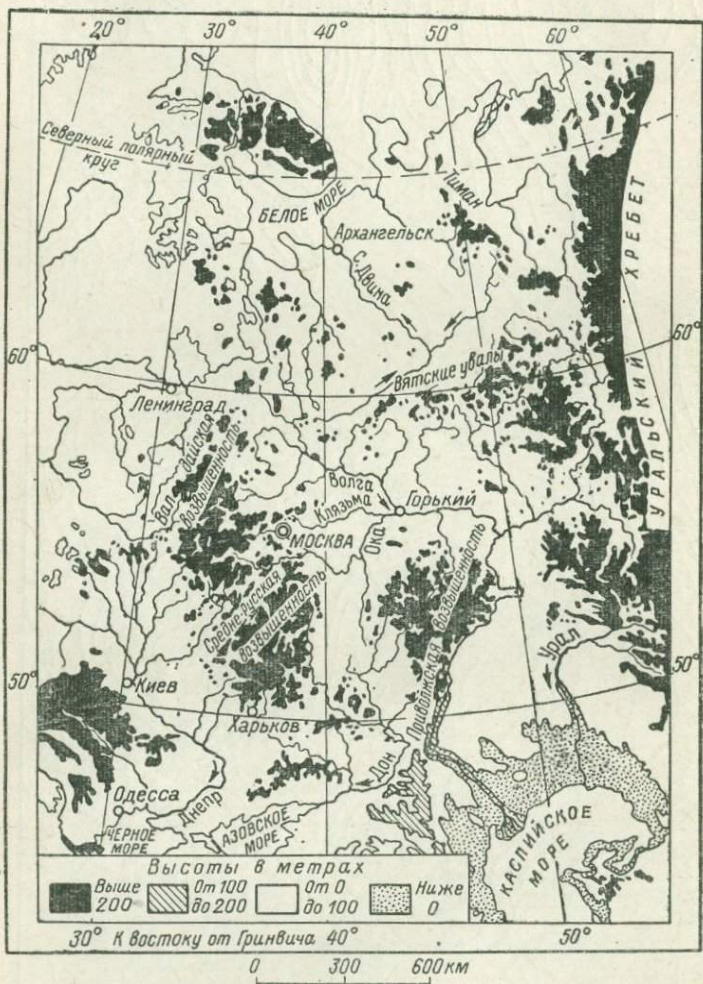


Рис. 46. Карта Русской (Восточно-Европейской) равнины — платформы.

ЭКСКУРСИИ ПО ВОДОРАЗДЕЛАМ (ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ)

Главная цель таких экскурсий заключается в изучении рельефа, т. е. устройства поверхности земной коры, что является задачей особой ветви геологической науки — геоморфологии. Как показывает само слово (гео — земля, морфэ — форма; *греч.*), она изучает формы земной поверхности (рельеф), их происхождение, развитие и географическое распространение. Формы рельефа возникают от взаимодействия внутриземных (эндогенных) и внешних, поверхностных (экзогенных) процессов. Первые обусловлены поднятиями и опусканиями блоков земной коры, вулканизмом и землетрясениями; вторые — работой воды, ветра, льда, организмов.

Эндогенные процессы черпают силы в недрах Земли. Экзогенные получают их от солнца, луны, космоса, жизнедеятельности животных и растений.

При геоморфологических экскурсиях по водоразделам можно встретить несколько вариантов их положения. Например, на левом берегу р. Тосны в Ленинградской области, у г. Тосно, при ходе на восток будет водораздел между р. Тосной и р. Мгой, левыми притоками р. Невы. На Волге у западной окраины г. Ульяновска — водораздел между Волгой и ее правым притоком Свягой при противоположном течении этих рек. В Горьковском Поволжье у г. Горбатова р. Ока образует большую петлю — до 40 км длины по руслу, создавая внутренний Межокский водораздел (рис. 47). Изберем экскурсию по этому водоразделу.

Ход по намеченному азимуту. Выйдя на пункт, от которого будет проложен маршрут, надо прежде всего определить свое положение относительно стран



Рис. 47. Горбатовская петля на р. Оке.

света, окрестных селений, рек, заметных предметов. Опыт показал, что это можно сделать с хорошей точностью без сложных работ и дорогих инструментов, пользуясь разными подручными материалами.

Ход, намеченный при предварительном изучении карты, на местности может быть уточнен. Он прокладывается по компасу на заметные предметы и начинается с записи в полевой книжке (дневнике):

Среда, 17 сентября 1975 г.

Цель хода: изучить устройство поверхности водораздела в районе Горбатовской петли р. Оки.

Ход намечен от берега оз. Мещерская Заводь сначала прямо на юг до репера 182,0, затем на юго-восток 135° к реперу 200,1 у западной околицы с. Пестряково, снова на юг до пирамиды 211,6 и на юго-запад 200° до берега р. Оки.

§ 1. Уровень оз. Мещерская Заводь около 70 м. Сначала плоское побережье метров 200 шириной (отсчет ширины, длины ведется шагами с соответствующим переводом на метры). Некрутой склон до высоты около 100 м; отсюда очень пологим склоном примерно шириной 500—700 м поднятие на выровненную поверхность на уровне 150 м. Ширина ее метров 400—500. Далее пологий склон и небольшая (до 600 м^2) ровная поверхность на уровне около 180 м; здесь репер 182,0.

§ 2. Направление хода пошло по азимуту ЮВ 135° . Очень пологий склон, растянутый до 600 м. Неширокая площадка на уровне 150 м. Некрутой склон к руслу безымянной речки, впадающей в Оку. Здесь западная околица с. Новишки, расположенного на довольно широкой ровной поверхности на уровне около 150 м и шириной до 700 м. Подъем на большую, до 3 км^2 , равнинную поверхность на уровне 180 м. На ее восточном краю лежит с. Пестряково и стоит репер 200,1.

§ 3. Ход пошел почти прямо на юг к пирамиде 211,6, которая стоит в центре ровной площадки почти округлого очертания площадью около 2 км^2 .

§ 4. Ход идет по азимуту ЮЗ 200° . Очень пологий, длиной до 700 м склон приводит к равнинной плоскости на уровне 180 м шириной до 400 м. Далее узкая плоскость на уровне около 150 м и крутой склон к р. Оке.

Так может выглядеть запись проведенного наблюдения. Все цифры получают, применяя данные выше указания, как определять длины и высоты без инструментов. Однако новые компасы отечественного производства сопровождаются эклиметром, высотомером и шкалой пересчета длины и относительного превышения по простому уравнению. Натренировавшись, можно получить уверенные цифры. Перед экскурсией следует узнать высоту в меженное время Оки и оз. Мещерская Заводь в местном краеведческом музее, у начальника

Горбатовской пароходной пристани или в геологической партии. Последние теперь можно встретить едва ли не повсеместно, так как поисковые работы геологи ведут всюду.

По ходу следует приглядываться, нет ли обнажений коренных пород, не видна ли мощность покрывающего их наноса. При внимательной работе нередко удается уловить примерную мощность последнего и изменения ее в разных местах проделанного хода. Мощность наноса чаще всего невелика, и для определения ее местами надо делать небольшие закопушки. Нанос обычно легко поддается лопате, и мощность его часто составляет несколько десятков сантиметров — метр. Закопушка может пройти до коренной породы без затраты большого труда и времени. Сопоставляя естественные обнажения, где коренные породы не покрыты наносом, и данные закопушек, можно получить правильное представление о мощности наноса и изменении ее на склонах разной крутизны и на ровных участках. Такие данные, полученные любителем-геологом, ценны практически в народном хозяйстве, что будет показано ниже.

Образцы рыхлых пород наноса весом в килограмм следует собирать в маленькие, специально сшитые мешочки. Обязательно сопровождать каждый образец этикеткой, запиской с указанием географического места взятия его, условий залегания: на склоне крутом или пологом, примерной мощности, числа, месяца, года сбора и фамилии автора. Записки снабжаются порядковым номером.

Характер поверхности или рельефа надо зарисовывать в полевой книжке, на глаз; перерисовать рисунок по масштабу дома при обработке наблюдений. Но в поле необходимо записать возможно точнее все виденное, а также мысли о происхождении его. Изучая геологию и геоморфологию, можно убедиться, что строение Русской равнины гораздо более сложное, чем кажется при поверхностном обзоре. Отчетливо выявляются выровненные ступени на определенных высотных уровнях. Снизу: первая ступень на уровне 150, вторая — 180, третья — 200 м. Две последние ступени развиты как достаточно большие по площади и занимают преимущественно среднюю часть водораздела. От этих ровных площадей на север и юг до некоторой степени симмет-

рично р. Оке расположена низкая ступень, 150-метровая. На сделанном в масштабе чертеже вырисовуется этажное ступенчатое устройство поверхности водораздела (рис. 48), что несомненно вызовет у наблюдавшего представление о какой-то закономерности возникновения этих ступеней. У геологов такие ступени получили название **поверхностей выравнивания**, возникших в результате колебательного движения земной коры.

Крайне редко бывает достаточно одного хода, чтобы уловить все геологические и геоморфологические особенности объекта изучения. Большая или меньшая сложность строения требует иногда не только второго, но и третьего повторного ходов.

Ход второй по маршруту 1-й экскурсии.

Снаряжение прежнее. Необходимо только захватить с собой полевую книжку и вычерченный в масштабе профиль по маршруту. Запись на правой стороне полевой книжки будет:

Суббота, 24 сентября 1975 г.

Повторение 1-й экскурсии.

§ 1. Ход шел по-прежнему от берега оз. Мещерская Заводь на репер 182,0. Выверялись и уточнялись расстояния и относительные превышения. Исправлений делать не понадобилось, но, уклонившись от 1-го хода на запад, в 200 м открыли небольшой, но крутосклонный остродонный овражек, врезанный в крутую часть склона от уровня 100 м к уровню 150 м, где плоскость выравнивания. От бровки овражка до дна (тальвег) обнаружены горные породы, покрытые слоем суглинка 0,3 м мощности. Это красноцветные глины, лежащие горизонтально (описание их перенесем на 3-й ход). Уровень суглинка около 130 м.

§ 2. У репера 182,0 в 150 м на ЮЗ 240° промоина, вскрывшая более песчанистый суглинок — супесь мощностью 0,8 м. Под ним кровля мергеля. Уровень супеси около 175 м.

§ 3. От репера 182,0 к реперу 200,1, в 850 м от репера 182,0 спуск к тальвегу маленькой речки (приток Оки). Дно ее на уровне около 100 м. Все время шли по суглинку, который покрывает склоны и задернован. Лишь местами показываются крепкие коренные породы красно-бурого цвета.

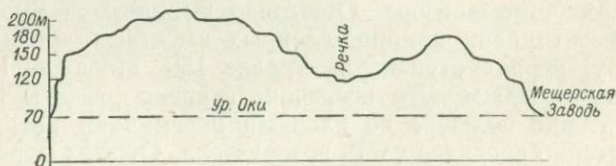


Рис. 48. Ступенчатый рельеф Межокского водораздела.

Вторичная экскурсия внесла ряд уточнений в расстояния между пунктами наблюдения, дала возможность установить маломощность покровных суглинков, почти равную на склонах и на возвышенностях, а также в тальвегах речки и ручья. В среднем мощность суглинков 0,4 м. Намечены места хорошо обнаженных пород для изучения их на следующей экскурсии. Отчетливо намечены и глазомерно зарисованы характер и очертания поверхностей выравнивания, на которых уловлены остатки древней речной сети в виде плоскодонных логов, балок, долов; местами они оборваны эрозией и представляются висячими.

Формы и развитие рельефа. Доступность изучения рельефа делает этот геологический элемент исключительно важным для развития специфической наблюдательности, приучает глаз схватывать различные формы строения земной поверхности, запоминать их очертания, сопоставлять и непроизвольно наталкивает мысль на размышления об условиях происхождения рельефа. Представляя последнюю страницу геологической истории данной местности, рельеф содержит многое для прочтения прошлого. Поэтому изучив, описав и зарисовав наблюденные его формы, обязательно надо перейти к восстановлению обстановки его заложения и развития. В зависимости от опытности и квалификации наблюдателя при этом нередко можно сделать важные научные и практические выводы.

Как отмечалось, перерывы осадконакопления — исключительно яркий показатель колебательного движения земной коры и важнейшее событие при формировании ее субаэрального рельефа. Этажное расположение поверхностей денудационно-эрозионного выравнивания или просто поверхностей выравнивания — результат таких движений. Самые высокие ступени — наиболее древние по своему возникновению, поэтому под воздействием воды и ветра они денудировались, превращаясь в останцы.

Площадь высокой четвертой ступени на правобережье Горьковского Поволжья нередко не более 1 км² или немногих сотен квадратных метров, площадь третьей ступени составляет единицы квадратных километров (до десятка), второй — сотни квадратных километров, первой — много сотен. Чем ниже ступень, тем

она положе, на ней позднее началась денудация и эрозия.

На поверхности ступеней порой сохранились древние долины речек, холмистые пологие останцы и другие формы палеорельефа. На него накладываются врезы молодых речек и оврагов, являющихся новообразованиями, — неорельефом, так что современный рельеф представляет собой сочетание древнего рельефа с наложенным на него неорельефом.

Движущиеся блоки земной коры иногда вступают в фазу покоя, нередко длительного. В таком случае при высоком стоянии блока поверхность выравнивания может быть почти полностью срезанной и останутся лишь следы ее в виде отдельных холмов — останцов (рис. 49).

В связи с восходящим движением земной коры нередко возникает **о б р а щ е н н ы й р е л ь е ф**. Он выражается тем, что верховые части речных долин плоскодонны, хорошо разработаны, с пологой наклонной руслом, низовья же имеют форму ущельеобразных врезов с почти отвесными бортами и круто наклонным тальвегом, так что водный поток несется водопадом. Обычно же низовая часть речной долины бывает плоскодонной, спокойной, хорошо разработанной, так как долина разрабатывается от устья вверх, и низовье — самая древняя ее часть. Верховье позднее вступило в эрозионную разработку, и, естественно, там находятся недавно заложенные части долины. Можно говорить о старческих и молодых формах долин и всего рельефа в целом.

В обращенном рельефе формы долины низовья и верховья как будто переставлены. Это результат поднятия. Плоскодонная, хорошо разработанная долина оказалась на некоторой высоте над базисом эрозии, и начался естественный процесс ее разработки, как всегда от устья. Река начала вливаться в старую долину, как геологи выражаются, омолаживать ее, и тогда возник обращенный рельеф. Особенно наглядно этот процесс рельефообразования наблюдается в начальной его стадии, когда еще не заложились врез реки в древнее свое ложе. При этом оно как бы висит над базисом эрозии, и долина получила название висячей (рис. 50). Речной водоток превратился здесь в водопад.

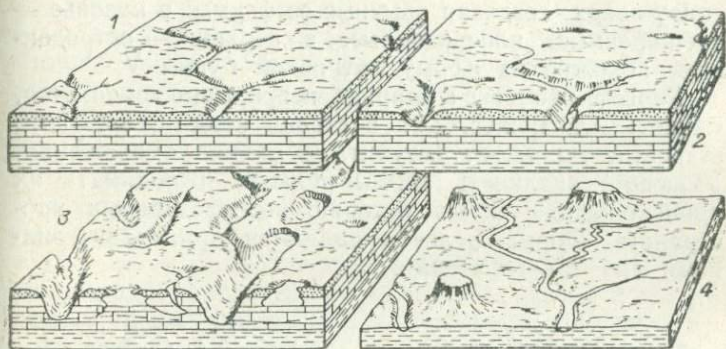


Рис. 49. Эрозионный цикл, превращающий плоскость выравнивания в останцовый рельеф.

Пунктир — грунтовая вода; цифры — последовательные стадии размыва. По мере размыва водный горизонт может быть обнажен и исчезнет.

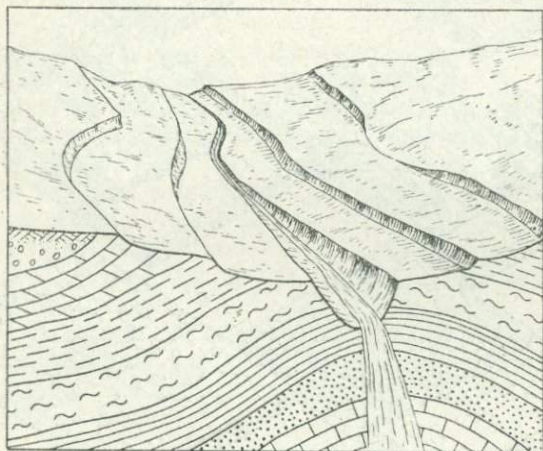


Рис. 50. Висячая долина.

Река в верховье течет по равнине в широкой, плоскодонной, хорошо разработанной долине. У устья — водопад, и заново вырабатывается узкая щелеобразная долина.

Он будет непрерывно впиливаться в древнее дно и продвигаться вверх по течению, разрабатывая долину снизу вверх, создавая обычные ее формы: в низовье — расширенные, плоскodonные, в верховье — остродонные, похожие на форму латинской буквы V.

Рельеф, как и все в природе, непрерывно изменяется, «живет». Он может быть в стадии юности, зрелости, старости, но может вступить в стадию омоложения. Умеющий различать формы рельефа и понимать их происхождение читает историю водораздельных пространств. Формы рельефа являются приметам, знаками для такого чтения.

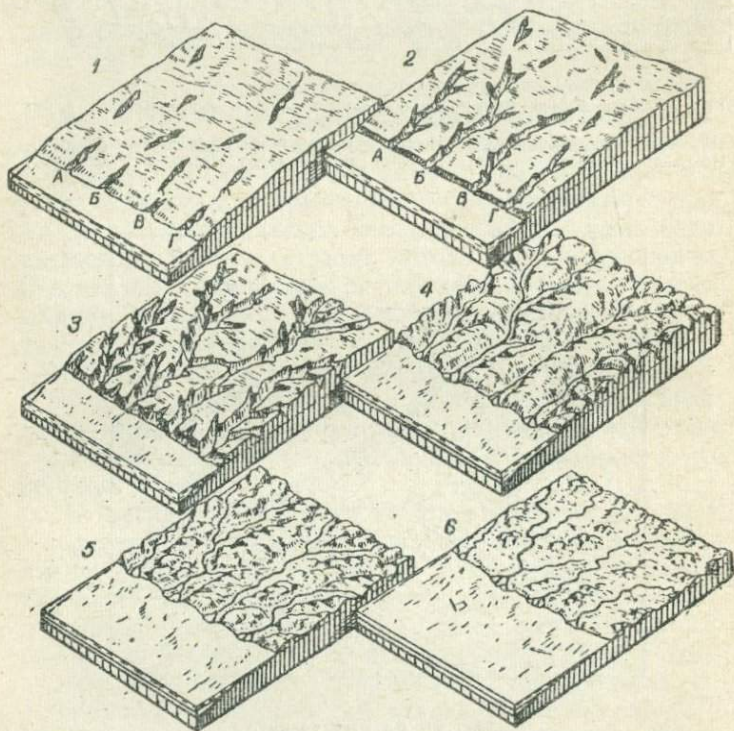


Рис. 51. Цикл размыва при однородных горизонтально лежащих породах в условиях влажного климата.

1 — начальная стадия; А, Б, В, Г — зародышевые овражные образования; 2 и 3 — стадии разрастающейся овражной сети; 4 и 5 — формирование речных потоков и рассечение местности боковыми оврагами; 6 — старческая стадия рельефа или пeneплан.

Современный рельеф представляет собой результат длительного развития, долгой разработки. Геолог должен уметь, изучая современный рельеф и горные породы, на которых он сформировался, прочесть его историю. Иначе говоря, восстановить последовательные стадии, пройденные рельефом в течение всего времени, нередко измеряемого сотнями тысяч, иногда и миллионами лет, прежде чем он стал таким, каким наблюдается теперь. Умеющий читать историю рельефа может изобразить его облик в разные эпохи его разработки и отметить важнейшие из них.

Для такой реконструкции необходимо изучать горные породы, характер их залегания, геологический возраст, податливость или устойчивость против действий денудации — эрозии, выветривания. Надо определить вещественный состав пород, зернистость песков, остатки фауны и флоры в известняках, цвет, следы дождевых капель или волноприбойные знаки на поверхности пластов. Изучение перечисленного требует уже геологических знаний. В таком случае будет добыто прочное основание для установления засушливого, пустынного или влажного, дождливого климата и многих других физико-географических особенностей, существовавших в месте нахождения исследователя, изменявшихся, иногда повторявшихся и в конце концов вырабатывавших современный рельеф. Прочтенная история рельефа, обогащая знания о природе, вооружает геолога ценнейшими сведениями для поисков полезных ископаемых, выбора наиболее устойчивых и удобных мест прокладки дорог, аэродромов, строительства крупных заводских и жилых сооружений, возведения городов.

Прилагаемые рисунки служат как бы моделями процесса развития рельефа, подписи под ними объясняют сущность прошедших событий и их значение (рис. 51).

ЭКСКУРСИИ ПО РЕЧНЫМ ДОЛИНАМ, ОВРАГАМ, БЕРЕГАМ ОЗЕР И МОРЕЙ

Первые экскурсии должны преследовать цель ознакомления с местностью и носить характер больше географический. Все, что прочитано в подготовительный

к экскурсиям период, должно встать перед глазами во всем своем разнообразии, в то же время целостности и природной прелести. На этих первых экскурсиях надо совершенствовать пользование компасом, задавая свои ходы на те или другие предметы, реперные знаки высот, пирамиды (это опорные пункты, выбранные топографами при съемке местности), перекрестки дорог, пути между селами. По компасу устанавливается азимут намеченного пути на тот или другой объект, и путь совершают, строго ориентируясь по показаниям компаса, который всегда ставится южным ребром к наблюдателю, а отсчет азимута ведется по показанию северного конца магнитной стрелки.

При наличии карты следует научиться находить по ней дороги, селения, реки, овраги, имеющиеся на местности, избранной для экскурсии. Идя в том или другом направлении, научиться точно определять его на карте. Все расстояния надо привыкнуть мерять масштабом карты, определяя их в километрах, сотнях или десятках метров. Почувствовав уверенность в работе с компасом и картой, можно приступить к изучению рельефа указанным ранее способом.

Если для изучения и описания устройства поверхности земной коры лучше всего выбирать водоразделы (см. предыдущую главу), то исследование геологического строения, того, что лежит на разных глубинах от поверхности, возможно по долинам рек, речек, по берегам озер и морей, по оврагам и всяким другим большим и малым природным и искусственным врезам (колодцы, карьеры, в которых добывается камень, ямы под постройки).

Речные долины. Рельеф суши, как сказано выше, определяется речными долинами и водораздельными площадями между ними.

Речные долины имеют разнообразную форму в поперечном и продольном сечении. В поперечнике долины бывают симметричными и асимметричными. Различают основные формы: 1) треугольную, напоминающую латинскую букву V, откуда произошло название вобразные, или ущелья; 2) прямоугольную, U-образную (напоминающую латинскую букву U) или подобную ящику; геологи называют такую долину каньоном; 3) корытообразную, относительно мелкую и широкую.

Каждая из этих форм отражает стадии последовательного развития и показывает разный возраст: молодая, средняя и старая долина.

Возобразная долина свидетельствует, что вода врежется в земную кору, идет глубинная эрозия, как бы впиливание. Каньон свидетельствует, что врезание приостановилось и долина разрабатывается в ширину, образуются крутые склоны, или борта, и плоское дно. Постепенное обрушение крутых бортов ведет к их выколаживанию и созданию корытообразной долины. Все эти стадии обусловлены высотой уровня того водоема — озера или моря, в который впадает данная река. Этот уровень представляет собой предел или базис эрозии; глубже его река не может врезаться в земную кору. Речная долина, следовательно, начинает разрабатываться от устья и постепенно продвигается вверх по течению; происходит пятающаяся эрозия, образуется водопад, особенно при чередовании крепких и мягких пород (рис. 52). В какое-то время в одной и той же долине могут существовать все три поперечные формы: в низовой части реки — корытообразная, в средней — каньонобразная и в верховье — возобразная. Они свидетели развития долины от устья реки к ее истоку. Естественно, что самая старая часть — корытообразная — будет в низовье, среднего возраста — в среднем течении и молодая — в верхнем.

Чем дальше река разрабатывала свою долину, тем дальше от устья продвинулась корытообразная форма. Если бы эрозия шла непрерывно в неизменяющейся обстановке, то в какое-то время долина на всем протяжении получила бы корытообразную форму и русло реки имело бы плавную кривую от истоков до устья, кривую равновесия (рис. 53). Однако такой



Рис. 52. Водопад — результат пятающейся эрозии.

идеальной картины встретить нельзя. В природе все разнообразнее и сложнее.

В долине различаются следующие ее элементы: 1) дно с русловой частью и поймой, 2) склоны. Величины обоих элементов колеблются, как и величина самих рек: от великих, с бассейном до многих тысяч — первых миллионов квадратных километров, до маленьких речек с бассейном в несколько единиц или одного—двух десятков квадратных километров.

Пойма — та часть дна, которая затапливается в половодье. В прямолинейной долине она может быть на обоих берегах, в извилистой — то на правом, то на левом берегу. В больших реках обычно присутствуют 1-я и 2-я поймы; одна затапливается ежегодно, другая же только в более высокое половодье. Высота над уровнем воды 1-й пойменной террасы чаще всего 1—5, второй — 7—15 м. Первая пойменная терраса обычно бывает в большей или меньшей степени заболочена; на второй нередко остатки русел, староречья, озера. Поверхности обеих террас равнины.

Понижение уровня водного бассейна, куда впадала река, или поднятия суши, по которой река протекала, вызовет впиливание ее в плоское дно. Сохранившиеся его части на бортах долины окажутся надпойменной террасой. При стабилизации (устойчивости) базиса эрозии глубинное врезание сменится боковым (боковая эрозия). Долина будет расширяться, постепенно образуется новое плоское дно, лежащее ниже надпойменной террасы. При новом опускании уровня базиса эрозии или поднятии суши река опять начнет впиливаться в дно, образуя своеобразную долину, а сохранившиеся части плоского дна станут еще одной надпойменной террасой. Если произойдут дальнейшие изменения высоты базиса эрозии, то на бортах возникнут новые террасы (рис. 54).

Долина будет углубляться, достигая нескольких десятков, нередко сотен метров. Склоны ее осложнятся новыми террасами. Образовавшаяся первая — высокая — самая древняя. Однако принято счет террасам вести снизу: 1-я, 2-я и т. д., а самая древняя — самая верхняя. Будучи разработаны в коренных породах, слагающих борта долин, такие террасы получили название цокольных, или структурных. Относитель-

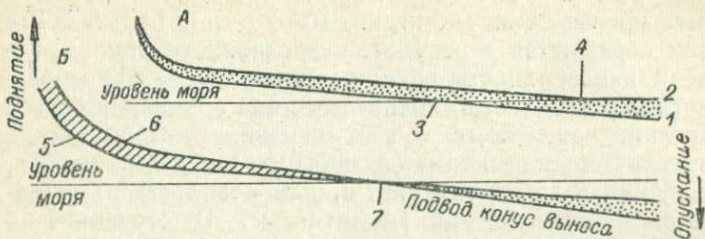


Рис. 53. Разработка продольного профиля реки в связи с поднятием и опусканием местности.

А — эпоха покоя; Б — эпоха вертикальных движений; 1 — профиль в начале эпохи; 2 — в конце; 3 — берег моря в начале эпохи; 4 — в конце; 5 — профиль до поднятия; 6 — после поднятия; 7 — постоянное положение берега моря (ось вращения).

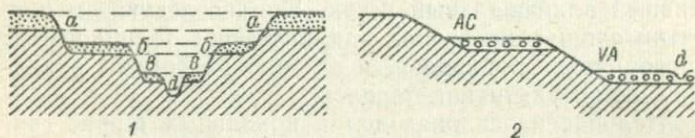


Рис. 54. Формирование речных террас.

1 — сначала река текла на высоте пунктира *aa*, затем *bb* и т. д., врезаясь в породы и образуя террасы во время стояния на одном уровне; *d* — русло реки; 2 — речные террасы, покрытые галечниковым аллювием; *АС* — 2-я (более древняя); *VA* — 1-я (молодая); *d* — река; счет террас ведет от нижней к верхней.

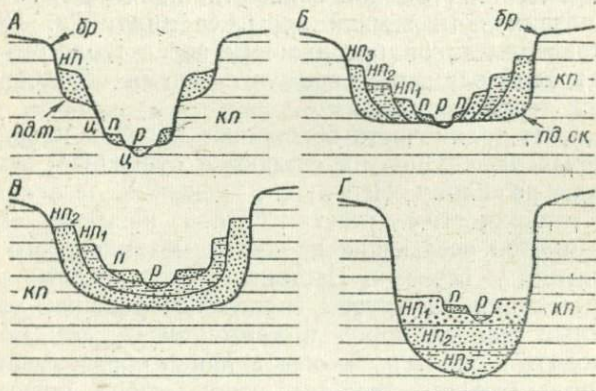


Рис. 55. Типы речных террас.

А — докольные; Б — аккумулятивные, прислоненные; В — аккумулятивные, вложенные; Г — аккумулятивные, погребенные; *р* — русло реки; *п* — пойма; *нп₁*, *нп₂*, *нп₃* — надпойменные террасы; *кп* — коренные породы; точки и штрихи — аллювий, песчаный и глинистый.

ные превышения достигают 10—20 м и больше. Все они образуются в результате эрозионного впиливания реки в поверхность равнины вследствие скачкообразного (с остановками) поднятия ее или опускания базиса эрозии; чаще всего бывает первое, особенно когда высота террас измеряется многими десятками метров.

Наряду со структурными, или цокольными, террасами существуют аккумулятивные. В строении их могут возникнуть два этажа: нижний на коренных породах, верхний — на аллювиальных. Такого типа террасы могли образоваться в результате более сложного изменения высоты базиса эрозии. Сначала была создана цокольная терраса описанным выше способом. Затем она опустилась и была покрыта водой реки, отложившей аллювиальный песок. При последующем поднятии суши река начала впиливаться в толщу пород; уровень воды понизился, и на склонах долины появилась аккумулятивная терраса.

Наличие на склонах долин цокольных террас свидетельствует о неоднократных поднятиях суши, сменявшихся устойчивым ее состоянием. Аккумулятивные террасы показывают не только поднятия, но и погружения с новым затем поднятием (рис. 55).

Как видим, террасы представляют собой элемент рельефа долин огромной важности, являясь показателем подвижности земной коры, ее динамики. После установления такой подвижности перед геологом возникает необходимость определить время образования каждой террасы склона.

Склоны долин часто осложняют оползни и обвалы земляных масс. Оползни создаются смещением земляных масс по склону. Небольшие смещения, задевающие лишь поверхностные участки склона, называют сплывами, быстро оседающие продукты механического выветривания — осовами. Настоящие оползни возникают при отделении на крутом склоне по трещинам массы коренных горных пород и движении ее, что может переходить в оползень — обвал. Могут образовываться глыбовые потоки, представляющие собой смещение пластичной, часто полужидкой массы продуктов выветривания, в которые включены большие обломки горных пород. Существуют оползни одноярусные, двухъярусные и т. д.

Исследование оползней для познания их образования и борьбы с ними начинают с изучения геологического строения коренных пород склона, мощности слоев, состава, характера залегания, степени выветривания. Определяется высота и крутизна склона, уступы, террасы; измеряют ширину, длину вдоль склона, высоту оползней земляной массы от подошвы до верхней поверхности. Записывают, как распределена растительность древесная, кустарниковая, травяная. Исследуют оползневые ступени, бугры, гряды, оползневые западины (заболоченность). Наблюдают, нет ли подмыва берегов рекой, перемещения ее русла, подрезки склонов земляными работами. Определяют состояние оползня: старый возобновившийся, свежий недействующий, старый, древний, ископаемый.

Колебания земной коры и, следовательно, изменения высоты уровня моря или большого озера, в которое впадает река, не только обуславливают выработку различных форм речных долин, но и вызывают заполнение их речным аллювием. Он состоит в долинах равнинных рек главным образом из песка и глины. Различают аллювий, отлагающийся в самом русле реки и называемый русловым, и аллювий, осаждающийся на пойменных террасах, именуемый пойменным. Русловый аллювий слагают обычно грубо- и мелкозернистые пески. Осаждается он в половодье. Течение в реке в этот период быстрое, и потому осаждаются на дно лишь более тяжелые зернистые пески. Пойменный аллювий отлагается на пойме уже при переходе реки от половодья к межени. Пойма бывает покрыта неглубоким и тихо текущим водным потоком. В него заносятся мелкие, легкие частицы глины и осаждаются в спокойной воде.

В одних местах аллювий накапливается небольшими толщами, иногда всего в сантиметры, в других же, соседних, он оказывается мощным — от одного до нескольких десятков метров. Это довольно надежный показатель пересечения речной долиной блоков земной коры, колеблющихся в разных направлениях: маломощный аллювий свидетельствует о восходящем движении дна. В данном месте возникает мелководье или, как говорят речники, пережат; вода здесь течет с большой скоростью, и в осадок выпадает наиболее

грубозернистый песок, даже галька в небольшом количестве.

Мощное отложение аллювия указывает на преимущественное опускание дна в таком месте. Здесь возникает глубокое русло, в котором и накапливается большая толща руслового аллювия, сносимого с переката. Аллювий здесь преимущественно средне-, даже мелкозернистый (рис. 56). На всем протяжении долины, следовательно, существуют участки с аллювием большей или меньшей мощности. Вероятно, это руководит речниками при расстановке бакенов.

Речные долины разрабатываются в различных условиях залегания горных пород: при горизонтальном, наклонном, складчатом их положении. Создаются долины, получившие название антиклинальных, синклинальных, моноклинальных. Очень важно знать поведение родников в подобных долинах (рис. 57). Различие геологического строения обуславливает типы речных сетей (рис. 58).

Река разрабатывает веками свою долину путем перемещения или миграции русла то в одну, то в другую сторону, что также в известной степени зависит от прочности горных пород, рассекаемых рекой. Главной же причиной, однако, является колебание блоков земной коры: поднимающийся блок как бы толкает воду реки на погружающийся, что ведет к смещению ее русла; при обратной смене знака колебаний соседних блоков русло будет перемещаться обратно. Так в течение продолжительного отрезка времени в сотни и даже миллионы лет разрабатываются огромные долины в десятки и сотни километров ширины. Примером может

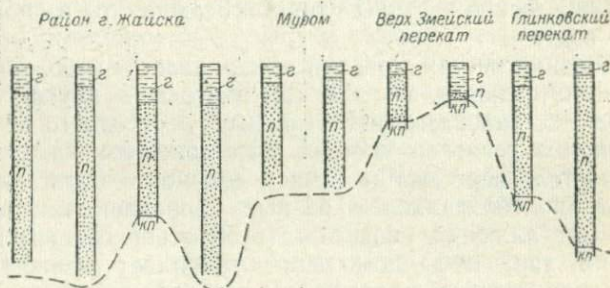


Рис. 56. Колодки аллювия в разных местах русла.

г — глина; п — песок; кп — коренные породы черыского возраста.

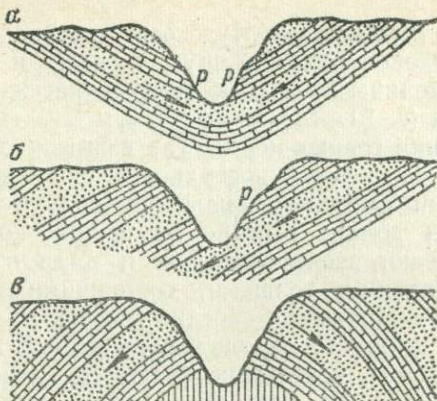


Рис. 57. Условия выхода родников при различном залегании пород.
а — синклиальная долина, родники текут с обоих склонов; *б* — долина моноклиальная, размита по однонаклонным слоям крыла складки; родниковая вода будет поступать почти исключительно на одном склоне; *в* — долина антиклиальная, родников на склонах нет; пласты отводят воду от долины; *р* — родники.

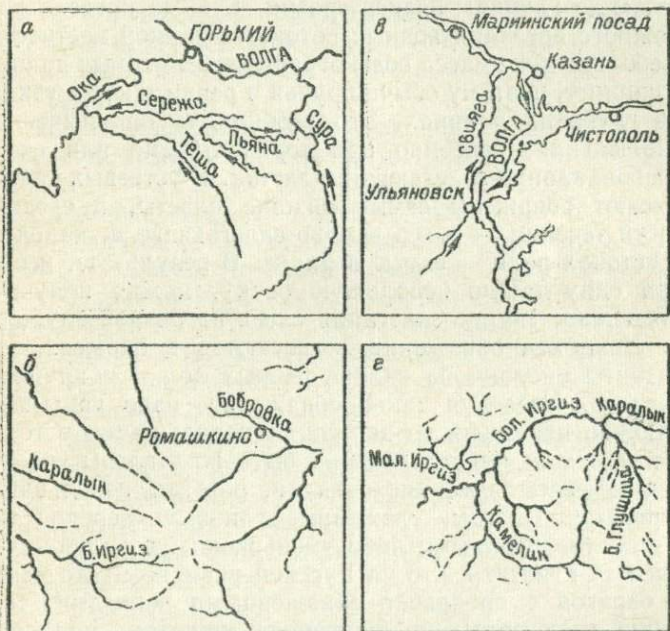


Рис. 58. Типы речных сетей.
а — взаимно параллельные (Окско-Сурское междуречье); *б* — радиальные (район Общего Сырта); *в* — взаимно обратные (слияние Свияги с Волгой); *г* — центробежные (речная сеть р. Иртыза).

послужить перемещение Чудского озера под влиянием поднятия блоков того или другого берега и громадные смещения долины Волги. Об этом мы рассказали в начале книги (с. 21—27).

Обнажения горных пород. Так называют выход горных пород на дневную поверхность. Наиболее распространенными формами обнажений являются обрывы на склонах долин; нередко от бровки до подошвы обрыва бывают десятки метров, и тогда обнажаются породы большими толщами, состоящими из многих слоев. Такие обнажения нередко тянутся на сотни метров и даже километры вдоль берега реки. В них можно изучить породы, слагающие берега, а следовательно, и ближайшие к ним местности. Речки чаще всего бывают длиной в единицы или немногие десятки километров. Но такие маленькие потоки нередко глубоко врезаются в породы, иногда как бы ступенями: в верховье менее глубоко, в среднем течении больше и в низовом до глубины базиса эрозии, т. е. до предела возможного врезания водных потоков в данной местности. Небольшая же масса воды ограничивает размыв долины в ширину, поэтому обычно ручьи и речки текут в узких, но глубоких долинах. Это удобно для геологических наблюдений, особенно при горизонтально или очень слабонаклонно залегающих пластах. В устьевых частях бывают обнажены самые нижние пласты, в средней части течения — более высоко залегающие и, наконец, в истоках реки — самые верхние. В результате, исследуя одну такую небольшую речку, можно получить отчетливое знание залегания слоев на разной глубине.

Неплохие обнажения встречаются в обрывах, где развиты оползни на склоне речных долин и крупных оврагов. Исследуя такие обнажения, надо учитывать наличие нарушенного залегания пород: пачки с горизонтальными пластами могут быть поставлены «на голову», смяты в мелкие складки, разбиты небольшими сбросами. Пласты, сложенные глинами, нередко кажутся увеличенными либо уменьшенными в мощности. Следует отметить, что на Русской равнине много речек и оврагов с прекрасно обнаженными породами, особенно в северных и умеренных широтах, примерно между 70-й и 45-й параллелями. Это области наиболее обжитые и заселенные, что помогает геологу-непрофес-

сионалу изучать строение верхних частей земной коры, не уходя далеко от своего дома.

Порядок работы сводится в основном к следующему:

- 1) привязка на карте географического положения обнажения;
- 2) осмотр и краткое описание форм рельефа;
- 3) осмотр осыпей у подошвы обнажения (какие главенствуют породы, сбор ископаемой фауны и флоры);
- 4) изучение самого обнажения (породы, характер их залегания, мощность, полезные ископаемые).

Геологическую работу при горизонтальном или слабонаклонном залегании пород в небольших речках и оврагах лучше всего начинать с устья. Здесь, как говорилось, наиболее глубокие врезы и можно встретить хорошие обнажения самых нижних пластов. Осваивать начатки геологической работы хорошо именно в таких условиях.

В природе реки, обнажения пород, рельеф местности — все это сразу раскрывается перед наблюдателем. Изучать же можно последовательно объект за объектом и только потом делать обобщения и выводы о целостном геологическом строении малой или большой площади.

Снаряжение. Надо иметь все, что указывалось при выходе на первую экскурсию (с. 97), и прибавить следующее:

- компас горный;
- молоток-кайло (небольшой, весом 1,5 кг);
- обыкновенную карту } (можно приготовить со-
- геологическую карту } гласно сказанному на с. 106—108);
- краткий атлас руководящих ископаемых;
- небольшие зубила — 2—3 штуки;
- мешочки для образцов;
- вату или мягкую бумагу для завертывания хрупких образцов, особенно остатков фауны, флоры;
- лейкопластырь (наклеивается на образец, и на нем пишется его номер);
- ножницы или острый нож;
- складной метр;
- рулетку 10-метровую;
- капельницу с 10%-ным раствором HCl (для пробы на вскипание карбонатных пород);
- объемистый рюкзак.

Хорошо ходить вдвоем, конечно, с человеком, заинтересованным геологической работой.

Ниже, в качестве примера, мы даем описание некоторых экскурсий.

ЭКСКУРСИИ НА РЕКИ ЛАВУ И САБЛИНКУ

Р. Лава течет в 70 км к востоку от Ленинграда и впадает в Ладожское озеро (рис. 59). Она начинается в торфяных болотах на Ижорском плато и имеет длину 52 км. На своем пути она долго течет в неглубокой плоскостной долине, не в силах врезаться в крепкие слои известняков, и только километрах в 10 выше устья пропиливает их и нижележащие породы на 20—25 м, образуя глубокий каньон, который тянется на 7 км до Приладожской низменности, где река снова попадает в неглубокую долину в песках. Сюда от ст. Жихарево и надо направляться к с. Васильково.

Дорога сначала идет по равнине Ижорского плато и, если не свернуть к с. Васильково, а продолжать путь дальше на север, то он приведет к большому, местами отвесному обрыву. Это знаменитый в геологической обстановке тех мест глинт, или уступ, который протягивается от южного берега Ладожского озера к южному берегу Финского залива. Около 5—6 тыс. лет назад он представлял собой берег Балтийско - Беломорского водоема.

В бассейне р. Лавы глинт ступенчатый, террасированный. Тыловая сторона наиболее высокой террасы идет по линии



Рис. 59. Низовая часть р. Лавы.

сел Васильково — Троицкое, где наблюдается уступ 3—5 м. Ширина этой террасы достигает 1000, местами 1500 м. На террасе расположена дер. Городище. Удобно назвать эту террасу Городищенской. Она является цокольной, так как разработана с юга на север на коренных карбонатных породах. Поверхность ее покрыта остатками морены и песками общей мощностью от 1 до 3 м.

Следующая терраса на 5—7 м ниже, неширокая, наблюдается на правобережье долины р. Лавы, в 200 м от северной околицы дер. Городище. Она также цокольная и разработана на песчаной оболочке толще, перекрытой остатками морены и озерными послеледниковыми песками. Общая мощность покрова не больше 3 м.

К востоку от дер. Городище, западнее левого берега р. Лавы, резко выражен уступ глинта высотой 20—25 м. Он обращен к Приладожской низменности. К его подошве прислонена обширнейшая аккумулятивная терраса, на которой стоит дер. Подолье. Террасу эту удобно назвать Подольской. Она сформировалась на озерных песках, лежащих обычно на неровной поверхности синей глины нижнего кембрия, но местами на остатках валунной морены. Мощность озерных песков колеблется от 7 до 10 м.

Спустившись по дороге на с. Васильково в каньон р. Лавы, приступают к общему обзору геологической картины и поискам обнажений. Здесь их много, и они с большой отчетливостью вскрывают горные породы, на которых расположено Ижорское плато.

1. Подойдя к обнажению, прежде всего надо возможно точнее определить его географическое положение. Выбирается какой-нибудь неподалеку расположенный предмет, например мост через речку, окраина селения, какое-нибудь сооружение, дорога, словом, любой объект, постоянство места которого или многолетнее существование ясно. Хорошо, если такой объект нанесен на имеющуюся в руках исследователя карту. В таком случае местоположение обнажения легко пометить на ней, что существенно. Шагами отмеряется расстояние от обнажения до избранного предмета, счет переводится в метры (1 шаг \approx \approx 70 см).

2. На правой стороне записной книжки записывается под месяцем и числом дня работы заглавие «Обн. 1, на правом берегу р. Лавы, в 20 м ниже моста».

Далее надо установить высоту над уровнем моря бровки обнажения. Сделать это не всегда просто. Однако довольно часто расставлены реперные знаки или пирамиды; они же отмечены на карте с показанием высоты. Берется такая точка и глазомерно устанавливается, на сколько она выше или ниже бровки изучаемой долины. Полученная таким способом высота и записывается. Рулеткой определяют высоту над подошвой, очень часто это — дно долины. Вычитание из высоты бровки дает высоту основания обнажения над уровнем моря.

При отсутствии на карте высотных точек надо посмотреть еще дома, готовясь к полевой работе, нет ли на карте высот уровня реки. Они, хотя не часто, но ставятся, так как даже небольшие реки используются в народном хозяйстве. По одной такой отметке можно приблизительно рассчитать высоту уровня реки в любом месте, зная, что при одном градусе наклона поверхности плато или дна долины через 1000 м уровень их упадет на 16 м, следовательно, через 100 м — на 1,6 м, через 10 м — на 0,16 м. Имея одну высоту, углом компаса определяют угол наклона долины, подсчитывают отсюда величину понижения, спуск долины вниз по течению в метрах, долях метра или повышение на столько же против течения. Таков простой расчет высоты долины в месте стояния геолога. Например, высота уровня реки на карте 80 м, точка его стояния от данной цифры 500 м, уклон дна долины $30'$, т. е. $0^{\circ},5$. Значит, через 1000 м уклон составил бы 8 м, а при 0° , 5—4 м. Отсюда искомая высота точки $80 \text{ м} - 4 \text{ м} = 76 \text{ м}$.

Конечно, величины получаются приблизительные, но ошибка не велика, особенно если геолог накопил опыт в таких измерениях. Способ прост и почти постоянно осуществим. Не надо пренебрегать расспросом, особенно старожилов. Они нередко хорошо знают высоту своей местности. Наконец, можно использовать относительные высоты. Например, известна высота заводской трубы, высокого дома, последнее можно и самому определить. Допустим, эта высота равна 30 м. У подошвы можно условно положить 0 м. Отсюда прост

расчет относительной высоты; только надо будет ставить «+» у мест, холмов, горок, превышающих высоту трубы или дома, или «—» для мест ниже названных объектов. Когда удастся узнать абсолютную высоту какого-либо пункта местности, легко все пересчитать.

3. Внимательно изучаются геоморфологические особенности точки обнажения. Например: в районе обн. 1 долина имеет 40 м ширины между бровками обоих бортов, плоское дно шириной 10 м, из которых 4 м — ширина потока, 5 м — пойменная песчаная терраса до 0,5 м над уровнем воды на левом берегу и 1 м — на правом. Борт левого берега обрывистый, правого — крутосклонный, террасированный. Глубина долины до 30 м от бровки до подошвы склонов; форма долины подобна ящику, каньон.

Уклон дна замеряется отвесом компаса на вытянутой руке, при отсутствии инструмента глазомерно; отмечается быстрота течения, продольная форма долины: прямая, с крутым или пологим изгибом, петель и т. п.

В записной книжке записывается все наблюденное.

4. Внимательно рассматриваются гальки, обломки горных пород, которыми может быть усеяно русло или пойма. Нередко среди этого наноса находятся раковины, часто совершенно освобожденные от породы и хорошо промытые. Их надо обязательно собирать в возможно большем количестве; все нумеровать одним номером (допустим, № 1); написать этикетку: «Собрано в русле и на пойменной террасе у подножия или поблизости обн. 1»; аккуратно завернуть в бумагу и положить в рюкзак.

Это также записывается в книжку. Такие наблюдения и сборы драгоценны, так как гальки, обломки горных пород, ископаемая фауна говорят о породах, лежащих выше по долине. Степень же окатанности обломков скажет о длине пути, который пронесла их вода.

5. Нередко у подошвы обнажения бывают большие осыпи; их необходимо внимательно рассмотреть, как было сказано выше. Породы здесь преимущественно в крупных обломках, так как они явно упали с обнажения. Их собирать не надо, только мысленно учесть; хорошо же сохранившуюся ископаемую фауну или фло-

ру собрать, занумеровать (№ 2), написать к ним этикетку: «Из осыпи у подошвы обн. 1», завернуть в бумагу и положить в рюкзак. Результаты осмотра осыпи записываются. Они дадут общее представление, какие породы слагают обнажение.

6. Приступают к изучению самого обнажения. Предварительно на глаз определяется его высота, длина вдоль берега. Нередко обнажение может быть большим и тянуться вдоль речки на десятки и сотни метров. Это фронт обнажения. Если видно, что пласты (слои) лежат горизонтально, следует для изучения выбрать наиболее обнаженную часть.

Очень часто породы бывают ярко окрашены в разные цвета, иногда цвета чередуются по всему обнажению, сообщая ему пестроцветность; нередко же цвета чередуются через значительные по вертикали расстояния, и тогда геолог выделяет по окраске ряд пачек пластов; в основании может быть синецветная пачка, над ней белоцветная, выше зеленоватая, еще выше кирпично- или буро-красная. На глаз определяется мощность каждой пачки. Может получиться такая запись (снизу вверх; изучение обнажений предпочтительно начинать снизу, хотя иногда бывает удобнее вести описание в обратной последовательности — сверху вниз):

1. Синецветная пачка. Мощность (толщина)	1 м
2. Белоцветная » » »	10 м
3. Зеленоватая » » »	4 м
4. Кирпично- или буро-красная пачка. Мощность (толщина)	12 м

Каждый цвет имеет свое происхождение, нередко свидетельствуя о тех или других физико-географических условиях накопления пластов. Причиной цвета, как говорилось выше, часто бывают наличие окислов железа, марганца, зерен глауконита, присутствие мелких зерен оолитов, чечевичек (окиси бурого железняка), климатические и другие условия накопления слоев.

Цвет пород уже подсказал геологу, что породы обн. 1 различны по своему составу и условиям осадкообразования. Наблюденное записывается. Неплохо кратко записать и свои предположения об окраске. При основной работе геолог кроме полевой записной книжки ведет дневник, в который записывает в конце рабочего дня свои догадки, предположения, суждения. При

дальнейшем изучении других обнажений одни из этих догадок могут подтвердиться, другие отпадут, уступив место более правильным.

7. Геолог подходит к обнажению вплотную и начинает внимательно исследовать нижнюю пачку: сколько в ней слоев, мощность каждого измеряется складным метром; какова слоистость — горизонтальная, наклонная, косая (это стоит зарисовать на левой стороне книжки); какие породы слагают каждый слой; если порода песчаная, устанавливается размер зернистости; отмечается, не происходит ли от слоя к слою смена грубозернистого песка постепенно все более мелким или сразу резкая смена; при однородности породы всей пачки она выделяется как единый многослойный пласт; ищется фауна и возможные включения, измеряется метром мощность, берется образец и ставится его порядковый номер. Запись в книжке: «Пласт № 1 и его характеристика», как указано выше.

Затем переходят к белоцветной пачке, ее также исследуют послойно — мощность, характер слоистости, зернистость, порода, наличие фауны, конкреций, смены по вертикали окраски или ее одинаковость. Такая мощная пачка (как в рассматриваемом случае, 10 м) часто оказывается состоящей из 2, 3 и больше многослойных пластов. Они последовательно обозначаются (снизу вверх) как пласты № 2, 3, 4 и т. д. Из каждого пласта берется образец породы и, если удастся найти, ископаемые.

Всем образцам, собранным в течение полевого сезона, полезно давать номера в единой последовательности. Поэтому на этикетке к образцу породы или фауны, собранной из определенного слоя, будет три цифры: очередной номер, номер обнажения и номер пласта. Здесь же указывается название породы. Если исследователь может прямо в поле определить найденную фауну, то пишет на этикетке и в записной книжке название рода и вида, или одного рода, или даже просто тип: моллюск, брахиопода и т. д.

Прежде чем изучать следующую пачку, необходимо основательно исследовать характер ее контакта с нижележащей пачкой: ровный, волнистый, по конгломерату или более грубозернистой породе. Ровный контакт сразу скажет, что обе пачки отлагались непрерывно;

волнистый и с конгломератом—что между их образованием был перерыв: нижняя пачка, накопившись, оказалась выше уровня моря, стала сушей, подвергалась большому или меньшему размыву, снова оказалась ниже уровня моря, где стал создаваться верхний пласт.

Так изучаются, описываются обнажения, отбираются образцы пород, фауны, включения.

Приведем пример геологического описания одного из обнажений в долине р. Лавы. Здесь распространены нижнепалеозойские породы. Возможно, что они стали одним из первых объектов, изучению которых отдали свой труд основоположники русской геологической науки.

Вот запись.

Обн. 1. Правый берег р. Лавы. Околица дер. Городище, в 2 км от Васильковского моста. Здесь река промыла обрыв и дальше течет в неглубокой долине по Приладожской низменности. (Описание, как и изучение, ведется снизу вверх).

- | | | |
|------------------|---|-------|
| Є ₁ | <p>а) У самого уреза воды вскрыта узкая полоса синей глины. Мощность видимая</p> | 0,2 м |
| | <p>б) На ее поверхности прослойка лепешкообразных конкреций красного железняка, лежащая в основании оболочного песчаника бурого цвета; это базальный конгломератовый слой, показывающий перерыв отложения между синей глиной и оболочным песчаником. Мощность слоя</p> | 0,1 м |
| | <p>Выше — огромная осыпь (до 15 м), поросшая деревьями и кустарником, скрывающая всю толщу оболочных песков и большую часть зеленоцветной пачки. Песчаник и глауконитовые породы составляют осыпь, которая заканчивается террасоподобной площадкой шириной 20 м. Она подходит к подошве обрыва высотой до 10 м, в котором вскрыты следующие слои.</p> | |
| O _{1gl} | <p>Пестроокрашенные (серые с лиловыми и зелеными пятнами) слои глауконитовых известняков с натеками и скоплениями зерен глауконита. Частые остатки трилобитов (<i>Megalaspis</i>, <i>Asaphus lepidurus</i>), брахиоподы (<i>Orthis</i>, <i>Clitambonites</i>). Видимая мощность до 3,0 м</p> | |

O_{1ort_1}	Подчечевичные слои — известняки тонкоплитчатые с редкими зернами глауконита и многочисленной фауной: мшанки, брахиоподы, трилобиты (<i>Asaphus expansus</i>). Мощность	1,2 м
O_{1ort_2}	Нижнечечевичный слой, рыхлый, водоносный, с большим количеством брахиопод (<i>Lycophoria pucella</i> , <i>Orthis</i>), трилобитов (<i>Asaphus</i> , <i>Illaenus</i> , <i>Pliomera</i>). Размер чечевичек 2—3 мм. Мощность	0,4 м
O_{1ort_3}	Надчечевичные слои — ортоцератитовые известняки, плотные, крепкие; много фауны, особенно трилобитов (<i>Asaphus expansus</i> , <i>A. ranciceps</i>). Мощность	1,5 м
O_{1ort_4}	Собственно ортоцератитовые слои известняков, богатых фауной наутилоидей (<i>Endoceras</i>), очень много гастропод (<i>Pararaphistoma</i> , <i>Lesueurilla</i>), много мшанок, преимущественно округлой формы; брахиоподы (<i>Clitambonites</i> , <i>Orthis</i>) Мощность	4,0 м

Из всех слоев собирается фауна, переносимая здесь слои, особенно известняков, образцы пород занумерованы, завернуты и взяты для обработки. Обнажение надо зарисовать, пользуясь для изображения пород разработанной схемой штрихов (рис. 60). Хорошо и сфотографировать. Буквы около слоев — индексы, которые показывают, что слои принадлежат к ордовикской системе (они отложились в неглубоком море ордовикского периода более 415 млн. лет назад).

Выше по р. Лаве на 2 км расположено обн. 2. Оно изучается и описывается.

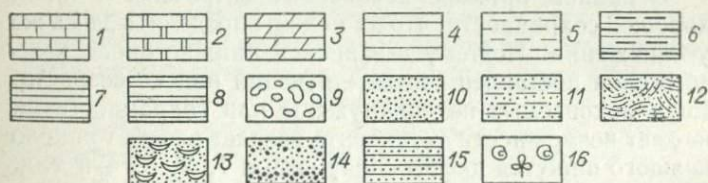


Рис. 60. Штриховые условные знаки для обозначения осадочных пород. 1 — известняки; 2 — доломиты; 3 — мергели; 4 — аргиллиты; 5 — глина; 6 — глина углистая; 7 — глинистый сланец; 8 — ленточная глина; 9 — валунная глина; 10 — песок; 11 — слоистый песок; 12 — косослоистый песок; 13 — дюнный песок; 14 — пески с конкрециями; 15 — песчаник; 16 — места находок фауны и флоры.

Обн. 2 (на рис. 61 — обн. 3). Правый берег р. Лавы (под дер. Васильково, где животноводческая ферма, снизу вверх):

O_{1ob}	У самой воды выходы оболовых песчаников, буроокрашенных, с черными натеками. Видимая мощность	1,4 м
O_{1d}	Черный диктионемовый сланец. Мощность	0,2 м
Выше террасоподобная, слабо наклонная к реке площадка до 50 м шириной; она поросла деревьями и кустами и подходит к подошве обрыва, в котором вскрыты снизу вверх:		
O_{1gl}	Пестроцветная толща глауконитовых известняков; в ней легко найти крупные хвостовые щиты трилобитов <i>Megalaspis</i> , мелкие брахиоподы. Видимая мощность	3,0 м
O_{1ort_1}	Подчечевичные слои с фауной <i>Asaphus expansus</i> , <i>Orthis caligamma</i> , <i>Parambonites nucella</i> . Мощность	1,2 м
O_{1ort_2}	Нижний чечевичный слой с фауной <i>Asaphus expansus</i> , <i>A. lepidurus</i> , <i>Lycophoria nucella</i> . Мощность	0,4 м
O_{1ort_3}	Надчечевичные слои, много трилобитов <i>Asaphus raniceps</i> , <i>A. expansus</i> , <i>Ptychopige</i> , <i>Lichas</i> ; наutilus-идей <i>Endoceras</i> . Мощность	1,3 м
O_{1ort_4}	Собственно ортоцератитовые известняки, сильно разрушенные корнями деревьев и колхозными работками. Мощность	до 3,0 м

Послойно собираются и пронумеровываются образцы пород, фауны; все снабжается этикетками, аккуратно заворачивается и берется для обработки. Заканчивается работа зарисовкой обнажения.

Объяснение индексов: ϵ_1 — нижний кембрий; O_{1gl} — ордовик нижний, глауконитовые слои; O_{1ort_1} и др. — ордовик нижний, нижеортоцератитовые слои.

В данном примере ископаемые встречены в такой хорошей сохранности, что их можно определить здесь же у обнажения. Поэтому в записной книжке около каждого слоя поставлен соответствующий индекс возраста. Если ископаемые не обнаружены или сохранность их не дает возможности установить возраст слоев, то около каждого пишутся цифры снизу вверх: 1, 2, 3, 4 и т. д. В таком случае, переходя от обнажения к обнажению, надо сравнивать цифры у слоев обн. 1 и следующих строго согласно. В разных обнажениях могут не вскрываться, скажем, слои 1 и 5 обн. 1, следовательно, запись

слоев обн. 2 получит нумерацию 2, 3, 4, 6, 7, 8 и т. д. Различать слои и сопоставлять их при горизонтальном залегании нетрудно при работе в долинах небольших рек, так как расстояния между обнажениями небольшие и легко мысленно проводить линии от слоев соседних обнажений. В случае сомнения следует брать образцы с изучаемого обнажения и непосредственно сравнивать с соседним.

Сопоставив описание слоев обоих обнажений, легко видеть, что вскрыты слои одинаковых пород с одинаковой фауной. Нетрудно понять, что р. Лава рассекла одну и ту же толщу ордовикской системы, которая слагает в районе с. Васильково и дер. Городище земную кору. В основании их лежит синяя глина кембрийской системы.

Начинающий геолог может не писать у каждого слоя индексы, а просто — слои 1, 2, 3, 4 и т. д.; фауну называть трилобиты, брахиоподы, мшанки и т. д. После определения ее дома надо подставить соответствующие названия, а затем вместо слоев 1, 2, 3, 4 и т. д. написать геологические индексы. Если затруднит точность определения, оставить цифры, а под обнажением написать: слои 1 + 2 + 3 + 4 и т. д. принадлежат ордовикской системе.

Вдоль долины р. Лавы были описаны 20 обнажений, так что получилась возможность составить геологический разрез (профиль) для всего данного плеса р. Лавы. По обнажениям (рис. 61) выделяется черный слой диктионемового сланца. Если следить за ним по профилю слева направо, то можно уловить, что он слабо наклонен, как и все другие слои, в южном направлении. Между обн. 3 и 16 он резко опустился и вторично — между обн. 2 и 5. Это показывает, что хотя пласты лежат горизонтально со слабым наклоном к югу, но это спокойное залегание нарушено двумя сбросами очень большой величины: по 2 м каждый. Рис. 62 очень хорошо передает вид обнажения.

В 80 км западнее р. Лавы протекает р. Тосна, впадающая в р. Неву у Ивановских порогов. У р. Тосны левый приток р. Саблинка, которая, как и р. Лава, берет начало из болот в районе ст. Саблино Ленинград-Московской железной дороги (рис. 63). Верховое и среднее течение ее имеют характер ручья, в сухое время

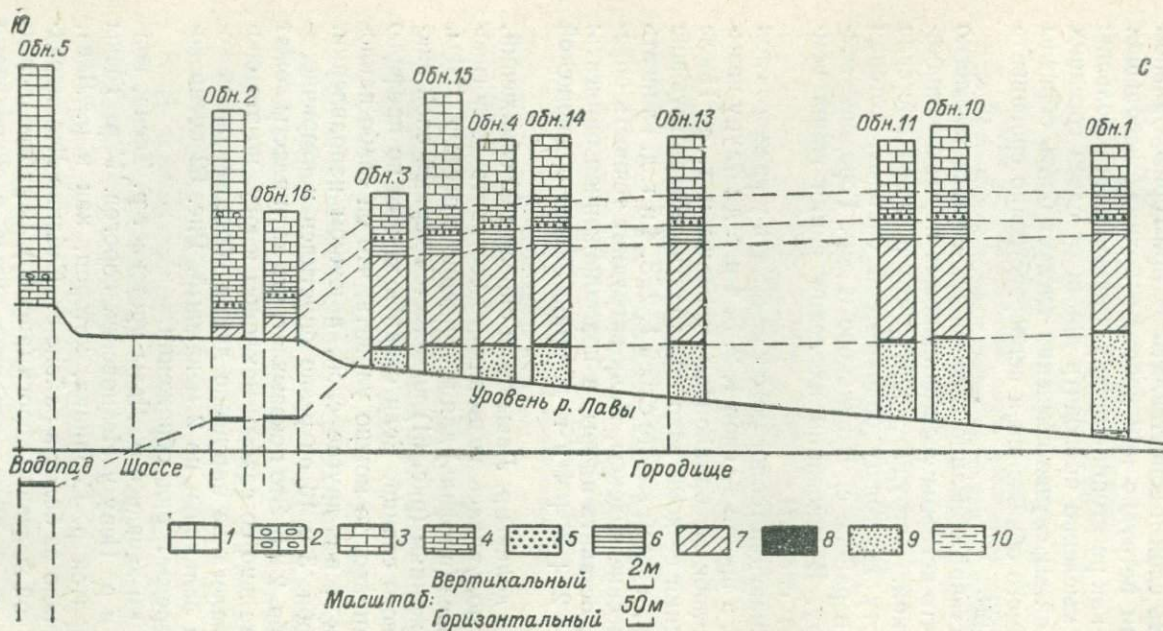


Рис. 61. Геологический профиль вдоль долины р. Лавы.

1 — эхиносферитовый известняк (O_2); 2 — верхний чечевичный слой (O_2); 3 — собственно ортоцератитовые слои (O_1); 4 — надчечевичные слои (O_1); 5 — нижний чечевичный слой (O_1); 6 — подчечевичные слои (O_1); 7 — глауконитовая толща (O_1); 8 — диктионемовый сланец (O_1); 9 — оболочковые пески и песчаник (O_1); 10 — нижнекембрийская глина (ϵ_1).

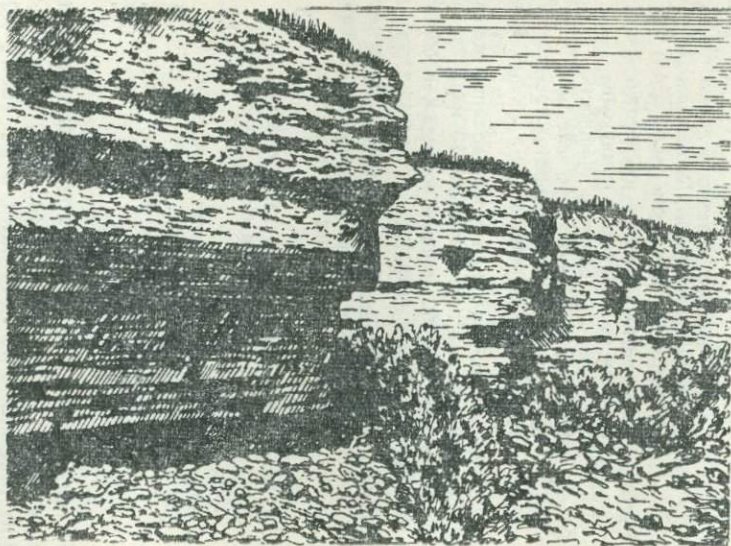


Рис. 62. Обнажение известняков на левом берегу р. Лавы.

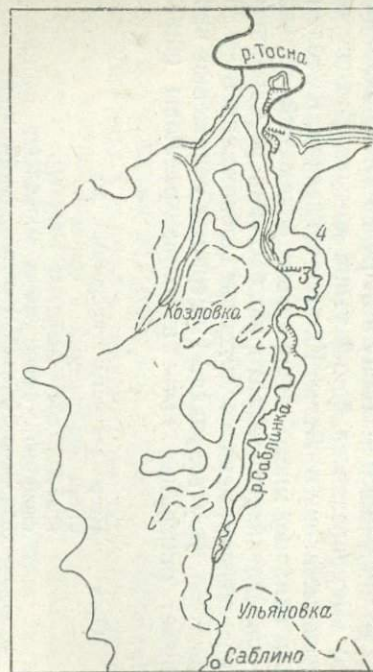


Рис. 63. Долина р. Саблинка.

крайне маловодного. В низовье на протяжении около 2 км до впадения в р. Тосну этот ручей в течение около 3000 лет прорезал глубокий узкий каньон. Внешне он подобен каньону р. Лавы. Как и в последнем, в Саблинском каньоне много прекрасных обнажений горных пород, слагающих территорию бассейна р. Саблинка. В качестве примера послужат два обнажения в ее долине. Обн. 3 у водопада. Нумерация обнажений продолжается описанные выше в долине р. Лавы (снизу вверх):

O _{1ob}	Песок зернистый, кварцевый, местами окрашенный в кирпично-красный цвет окислами железа; слоистость косая; масса мелких обломков <i>Obolus</i> . Мощность	2 м от уровня реки
O _{1d}	Сланец черного цвета с редкими веточками ископаемого <i>Dictyonema fiabelliformis</i> . Мощность	0,2 м
O _{1gt}	Глауконитовая пачка из чередующихся песчанниковых и мергелисто-глинистых слоев. Мощность	3 м
O _{1ort₁}	Известняк-плитняк серо-зеленого цвета с зернами глауконита, трещиноватый. Мощность	1,5 м

Выше задернованный склон до бровки долины, где высота 35 м. Уровень подошвы обрыва под водопадом 15 м.

Следующее обн. 4 в 300 м ниже водопада, в обрыве правого берега р. Саблинка (снизу вверх):

O _{1ort₁}	Серый тонкоплитчатый известняк с мергелем и глиной и фауной брахиопод и обломками наутилоидей. Мощность	3 м
O _{1ort₂}	Серый рыхлый мергель с чечевичками бурой водной окиси железа. Мощность	0,2 м
O _{1ort₃}	Известняк крупноплитчатый с <i>Endoceras</i> . Мощность	8 м
Q	Валунный суглинок. Мощность	3 м
	Почва. Мощность	0,5 м

На бровке долины 27 м, у подошвы обнажения около 12 м, сделана зарисовка (рис. 64).

При впадении р. Саблинка в р. Тосну долина последней не менее 1 км ширины; оба борта высокие (до

30 м), крутые, дно плоское, поперечный разрез долины ящикообразный (каньон). Ширина русла до 10 м. На правом берегу две пойменные террасы; вторая до 2 м высоты. Количество воды современной р. Тосны не могло разработать долину шириной до 1 км, в которой она проложила свое русло. Несомненно, что существовала древняя долина, которую могла образовать другая, более водообильная река. Современная р. Тосна как бы унаследовала существовавшую долину. Явление унаследования рельефов или структур, очень распространенное в геологии, находит все большее практическое значение.

Исследуя другие обнажения в долине р. Саблинки, мы видим, что здесь снизу вверх вскрываются синие глины, их покрывает толща белых, выше розоватых и буро-красных железистых песков с массой обломков и целых раковин *Obolus*. На них лежат тонкий слой (до 10—15 см) черного сланца с редкими отпечатками граптолитов *Dictyonema*, затем зеленого цвета глауконитовые песчаники, далее глауконитовые известняки и, наконец, толща светлых розоватых ортоцератитовых известняков-плитняков с фауной трилобитов *Asaphus*, *Illaenus*, *Megalaspis*, головоногих *Endoceras*, *Orthoceras*, брахиопод *Orthis*, *Orthisina* и др. Общая мощность пластов до 20—25 м.

Таковы же разрезы и в долине р. Тосны. От устья вверх по течению р. Саблинки глубина каньона уменьшается, синие глины скрываются, и русло идет по оболочковым пескам. В 1 км от устья Саблинки водопад до 5—6 м высотой, и выше русло лежит уже на глаукони-

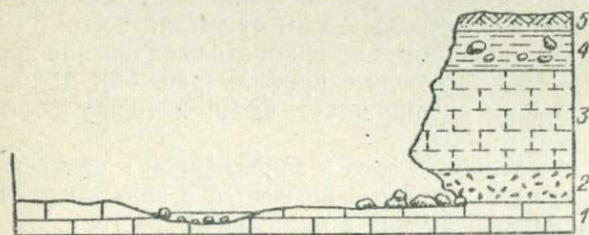


Рис. 64. Оби. 4 на правом берегу р. Саблинки, в 300 м ниже водопада.

1 — серый известняк (O_1); 2 — серый мергель (O_1); 3 — известняк плитчатый (O_1); 4 — валунный суглинок (Q); 5 — почва.

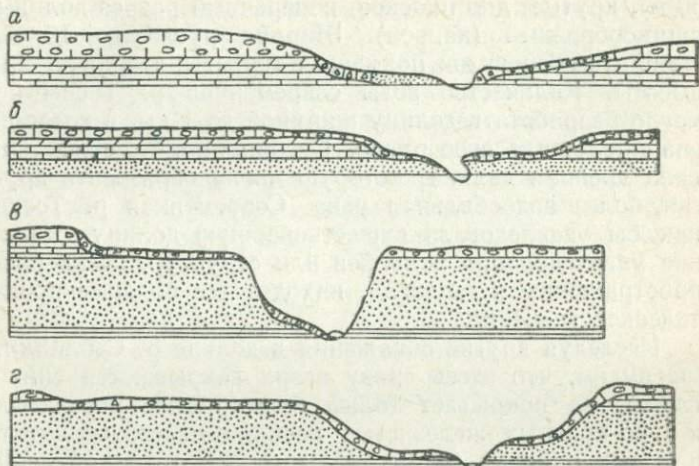


Рис. 65. Поперечные профили долины р. Саблинки.

а — в 100 м выше водопада (валунный суглинок покрывает известняк);
б — в 200 м ниже водопада (песок, известняк, валунный суглинок); *в* —
 в 500 м выше устья (кембрийская глина, оболочный песок, глауконито-
 вый известняк, валунный суглинок); *г* — метрах в 100 выше устья (те же
 глина, песок, известняк, валунный суглинок).

товых известняках, на 1,5 км выше по течению от водопада оно проложено на ортоцератитовых известняках. Идя вверх по течению этой речки, геолог следует всё по более и более молодым пластам, как будто по ступеням геологической лестницы. Глубина каньона, достигающего 30 м в нижнем течении Саблинки, у железнодорожного моста, т. е. в 2,5 км от устья, всего 3—4 м. Изменение долины р. Саблинки вдоль ее течения хорошо показывают поперечные профили (рис. 65). Долина углубляется и расширяется, входя в толщу оболочных песков.

Сопоставление пород и заключенной в них ископаемой фауны с тем, что вскрывается в каньоне р. Лавы, не оставляет сомнения в их полном сходстве и геологической одновозрастности.

Километрах в 20 западнее истоков р. Саблинки в окрестностях г. Павловска, что южнее г. Пушкина, протекает р. Поповка — левый приток р. Славянки, впа-

дающей в р. Неву в 10 км ниже устья р. Тосно. В бортах р. Поповки прекрасные обнажения тех же пород, которые вскрыты в каньонах р. Лавы и Саблинки, только на р. Поповке залегание пород нарушено, и они имеют складчатое строение.

Геолог-любитель, изучивший горные породы, обнажающиеся в долине р. Лавы, посетив долины рек Саблинки и Поповки, быстро ориентируется в их геологическом строении.

В описанных обнажениях слои названы именем тех ископаемых, которые в большом количестве содержатся в них и хорошо определены: ортоцератитовый известняк, оболочный песчаник и диктионемовый сланец с тонкими веточками граптолита (рис. 66). Эти слои ордовикской системы распространены на широкой площади в Ленинградской области и в Эстонской ССР. На таком же основании часто называют слои других систем. Например, в каменноугольной системе выделены фузулиновые, псевдофузулиновые, швагериновые слои по соответствующим ископаемым из группы простейших; лингуловые слои в основании казанской толщи пермской системы; дорикранитовые по остаткам цератита в низах триасовой системы; альтерновые слои в верхней юре по аммониту *Cardioceras alternans*; нуммулитовые — в палеогеновой системе и т. д.

Иногда из-за плохой сохранности или какого-либо новообразования на раковине опытный геолог определяет даже родовую ее принадлежность условно, что отмечает вопросительным знаком.

Нередко трудно распознать вид данного рода или он может быть новым, еще неизвестным, но для доказательства этого недостает материала. В таком случае вместо видо-

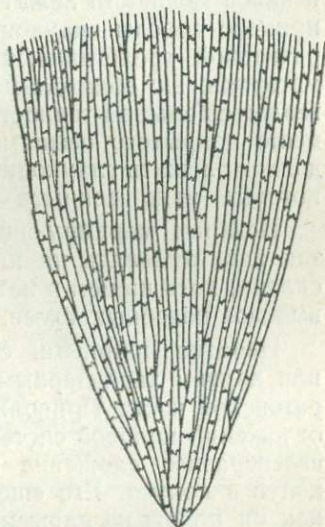


Рис. 66. Диктионема (из граптолитов).

вого названия геолог ставит знак *sp.* (*species* — вид), например *Buchia sp.*

При сопоставлении отдельных обнажений геологи часто используют так называемые *маркирующие* или *опорные* слои. Так называют слои, выделяющиеся своей окраской, составом, богатством хорошо определяемой фауны или флоры, своим сложением или другими постоянными и хорошо обнаруживаемыми признаками. Желательно, чтобы они были возможно маломощными. Маркирующими геологи выбирают слои, всегда занимающие определенное место в стратиграфической колонке изучаемой территории и не повторяющиеся по разрезу. Прекрасным примером маркирующего слоя может служить приведенный выше диктионемовый сланец черного цвета. Он всегда лежит между оболовым песком снизу и глауконитовой пачкой сверху. Мы им и воспользовались при сопоставлении обнажений по р. Лаве (с. 137).

Нередко береговой склон бывает покрыт задернованными осыпями, но в каком-то месте проглядывает легко и безошибочно различимый диктионемовый сланец. Увидев его, геолог сразу узнает, какие слои и какой мощности лежат под ним и над ним. В данном примере породы глауконитовой пачки и низов ортоцератитовой представляют собой ценный строительный материал. По обнажающемуся диктионемовому сланцу геолог с большой точностью сумеет рассчитать, в каком месте покрытого осыпями и заросшего травой склона должны лежать глауконитовые и ортоцератитовые слои, которые надо вскрыть для добычи.

Недаром маркирующие слои называют опорными, так как, опираясь на них, можно знать разрез всего склона, хотя на нем и нет обнажений, кроме небольших выходов подобных слоев.

Нередко опорными слоями служат породы с тем или другим характерным сложением. Например, в Саратовской части Приволжской возвышенности в толще отложений меловой системы опорным является слой, за своеобразное сложение названный кон-ин-кон, т. е. конус в конусе. Его еще называют фунтиковым, так как он похож на вложенные один в другой конически сложенные бумажные кулечки.

Значение опорных слоев очень велико. Они особенно важны, когда стратиграфический разрез узнается бурением, нередко на большую глубину, в местностях, где искомая толща пород опущена ниже базиса эрозии и нигде в данном районе не вскрыта в естественных обнажениях.

ОБОБЩЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ДОЛИН РЕК ЛАВЫ И САБЛИНКИ

Сравнение пород, содержащихся в них ископаемых и последовательности слоев в долинах этих речек вскрывает их полную однородность до мельчайших подробностей. Единственный вывод, который можно сделать, — признать, что на всей большой территории от р. Лавы до р. Славянки и далее до р. Поповки (рис. 67) на расстоянии до 100 км под почвенно-растительным покровом расположены одни и те же горные породы нижнего палеозоя — кембрийской и ордовикской систем. В любом месте этой площади можно вскрыть бурением или копая колодцы толщу известняков и другие слои ордовика, глубже которых залегает синяя глина кембрия. Множество остатков фауны, из которых местами состоят пласты известняков-ракушнякав: ис-

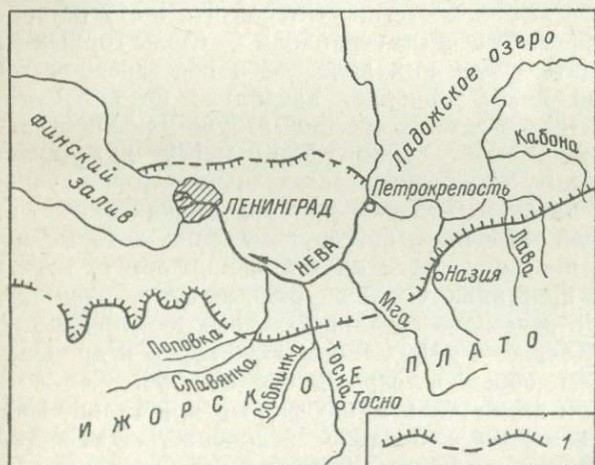


Рис. 67. Схематическая обзорная карта.
1 — северный и южный глинты (уступы).

копаемые головоногие моллюски, брахиоподы, мшанки, трилобиты, — все обитатели нормального моря. Следовательно, и 550 и 400 млн. лет назад все пространство между Финским заливом и Ладожским озером было дном моря. В одни времена оно было глубже, и осаждались глины и известковые илы, в другие — мельче, и тогда дно устилала оболочевые пески, достигающие 20 м мощности и больше. Это — первый научный вывод, открывший события глубокой древности, начала палеозоя. Второй вывод практический, дающий возможность смотреть как бы сквозь землю и читать, какие горные породы и в каком порядке лежат одна на другой. Теперь бурением установлено, что под кембрием всюду южнее Ленинграда залегают кристаллические породы фундамента. Это дает возможность наперед знать строение чехла в этих местах до фундамента. Надо отметить также, что многие разности известняковых плит — хороший каменный строительный материал, белые пески — сырье для изготовления стекла, синяя глина употребляется в металлургической промышленности, для керамических изделий и скульптурами.

Вот что может рассказать геологу не очень сложное исследование обнажений горных пород в долинах двух маленьких речек. Желаящему изучать историю земной коры в любом месте, научиться читать эту историю по нетленным и вечным страницам — слоям горных пород, находить среди них полезное в повседневной жизни, нужно лишь терпение, нисколько не большее, чем научиться в детстве обычной азбуке или иностранному языку. Откроется мир удивительный, кажущийся не умеющему его познать загадочным, а для изучившего даже начатки геологии этот мир камней оживет и, как чародей-сказочник, поведаст о морях, которые покрывали иногда на десятки миллионов лет те места, где ныне простираются наши родные поля, равнины, где теперь воздымаются такие мощные и величавые горы, как Кавказ, Урал, Саяны, Тянь-Шань и др. Они все, скажем образно, зародились в море.

При внимательном изучении и пристальном наблюдении можно с большой подробностью восстановить природную обстановку в своем крае, бывшую не только тысячи, десятки, сотни тысяч, но и многие миллионы лет назад.

Собирая послойно фауну, очень важно обращать внимание на характер ее захоронения. Если, например, водоем был спокоен, то раковины могут лежать в пластах беспорядочно: вниз и вверх выпуклой поверхностью; створки двустворчатых моллюсков часто не разъединены. Совместно могут лежать остатки донных (бентосных) и плавающих у поверхности (планктонных) организмов. Они в таком случае, как правило, вмещаются в тонкозернистые и очень тонкослоистые породы. Отложенные в движущейся воде раковины удлиненной формы (наутилоиден, белемниты) оказываются лежащими параллельно друг другу, ориентированию согласно бывшему направлению водных струй. У двустворчатых моллюсков створки разобщены, скелеты кривоидей разрушены, отдельные членики образуют как бы цепочки.

В сильно движущейся воде при захоронении остатков фауны происходит сортировка по крупности: большие формы остаются в одном месте, мелкие относятся в другое, нередко далеко, и там скапливаются. Они могут быть окатанными, раздробленными. Породы здесь грубозернистые: гравий, галечники.

Ископаемые наземные растения, как уже говорилось, встречаются в форме окаменелостей, обугленных частей и отпечатков. Окаменелости образуются путем замещения вещества кремнеземом, кальцитом, солями железа и др. Обугливание растений, идущее без доступа кислорода, сохраняет стволы, ветви, плоды, споры, иногда стебли и листья. Такие находки среди морских отложений свидетельствуют о близости суши.

Полное внимание требуется при тщательном изучении породы. Ранее упоминалось о значении окраски пластов, характера их залегания. Косая слоистость при наличии искрошенных раковин (детритус) — ярчайший свидетель не только мелководья, но и прибойной зоны. Пласты черного цвета тонкослоистой, мельчайшей илистой породы, обогащенной органическим веществом, — отложения мелкого, может быть, и большого водоема, типа морской лагуны с совершенно спокойной водой. Нередко разложение на его дне отмерших растений и животных создает сероводородное заражение придонных вод. Обилие в породе зерен глауко-

нита — показатель отложения осадка на глубинах до 200—300 м в спокойных водах вблизи устьев крупных рек.

Работая в долинах рек и ручьев, очень часто можно встретить водопады. На равнинных пространствах они обычно невысоки: от 1 до 5—7 м. Образование их связано с наличием крепкой породы — плотного песчаника или твердого известняка, покрывающего толщу легко размываемых песков или иных рыхлых нестойких против размыва пород. Но это одно обстоятельство, другое, и мы о нем уже говорили, заключается в том, что водопад — реальный свидетель пятящейся эрозии. Некогда он располагался в устье данного водного потока, который, размывая долину, перемещает водопад к верховью. Пятящаяся эрозия при встрече на своем пути с указанным сочетанием горных пород и создает в русле водопад. Нередко в нескольких метрах от бровки его выше по течению в русле может лежать большой валун или у самой воды расти дерево, которое надо отметить маленькой засечкой. При отсутствии таких объектов надо прочно врыть у самого берега метрах в 3—4 от бровки водопада столбик. Весной перед вскрытием речки от льда точно измерить рулеткой расстояние от бровки водопада до метки и записать. Снова измерить при наступлении меженного времени, записать; вновь измерить осенью перед ледоставом, записать. Снова измерить весной перед вскрытием реки, записать. Допустим, при первом замере расстояние равнялось 3, при втором — 2,5, при третьем — 2,3, при четвертом — 2,2 м. Итого за год водопад отступил на 80 см. Теперь надо измерить длину русла речки со всеми его изгибами от водопада до ее устья. Предположим, что расстояние будет равным 1 км, т. е. 1000 м. Допустив, что речка ежегодно продвигалась вверх на 0,8 м, легко вычислить время отступления, которое будет равно 1250 лет.

Таким же способом можно измерять скорость продвижения оврагов. Выбрав конечную вершину какого-либо оврага, прочно вбить столбик в 2 м от нее. Затем замерить в указанные выше сроки уменьшение расстояния между столбиком и вершиной оврага. Записывать и делать подсчеты, как сказано при наблюдении за речкой. Надо только помнить, что при наличии легко размывающихся самых верхних слоев вершины овра-

гов продвигаются быстро. За этим надо следить и вовремя переносить столбик.

В умеренной полосе овражная сеть может быть довольно густой, и овраг сильно ветвится. Нередко между крайней левой и правой ветвями расстояние бывает больше километра. Установив, что в вершинах обеих ветвей породы имеют разную сопротивляемость размыву, следует поставить наблюдение за скоростью продвижения обоих оврагов. Вести его, как указано, и записывать.

Такими простыми и легко осуществимыми наблюдениями можно принести большую хозяйственную услугу. Положим, решили строить недалеко от овражных вершин шоссе. Работа дорогая и рассчитывается на много лет. Геолог может предупредить ненужные траты и предложить трассу шоссе на соответствующем удалении от оврага, которое он может рассчитать.

На платформе господствует горизонтальное залегание пластов, слагающих чехол. Однако не так редко здесь можно встретить наклонное и складчатое их положение. В этих случаях условия залегания устанавливаются при помощи горного компаса. Определяется простирание, т. е. распространение слоя по горизонтали, и падение, или наклон, пласта в том или другом направлении. Простирание и падение — элементы залегания горных пород, испытавших нарушение первичного горизонтального положения.

Для определения этих элементов аккуратно рассчитывается поверхность наклонно лежащего пласта, на нее кладется компас длинными и северными ребрами плашки по падению (рис. 68, *a*). По южному ребру на пласте прочерчивается линия. Это и будет линия простирания пласта. По длинному ребру прочерчивается линия перпендикулярно к первой; она покажет направление падения. На поверхности пласта начертится прямой угол.

Осторожно, чтобы не сдвинуть инструмент из этого угла, компас поднимается за северное ребро в горизонтальное положение, отпускается зажим магнитной стрелки, и по ее северному концу отсчитывается азимут падения. Простирание же перпендикулярно к нему, поэтому, прибавив или отняв 90° от азимута падения, получают азимут простирания. Например, азимут паде-

ния оказался СВ 40° , азимут простирания будет ЮВ 130° ($40^\circ + 90^\circ$). Если азимут падения окажется СЗ 300° , то отнимается 90° и получается азимут простирания ЮЗ 210° ($300^\circ - 90^\circ$).

После определения азимута простирания закрепляется зажимом магнитная стрелка. Компас ставится длинным ребром на линию падения, и по наклону угольника определяется угол падения: 20° , 30° и т. д. (рис. 68, б). Удобно иметь фанерную пластинку 5 мм толщины, 15 см длины и 12 см ширины. Она кладется на поверхность пласта для большей ровности.

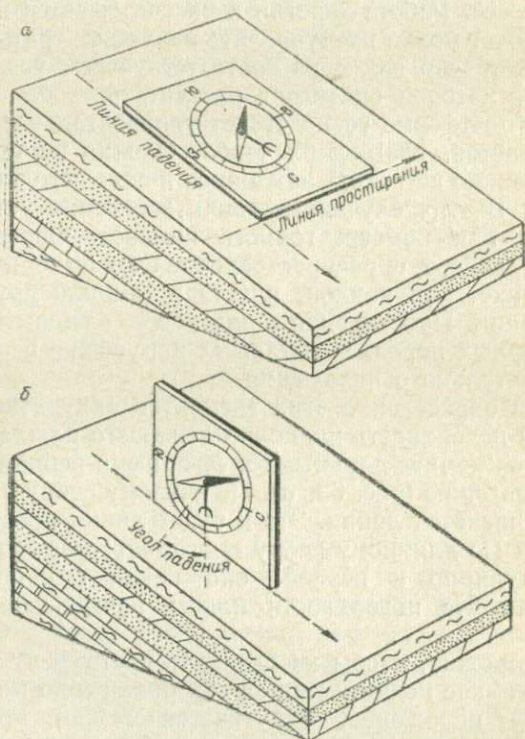


Рис. 68. Работа с компасом при нарушенном залегании пород.
 а — определение направления простирания и падения слоя; б — определение угла наклона (падения) его.

Тому, кто овладел азбукой геологического букваря — ископаемыми остатками, можно принимать участие и в работах геолога-профессионала, сделавшись подчас полезнейшим помощником. Однако на значительных площадях Русской равнины в сложении чехла участвуют пески, глины, известняки, мергели и другие осадочные породы, не содержащие ископаемых. Могут быть лишь остатки микроскопических животных или споры, пыльца растений. Их не только определять, но представителей очень многих групп нельзя и увидеть простым глазом. Подобные ископаемые могут быть открыты в породе, изучены, описаны и определены под микроскопом или под сильно увеличивающими лупами. Возраст пород в таких случаях удается определить, и то нередко условно, путем различных сравнений, сопоставлений и, что лучше, нахождением мест, где слои с ископаемыми сменяются слоями без них.

Однако природа как бы пошла навстречу труду геолога и создала значительные толщи слоев, окрашенных в различные цвета. Нередко такая пестроцветная масса пород отчетливо распадается на пачки, каждая из которых имеет свою гамму цветов. Такие пачки в вертикальном разрезе чередуются, и нередко в каком-то определенном порядке. Наблюдается подобное на большой площади (сотни тысяч квадратных километров). Геолог видит в этом некоторую закономерность, и она дает ему возможность, встретив обнажение группы цветных пачек, догадаться, в каком месте вертикального разреза нередко очень большой толщи пород такая группа должна быть. Это уже громадное стратиграфическое удобство.

Наряду с подобной стратиграфической последовательностью залегания цветных осадков в сложении чехла Русской платформы установлены две мощные толщи пестроокрашенных пород, относящихся к твердо установленным системам — девонской и пермской. Первая почти нацело сложена морскими осадочными слоями, местами с многочисленными остатками брахиопод, гониатитов и др. Вторая построена снизу вверх осадками морскими, затем наземными, потом опять

морскими, вновь наземными, опять мелкоморными и снова наземными. Во всей этой серии пачек разного происхождения лишь некоторые содержат фауну, большинство же пачек «немые». Пермская фауна, хотя и представлена брахиоподами и гониатитами, но это угасавшие, угнетенные формы, легко отличимые от находившихся в расцвете девонских. Временное расстояние между отложениями обеих пачек до 70 млн. лет. Одни из них богаты ископаемыми, другие бедны, одни окрашены однотонно, другие пестроцветны. Эти различия крайне важны. Геолог, приступив к изучению пестроокрашенной толщи и найдя в ней ископаемых или установив их полное отсутствие либо палеобиологическое различие, уже имеет основание догадываться о девонском или пермском возрасте. Для полевого геолога, под руками у которого могут быть лишь самые ограниченные справочники, возможность сделать указанное обоснованное предположение является чрезвычайно важной. Дальнейшее углубленное и терпеливое изучение пород непременно принесет данные для надежного и точного установления их геологического возраста.

Примером пестроокрашенных слоев может послужить обнажение, которое находится в северо-восточной части Приволжской возвышенности, между реками Сундовиком и Ургой. Первая впадает в Волгу в районе старинного торгового с. Лысково, ныне ставшего городом. Вторая является левым притоком Суры, текущей в Волгу. Р. Сундовик, следовательно, река 2-го порядка, р. Урга — 3-го. Местность здесь довольно высокая: значительные площади подняты до 200 м абсолютной высоты. Это метров 150 над уровнем Волги, которая служит базисом эрозии для обеих рек. Понятно, что обе они врезаются в земную кору на несколько десятков метров. Так же глубока здесь и овражная сеть, что благоприятно для поисков хороших и многочисленных обнажений горных пород. Точное местоположение нашего обн. 5 — бассейн р. Урги, в 0,9 км северо-западнее дер. Горки, у проселочной дороги Горки — Низовка. Обнажение начинается от верховьев промоины, которая режет правый коренной склон Заковского оврага в 47 м над его тальвегом.

Из-под пород четвертичной и юрской систем общей мощностью 1 м вскрываются пестроокрашенные слои

верхнетатарского подъяруса верхнего отдела пермской системы, последней из палеозойской группы (сверху вниз):

Р _{2t2v}	1. Аргиллит желтый с коричневатым оттенком, сильно известковистый	0,3 м
	2. Песчаник зеленовато-серый, известковистый, мелкозернистый	0,2 м
	3. Алевролит зеленовато-серый, переслаивающийся с зеленовато-серым мелкозернистым песчаником	0,25 м
	4. Алевролиты коричневатокрасные, участками зеленовато-серые, песчанистые, известковистые; переслаиваются с зеленовато-серыми песками	1,25 м
	5. Песок зеленовато-серый до темно-зеленого с коричневатокрасными полосами, сильно известковистый, и конкрециями плотного песчаника, сильно известковистого	1,15 м
	6. Аргиллит желтый, переполненный стяжениями кальцита, покрытого снаружи бурой коркой гидроокислов железа	0,03 м
	7. Аргиллит темно-коричневый, безызвестковистый, слюдистый	0,10 м
	8. Песчаник зеленовато-серый, плотный, сильно известковистый	0,15 м
	9. Песок зеленовато-серый, участками розовато-серый, известковистый, с неправильной формы конкрециями песчаника	0,25 м
	10. Алевролит коричневатокрасный, песчанистый, слабо известковистый, с прослоями зеленовато-серого песка	0,75 м
	11. Аргиллит темно-коричневый с красноватым оттенком, безызвестковистый, участками песчанистый	0,3 м
	12. Алевролит темно-коричневый, участками зеленовато-серый, песчанистый, с темным налетом на плоскостях наслоения	0,55 м
	Слои до 12-го вскрыты в канаве-расчистке.	
13. Песок зеленовато-серый, известковистый, мелкозернистый с небольшими стяжениями известковистого песчаника	0,45 м	

P ₂ t ₂ v	14. Алевролит бледно-коричневый, известковистый	0,10 м
	15. Аргиллит темно-коричневый с красноватым оттенком	0,10 м
	16. Аргиллит коричневатого-серый, неравномерно окрашенный, с раковистым изломом и редкими остатками неопределимых двустворок	0,55 м
	17. Песок зеленоватого-серый, известковистый, с конкреционными стяжениями известковистого песчаника	0,50 м
и т. д.		
P ₂ t ₂ sw	24. Алевролит коричневатого-красный, переслаивающийся с зеленоватого-серым и буровато-красным песком; по простиранию переходит в песок	0,90 м
	25. Песок зеленоватого-серый, участками коричневатого-серый, мелкозернистый, известковистый; прослой известковистого песчаника	3,70 м
	26. Мергель желтый, рыхлый, марающий руки	0,10 м
	27. Мергель светло-розовато-желтый, желтый, марающий руки	0,35 м
и т. д.	28. Алевролит розовато-красный, участками фиолетово-красный, рыхлый	0,12 м
	38. Глина коричневатого-серая, участками зеленоватого-серая, песчаная, пластичная, с остатками брюхоногих моллюсков <i>Turbo</i> (?) <i>obtusus</i> , <i>Omphaloptycha</i> (?) <i>lutkewitchi</i> и др.	0,10 м
Абсолютная отметка кровли слоя 38 равна 132,1 м.		
и т. д.	39. Мергель кирпично-красный; участками зеленоватого-серый, известковистый	0,45 м
	61. Мергель глинистый, ярко-красный, крупнокомковатый	0,90 м

Ниже в дополнительных канавах-расчистках из-под слоя выступают:

P ₂ t ₂ sw	62. Мергель светло-розовый, участками розовато-серый, крупнокомковатый	0,15 м
	63. Мергель розовато-красный, плотный, вскипающий от HCl с некоторым замедлением	0,45 м

P_2t_2sw 64. Глина розовато-красная, с зеленовато-серыми пятнами 0,03 м

и т. д.

92. Тонкое переслаивание зеленовато-серых известковистых песков и кирпично-красных песчанистых алевролитов 2,30 м

Общая мощность вскрытых слоев верхнетатарского подъяруса 43,38 м. Абсолютная высота бровки обнажения 151,9 м, высота подошвы вскрытых пород 107,68 м, а русла 104,68—103,68 м.

Объяснение индексов: P_2t_2v — верхняя пермь, верхнетатарский подъярус, вятский горизонт; P_2t_2sw — то же, северодвинский горизонт.

Описанное обн. 5 вскрыло толщу пород, накопившихся в субэвразальных материковых условиях. Нередко для них характерна частая сменяемость маломощных слоев. Все они окрашены в разные цвета, что создает пестроцветность всего обнажения. Господствуют зеленые, желто-коричневые, желтые, коричнево-красные, коричнево-серые, темно-коричневые, розовые, светло-розовые, розовато-серые, красноватые, кирпично-красные, фиолетово-красные разных оттенков. От геолога, описывающего подобное обнажение, требуется напряженное внимание, тренированное терпение, чтобы не упустить слои сантиметровой мощности.

Вникнув в приведенный разрез, можно подметить, что окраска слоев не так прихотливо и случайно разбросана по толще пород, как кажется с первого взгляда. Можно сгруппировать слои в пачки разной мощности, но примерно одинакового цвета.

P_2t_2v Пачка 1. Аргиллито-алевролитовая зеленоватого цвета порода со слоем зеленоцветного песка (1,15 м) в основании (слои 1—5) 3,15 м

2. Аргиллито-песчано-алевролитовая, темно-коричневая и коричневатокрасная; пески зеленоцветные (слои 6—13); в основании — зеленовато-серый песок (0,45 м) 2,58 м

3. Аргиллитовая коричневого цвета; в основании (0,5 м) зеленоцветный песок (слои 14—17) 1,25 м

4. Аргиллито-алевролитовая коричневатокрасная, в переслаивании зеленый песок; в основании песок зеленоватосерый (3,70 м) (слои 18—25) 8,15 м

- | | |
|---|--------|
| 5. Мергельно-глинисто-алевролитовая желтого, розовато-красного цвета, местами яркой окраски (слои 26—35); в основании песчаник зеленоватого цвета (1,35 м) | 3,42 м |
| 6. Глинисто-мергельная темно- и кирпично-коричневой окраски; в основании зеленовато-серый (0,5 м) песок (слои 26—40) | 1,28 м |
| 7. Алевроито-аргиллитовая с подчиненными слоями светло-серого мергеля; преобладает кирпично-красная, розовато-красная окраска; в основании песчанистый алевролит кирпично-красного цвета с зеленоватыми пятнами (0,55 м) (слои 41—60) | 6,44 м |
| 8. Мергели розовые и светло-розовые; редкие прослойки глин тоже розовой окраски; в основании зеленоватый песок (0,20 м) и алевролит темно-коричневый с зеленовато-серыми пятнами (0,60 м) (слои 61—74) | 5,19 м |
| 9. Мергели розовато-красные, розовато-серые; слой 83 светло-зеленовато-серый; подчиненное количество алевролитов и глин; в основании песчаник (0,50 м) (слои 75—86) | 3,67 м |
| 10. Пески, преимущественно зеленоватые, иногда желтые и красновато-коричневые (слои 87—92) | 7,18 м |

В красноцветных толщах в основании пачек, как видим, нередко песчаные слои.

ЭКСКУРСИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Образовавшиеся в морях осадочные породы мезозоя замечательны богатством ископаемых. Особенно выделяются в этом отношении слои юрской системы, местами переполненные ископаемыми. Многие десятилетия опытные геологи учили молодежь, заставляя работать над определением аммонитов, белемнитов и двустворчатых моллюсков, познавать мельчайшие особенности юрских отложений со всех материков земного шара, вдумываться в тонкие способы стратифицирования слоев юрской системы, развитых на равнинах и в высоких горах. Владение всеми тонкостями науки о юрской системе было обязательным, и без него стар-

шие не допускали молодежь к самостоятельной полевой и лабораторной геологической работе.

Песчаники, темного цвета глины и слоистые известняки, которые встречаются в любом обнажении юрских пород, обычно содержат богатейший набор ископаемых разных типов, семейств, классов, родов и видов царства морских беспозвоночных. На Русской платформе юрские породы морского происхождения распространены в бассейнах Печоры, Вятки, в Поволжье, повсюду в средней полосе и хорошо изучены. Однако остается еще немало подлежащего открытию, уточнению и углубленному познанию.

Приводимый ниже разрез юрских слоев среднего течения р. Кобры достаточно характерен породами и ископаемыми, в них содержащимися. Р. Кобра впадает в р. Вятку — приток р. Камы. Р. Кобра 4-го порядка (Кобра—Вятка—Кама—Волга), но с достаточно обширным бассейном.

Обн. 6 находится на правом коренном склоне долины р. Кобры, в 50 м западнее северной окраины с. Бережан. Высота бровки — 161,85 абс. м.

Слагающие обнажение породы вскрываются плохо, так как склон покрыт оползшими массами их, к тому же задернованы на значительных площадях. Для изучения оказалось необходимым заложить ряд канав-расчисток, и под толщей 4,65 м мощности четвертичных глинистых пород были вскрыты слои верхнего отдела юрской системы (сверху вниз):

J ₃ U ₂	1. Глина темно-серая до черной, тонкослоистая, сланцеватая, с тонкими неправильными прослоями темно-серых битуминозных сланцев	0,45 м
	2. Глина серая, вязкопластичная, толстослоистая, с желтыми пятнами, окрашенными за счет выцветов серы	0,20 м
	3. Глина темно-серая с коричневатым оттенком, сланцеватая, тонкослонстая	0,14 м
	4. Глина серая, участками темно-серая	0,30 м
	5. Глина темно-серая, толстослонстая, плотная, вязкопластичная, окрашена в коричневатосерый цвет	0,25 м

6. Глина серая с коричневатым оттенком, участками ржаво-желтая, ожелезненная; окраска за счет выделения гидроокислов железа. Встречаются раковины двустворок плохой сохранности до 1,30 м
7. Сланец коричневатый, тонкослоистый, плотный, с отпечатками аммонитов, двустворок *Virgatites* sp., *Buchia rugosa* и др. 0,40 м
8. Глина серая, участками коричневатая (слоистость обусловлена окраской и песчаностью микропрослоев) 0,22 м
9. Сланец темно-коричневатосерый, тонкослоистый (величина прослоев измеряется единицами миллиметров), участками глинистый, местами битуминозный, трещиноватый 0,07 м
10. Сланец плотный, темно-коричневый, горючий, тонкослоистый, по плоскостям наложения отпечатки *Buchia mosquensis*, *Virgatites* sp. 0,29 м
11. Глина коричневатосерая, тонкослоистая, с тонкими (доли миллиметра) прослоями зеленого и зеленоватосерого мелкозернистого песка. Мощность песчаных прослоев в нижней части слоя увеличивается 0,19 м
12. Песок темно-желтоватосерый, кварцево-глаукоцитовый, мелкозернистый, слюдястый 0,12 м
- Абсолютная отметка 153,27 м.
13. Песчаник зеленоватосерый, участками желтоватосерый; много плохо сохранившихся остатков аммонитов, двустворок и др.; определены: *Virgatites quenstedti*, *Virgatites* sp., *Buchia rugosa*, *B. mosquensis*, *Inoceramus pseudoretrorsus*, *Scurria maotis*. Песчаник сцементирован известковым цементом, но постепенно переходит в песок 0,75 м
14. Песок синеватосерый, мелкозернистый, кварцевый, глаукоцитовый; много обломков роствов белемнитов *Lagonibelus volgensis* 0,14 м

Поверхность контакта отчетливо неровная вследствие перерыва осадконакопления.

- | | | |
|------------------|---|--------|
| J ₃ k | 15. Глина светло-серая, визкопластичная, трещиноватая, трещины выполнены песком слоя 14 . . . | 0,22 м |
| | 16. Песок светло-серый с зеленоватым оттенком, мелкозернистый, слюдистый, иногда окрашен в ржаво-желтый цвет, слабоизвестковистый | 0,60 м |

Слои 1—16 вскрыты в одной канаве-расчистке на верхнем уступе правого склона. Ниже основания слоя 16 в другой канаве-расчистке обнажено:

- | | |
|--|-------|
| 17. Песок светло-серый с зеленоватым оттенком. Окрашен светлее, чем в предыдущем слое. Вскрыто | 1,5 м |
|--|-------|

Высота правого коренного склона р. Кобры у северной части д. Бережан достигает 32 м.

Склон имеет три уступа, из которых верхний сложен средневожскими глинами и четвертичными суглинками, а нижние два — кимериджскими песками.

У подошвы склона высота 150,06 м.

В сравнительно слабо слежавшихся, мало уплотненных юрских породах, как и вообще мезозойских, нередко приходится вскрывать слои расчистками-канавами, располагая их не по одной вертикали, а влево и вправо, где менее мощный делювиальный покров.

Объяснение индексов: J₃v₂ — верхняя юра, средневожский подъярус, J₃k — верхняя юра, кимериджский ярус.

ЭКСКУРСИЯ В РАЙОН РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ

Обн. 7 находится на уступе правого берега долины р. Узолы, у восточной околицы дер. Тяблино. Небольшая р. Узола длиной до 100 км впадает слева в Волгу почти против г. Балахна. Долина р. Узолы — это низменная равнина, разработанная преимущественно в аллювиальных песках и предположительно представляющая собой часть огромной древней речной долины, по южному краю которой проложила свое русло р. Волга. Высота наиболее низких частей равнины колеблется от 75 до 100 м над уровнем моря; высота уровня Волги около 70 м. Равнина, как можно

судить, невысоко поднимается над руслом, особенно в низовьях Узолы.

Из-за делювиального покрова слои вскрыты расчисткой. От бровки уступа 86,0 м выходят (сверху вниз):

$fQ_{11}d_1$	1. Песок светло-желтый до светло-серого из хорошо окатанных зерен кварца с небольшой примесью зерен темноцветных минералов. Слоистость местами горизонтальная, местами косая	2,40 м
	2. Песок светло-желтый кварцевый, окатанность зерен хорошая; слоистость косая; азимут падения слоев ЮВ 110° под углом 20°	0,80 м
	3. Песок светло-серый, кварцевый, с редкими зернами темноцветных минералов, хорошо окатанный, горизонтально слоистый	2,20 м
	4. Песок светло-серый, кварцевый, с примесью зерен темноцветных минералов, разнозернистый; зерна хорошо окатаны	0,80 м
	5. Пачка переслаивания песков косослоистых, кварцевых, мелкозернистых и скоплений обломков красной известковой глины татарских (P_2t) пород. Косая слоистость в песках по азимутам СВ 50° под углом $15-30^\circ$, СВ 70° под углом 10° , ЮВ 160° под углом 5° , ЮВ 230° под углом $18-20^\circ$	2,40 м
aQ_1	6. Песок светло-желтый, кварцевый, с редкими зернами темноцветных минералов, гравелистый; окатыши зеленовато-серой и красной глины	3,00 м
	7. Песок желтый, кварцевый	0,80 м

Уровень р. Узолы 73,60 м.

Индексы четвертичных отложений показывают время и условия их образования. Объяснение приведенных индексов: $fQ_{11}d_1$ — флювиогляциальные среднечетвертичные, нижнеднепровские; aQ_1 — аллювиальные нижнечетвертичные отложения.

Расчленение и установление возраста четвертичных отложений—задача очень трудная, и решение ее основано главным образом на нахождении спор и пыльцы

лиственных и хвойных растений. Их можно обнаружить, однако, только при рассмотрении под большим увеличением, так что в поле этот метод не применим и породы остаются практически немymi.

Нередко в толще четвертичных глин или песков находятся большие валуны кристаллических пород, явно принесенных издалека. Это привело к мысли, что такие образования представляют собой моренные (ледниковые) отложения. В обнажениях их нижние слои относят к нижнечетвертичным (Q_I), средние — к среднечетвертичным (Q_{II}) и верхние — к верхнечетвертичным ледниковым (Q_{III}). Нахождение в песчаных и глинистых накоплениях мелких, хорошо окатанных валунов, галек, гравия дало основание считать такие слои флювиогляциальными (f), т. е. образовавшимися из материала, вынесенного речными потоками из-под тающего льда. Чистые или почти чистые пески выделяют как аллювиальные.

Для общей ориентировки в поле введено условное допущение: пески флювиогляциальные или обычные аллювиальные, залегающие на 3-й надпойменной террасе, считать нижнечетвертичными (a_1), на 2-й — среднечетвертичными (a_2) и на 1-й — верхнечетвертичными (a_3).

Следовательно, при установлении возраста четвертичных слоев руководствуются тремя принципами: палеонтологическим (по органическим остаткам), литологическим (по горным породам) и геоморфологическим (по террасам). Однако убедительные доказательства возраста часто не могут быть получены, особенно для мест, далеких от центров оледенения. Но терпение и труд сделают свое: будут найдены надежные принципы для стратифицирования пород четвертичной системы.

Особенно сложно и пока мало принципиально обосновано разделение наземных четвертичных накоплений в тех частях Русской равнины, которые расположены далеко, на сотни и тысячи километров, от центров оледенений: Скандинавского, Северо-Уральского, Новоземельского. Здесь отнесение слоев к нижне- и среднечетвертичной эпохам часто условно; нередко слабо обосновано и выделение моренных и флювиогляциальных осадков. Наиболее надежным показателем для

выделения ледниковых отложений считается наличие валунов и галек кристаллических пород: гранитов, гнейсов, диабазов, основных габброидов, сланцев. Эти породы на Русской равнине лежат в фундаменте глубоко под чехлом. На дневную поверхность они выходят на больших площадях на Балтийском щите, некоторые на Северном Урале и Новой Земле. Следовательно, находя валуны или гальки этих пород где-нибудь в бассейне Днепра, Волги, Вятки, Камы, приходится считать, что они принесены из названных районов.

Всем известен перенос галек и небольших валунчиков реками. Большинство рек Русской равнины текут с севера и северо-востока на юг и юго-восток в Черное и Каспийское моря. Наличие хорошо окатанных валунов и галек кристаллических пород в любых местах бассейнов Днепра и Волги не вызывает никакого удивления. Трудно объяснить находки больших глыб этих пород объемом иногда до нескольких кубометров. Вот это обстоятельство и привело к догадке, что такие глыбы могли быть принесены только ледником, который в течение сотен тысяч лет покрывал большие площади Русской равнины, распространившись из Скандинавского, Уральского и Новоземельского центров оледенения.

Граница, до которой доходил в среднечетвертичную эпоху днепровский ледник со Скандинавского центра, может быть прослежена на карте по линии от г. Жирновска на р. Медведице почти на меридиане 44° , западнее Пензы, до Алатыря, почти на меридиане 47° , на Котельнич, немного восточнее меридиана 48° ; отсюда эта линия делает изгиб под прямым углом на восток и проходит немного севернее параллели 58° до пересечения с р. Камой. Такова восточная и южная границы предполагаемого распространения льда в среднечетвертичную эпоху. Получается, что льдом была покрыта вся северо-западная половина Приволжской возвышенности с ее сложным рельефом ступенчатых поверхностей выравнивания и со значительной разницей относительных высот. Правда, размер валунов, содержащихся в песчано-глинистых толщах, обычно небольшой (20—40 см по длинной оси), несомненно с крупными метровыми валунами, заключенными в «подлинных» моренах. Мощность отложений, которые считают

моренными, здесь чаще всего настолько мала, что среди геологов распространен термин «тень морены». Существенно отметить, что подобные морены очень часто залегают в древних речных долинах и на их склонах, поднимаясь иногда близко к водоразделам.

Доказательства моренного происхождения песчано-глинистых отложений, широко распространенных в пределах западной части Приволжской возвышенности, очень шатки и в высшей степени мало надежны. Правильнее в местах, удаленных от ледниковых центров, валунно-галечные пески и глины, которые не содержат соответствующих петрографических документов, считать не моренами, а ледниково-водными или аллювиальными накоплениями. Сколько удавалось наблюдать, в Среднем Поволжье подобные накопления нередко имеют черты, типичные для наносов, связанных с реками. Помнить следует и то обстоятельство, что льдины в весеннее половодье переносят большие массы горных пород с крупными валунами на далекие расстояния. В этом отношении автору вспоминаются его наблюдения на такой мощной реке, как Лена. Течет она с юга на север от параллели 53° до 72° северной широты на протяжении 3000 км. Весной в южных частях полный ледоход, севернее же мощный толстый лед. Возникают огромные заторы от скопления крепкого льда во всю глубину реки. При начавшемся ледоходе вся эта огромная масса больших льдин выходит из берегов, ползет по бичевнику, своей огромной силой полируя до зеркальности поверхность валунов и галек и отрывая от береговых скал немалые глыбы, которые далеко уносятся льдом.

Встретив мореноподобное накопление, надлежит его тщательно изучить и описать: мощность, длину, местоположение, высоту в абсолютных метрах, слоистость, окраску, петрографию валунов и галек, их размеры, особенности песков и глин, наличие включений, органических остатков и др. Отобрать образцы. Поставить номер этого обнажения на карте. При отсутствии таковой записать местонахождение по разным приметам с такой ясностью, чтобы его можно было найти без особого труда. Внимательно вести описание обнажения.

Документами стратиграфирования послужат: порядок залегания слоев, петрография пород каждого слоя

и условия накопления его. Четвертичные отложения могут быть представлены большими или маленькими обломками разных пород, песками, супесью, суглинком, глиной. Все это обломочные породы. Обстановка их накопления: суша, река, озеро, прибрежная полоса моря. Глина более сложное образование: она может быть и обломочным, и химическим производным. К последним обычно относятся элювиальные глины коры выветривания. Среди четвертичных отложений довольно часты органогенные, например торф.

Стратифицируя, иначе говоря расчлняя, пачку пород на слои в порядке накопления, надо обязательно определять их происхождение: наземное, речное, озерное, прибрежно-морское, эоловое.

Встречаются иногда две, даже три мореноподобные пачки, разделенные обычными песчаными, глинистыми, известковистыми породами с горизонтальным наслоением. В записи все это должно быть правильно зафиксировано и обязательно зарисовано или сфотографировано.

При встрече другого подобного обнажения в районе работы надо употребить все усилия для того, чтобы попытаться обоснованно решить вопрос о синхронности (одновременности) пород в обоих обнажениях или отсутствии такой синхронности.

Полученные результаты наблюдений отразят объективную геологическую обстановку. Когда будут найдены соответствующие документы, все станет на свои места.

ОБОБЩЕНИЕ ПРЕДЫДУЩИХ ЭКСКУРСИЙ

Описанные выше геологические экскурсии были проведены в разных географических местах, среди пород нижнепалеозойских (кембрийских и ордовикских), верхнепалеозойских (верхнепермских), мезозойских (юрских) и кайнозойских (четвертичных) на неодинаковых высотах Русской равнины. Приобретенный опыт приводит к некоторым выводам. Первая и последняя экскурсии совершены в условиях низких равнин, где относительные превышения на местности выражаются единицами и первыми двумя-тремя десятками метров и где, следовательно, базис эрозии близок к земной

поверхности. Здесь нельзя ожидать глубокого вреза речных долин в горные породы и больших обнажений. Две другие экскурсии шли в пределах высоких равнин — от 150 до 200 м над уровнем моря. Местный базис эрозии в виде рек или озер имел не меньшую высоту. Это было причиной врезания речных долин довольно глубоко и создавало на их склонах обнажения горных пород. Направляясь на геологическую экскурсию и предварительно изучая карту местности, можно наперед вычислить примерную высоту обнажений.

Изучение палеозойских пород чехла платформы требует менее значительных расчисток, чем работы на мезозойских и кайнозойских отложениях. Это результат действия силы земного тяготения — гравитации. Пески, глины кембрийского и ордовикского возраста, отложившиеся 400 млн. лет назад, как правило, со временем уплотнились сильнее, чем менее древние. Поэтому-то мезозойские и кайнозойские осадки легко оплывают, и обнажения покрываются осыпями, которые приходится расчищать нередко глубокими канавами. Конечно, имеет значение и порядок залегания пластов. Самый устойчивый порядок присущ чередованию крепких пород со слабыми. Хорошо держится обнажение, если в верхней части лежат крепкие породы, под ними мягкие. В таком случае покрывающие породы служат как бы панцирем, щитом, который предохраняет от размыва. О наличии обнажений в основании склонов, бортов речных долин и оврагов скажет карта, если она более или менее подробная и рельеф на ней показан горизонталями или штрихами. Редко расставленные горизонталы (изогипсы) или последовательная смена штрихов от высотных к низким читаются как изображение пологих склонов. Сжатость горизонталей — показатель крутых склонов, и чем больше их уплотненность, тем больше крутизна, тем вероятнее в этом месте можно встретить выходы коренных пород.

ЛЕСА И ТРАВЫ — ПОМОЩНИКИ ГЕОЛОГА

Люди, веками обитавшие среди лесов и полей, осваивая их, давно подметили прочную связь растительности с песками, глинами, известняками и многими другими

горными породами. На тех или иных из них произрастают и пышно расцветают определенные леса и травы, так что по типу лесов и травостоя можно хорошо узнавать горные породы, к которым спускаются их корни, на которых развиты почвы.

Лесоводы, геоботаники и геологи также знают и учитывают связь лесной, кустарниковой и травяной растительности с горными породами, на которых они произрастают. Она подтверждена многолетними наблюдениями в разных местах нашей Родины.

Было установлено, что на Северном Урале на кристаллических сланцах растут дремучие елово-пихтовые леса; на породах, богатых минералом оливином, — светлые и чистые, как парки, сосновые боры с хорошо развитым травяным покровом. Приуроченность названной растительности к этим породам давно подмечена народом, наименовавшим оливиновые породы «боровиками». Сосново-лиственные насаждения и сосново-кедровые леса обычно разрастаются на породах, содержащих магний и железо. На некоторых их разновидностях произрастают светлые, как парки, боры, на кристаллических же сланцах — дремучее разнолесье. Тесная связь горных пород с растительностью, которая на них процветает, подмечена на Приволжской возвышенности в Засурских, Нелитовских и Коржевских лесах Ульяновской области (табл. 8.).

На Жигулевских горах на пермских рыхлых известняках и мергелях преобладают дуб, клен, вяз; на массивных известняках карбона — сосновые сухие боры с участком сухолюбивой степной растительности.

Табл. 8 дает также представление о тесной взаимозависимости между горными породами и растительностью массива Общий Сырт, являющегося водоразделом между бассейнами рек Волги и Урала.

Благоприятствует росту лесов присутствие в породах железной охристой руды.

В районе Мурманской железной дороги в качестве поискового признака для некоторых песчано-гравелисто-галечниковых пород (материал для балласта) могут служить боры верещатника. Смена сосняка с вереском и кладониями елью, липой, ольхой с густотравьем — показатель границы камовых песков с валунными моренными суглинками.

Связь между горными породами и растительностью

Горные породы	Растительность
Засурские леса	
Нижнемеловые и юрские глины и мергели с горизонтами бурого железняка, сферосидеритами и прослоями мергеля	Дуб, вяз, липа
Такие же породы под покровом незначительной толщи песка	Лиственный лес с примесью ели
Толща неогеновых песков	Сосновые чистые, сухие боры
Нижнемеловые глины и мергели на Сойтинском водоразделе	Лиственный лес, отчасти с елью, весьма пестрый по составу
Мел и мелоподобные мергели	Лиственный лес с господством дуба

Нелитовские и Коржевские леса

Палеогеновые кремнистые глины (опоки)	Липа, дуб, клен; на более влажных местах осина; лес невысокого качества
Мел и мергели верхнемеловые	Дуб, клен, липа, вяз при господстве дуба. Лес высокий и стройный
Глины темные нижнемеловые	Березняки или лиственные леса с господством березы
Аллювиальные пески	Сырые боры с примесью березы («субори»)
Иловато-глинистый аллювий речных террас	Дуб, осина, ольха

Общий Сырт

Твердые известняки	а) На отвесных склонах тоненькие уродливые сосны и березы с корявой кроной. б) На известняковых сыртах заросли чилиги
Темно-коричневые железистые глины	Липовые леса с кленом, ильмом и дубом
Красноватые известковистые глины	Сосновые леса с примесью березы

Горные породы	Растительность
Глинистые сланцы	Заросли уродливых недоразвитых сосен, дубов, осин, лип, имеющих форму кустарников высотой не больше 70—80 см. Характерна сильная сучковатость и пригнутость крон. У древесных пород нет стержневых корней и корневая система мочковатого строения
Песчаники (возможно, конгломераты)	а) На сухих каменистых возвышенностях разреженные листовенные насаждения б) На заболоченных водоразделах — листовенный лес с сосной и березой в) На мягких задернованных склонах — листовенный лес с сосной, очень корявым дубом и липой
Красные глины среди песчаников	Чистый, стройный, очень высокий и густой березовый лес
Мягкие известняки	Низкорослый корявый дубняк с подлесьем из чилиги
Кварциты и яшмы (кремнистые породы)	Весьма пестрого состава лесные группировки на песках, скопившихся в трещинах пород

На пространстве от Ленинграда до берегов Онежского озера, всюду, где породы содержат известь, растет один из родов орхидей (венерин башмачок). На побережье Онежского озера орхидея приурочена к близко от поверхности залегающим доломитам и доломитизированным известнякам. Но при увеличении песчаного покрова орхидея встречается редко. То же наблюдается к югу от Ленинграда на Ижорском плато. Орхидея ярко окрашена, обладает своеобразным обликом и легко распознается.

Приведенный материал из разных местностей показывает, что знающий растительность своего края сможет подметить связь разновидностей лесов, кустарников и трав с горными породами и составить схематическую карту, на которой разными цветными карандашами закрасит поля распространения лежащих близко

к поверхности горных пород (пески, песчаники, известняки и др.), а по краске тушью или чернилами разбрасывает схематические изображения березы, сосны, ели, дуба и др. Получится интересная и практически нужная карта. Создавший же ее после основательной и длительной работы испытывает истинное наслаждение полезностью выполненной работы. Перед ним откроются некоторые тайны и особенности природы края, не только поучительные сами по себе, но чаще всего и важные для народного хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Занятие геологией в высшей степени увлекательно и полезно. Наблюдая и изучая вулканические извержения, землетрясения, неутомимую вечную работу воды, ветра, больших и микроскопических организмов, геолог ощущает колоссальность энергии, которая проявляется вокруг нас, то создавая, то разрушая.

Слои горных пород с остатками животных и растений говорят о миллиардах лет, о грандиозности времени, которым распоряжается природа. Астрономы открыли необъятность, безмерность мирового пространства, геологи — неисчислимость времени. Геологические явления возбуждают высокие мысли, поднимают вопросы об окружающем мире, тревожат неукротимым желанием проникнуть в тайны молчаливого камня, понять и прочесть их. Вместе с тем горные породы представляют собой ценный строительный материал, содержат полезнейшие производные биохимических процессов: нефть, горючий газ, уголь, торф, фосфориты, — а также разнообразные соли, руды, алмазы и т. д.

Геология, удовлетворяя духовные запросы человека, в то же время открывает ему дары, созданные протекавшими миллионы лет сложнейшими физико-химическими реакциями в глубоких недрах земной коры и на ее поверхности. Многие полезные ископаемые, будучи добыты, невозстановимы. Следовательно, расходование их должно быть исключительно продуманным и точно рассчитанным. Проблема охраны природы может быть именно в этом примере получает все свое огромное и чрезвычайное значение. Мудрые слова крупнейшего ученого и путешественника А. Гумбольдта: «Леса предшествовали человеку, пустыни следовали за ним» — звучат грозно и предостерегающе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Определители и пособия

Атлас нижнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. Под ред. В. В. Друщица. М., Гостоптехиздат, 1960. 701 с.

Бодылевский В. И. Малый атлас руководящих ископаемых. Л., Гостоптехиздат, 1962. 256 с.

Герасимов П. А. Руководящие ископаемые мезозоя центральных областей Европейской части СССР. М., Госгеолтехиздат, 1955. Ч. I. Пластинчатожаберные, брюхоногие, ладьеногие моллюски и плеченогие юрских отложений. 378 с. Ч. II. Иголкожиие, ракообразные, черви, мшанки и кораллы юрских отложений. 87 с.

Гладченко А. Я. Брахиоподы и стратиграфия нижнего карбона Присонкульского района Киргизии. Фрунзе, Изд-во АН Киргиз. ССР, 1960. 212 с.

Давиташвили Л. Ш. Курс палеонтологии. М.—Л., Госгеол-издат, 1949. 836 с.

Друщиц В. В., Обручева О. Н. Палеонология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1962. 379 с.

Друщиц В. В., Якубовская Т. А. Палеоботанический атлас. М., Изд-во Моск. ун-та, 1961. 179 с.

Камышева-Елпатьевская В. Г., Иванова А. Н. Атлас руководящих форм ископаемых фаун Саратовского Поволжья. Саратов, Изд-во Саратовск. ун-та, 1947. 138 с.

Камышева-Елпатьевская В. Г., Николаева В. П., Троицкая Е. А. Определитель юрских аммонитов Саратовского Поволжья. М., Госгеолтехиздат, 1956. 62 с.

Кипарисова Л. Д. Полевой атлас характерных комплексов фауны и флоры триасовых отложений Приморского края. М., Госгеолтехиздат, 1954. 125 с.

Коробков И. А. Справочник и методическое руководство по третичным моллюскам. Пластинчатожаберные. Л., Гостоптехиздат, 1954. 444 с.

Коробков И. А. Описание ископаемых организмов. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1954. 46 с.

Коробков И. А. Справочник и методическое руководство по третичным моллюскам. Брюхоногие. Л., Гостоптехиздат, 1955. 795 с.

Кошелкина З. В. Полевой атлас руководящих фаун юрских отложений Вилульской синеклизы и Приверхоанского краевого прогиба. Магадан, 1962. 134 с.

Криштофович А. Н. Как собирать ископаемые растения. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953. 32 с.

Криштофович А. Н. Палеоботаника. Л., Гостоптехиздат, 1957. 650 с.

Крымголец Г. Я. Методика сбора и обработки палеонтологического стратиграфического материала. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1954. 44 с.

Крымголец Г. Я. Методика определения мезозойских головоногих. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1960. 90 с.

Кузнецов С. С., Моисеенко В. С. Геохронологическая таблица и малый атлас руководящих форм. М.—Л., Гостоптехиздат, 1949. 80 с.

Лодочников В. Н. Краткая петрология без микроскопа. М., Госгеолтехиздат, 1934. 152 с.

Мерклин Р. Л., Невеская Л. А. Определитель двустворчатых моллюсков миоцена Туркмении и Западного Казахстана. — Труды Палеонтол. ин-та АН СССР, 1955, т. 59. 116 с.

Мерклин Р. Л., Петров О. М., Амитров О. В. Атлас-определитель моллюсков четвертичных отложений Чукотского полуострова. М., Изд-во АН СССР, 1962. 56 с.

Немков Г. И., Бархатова Н. Н. Нуммулиты, ассилины и оперкулины Крыма. — Труды геол. музея им. А. П. Карпинского АН СССР, 1961, вып. V. 125 с.

Никифорова О. И. Пслеовой атлас руководящих брахиопод верхнего силура Киргизской ССР. Фрунзе, Изд-во Киргиз. фил. АН СССР, 1949. 20 с.

Обут А. М. Полевой атлас руководящих граптолитов верхнего силура Киргизской ССР. Фрунзе, Изд-во Киргиз. фил. АН СССР, 1949. 44 с.

Полевой атлас ордовикской и силурийской фаун Сибирской платформы. Под ред. О. Н. Никифоровой. М., Госгеолтехиздат, 1955. 144 с.

Полевой атлас характерных комплексов фауны и флоры девонских отложений Минусинской котловины. Под ред. М. А. Ржонсницкой и В. С. Мелешенко. М., Госгеолтехиздат, 1955. 140 с.

Сарычева Т. Г., Сокольская А. Н. Определитель палеозойских брахиопод Подмосковной котловины. — Труды Палеонтол. ин-та АН СССР, 1952, т. 38. 307 с.

Сошкина Е. Д. Определитель девонских четырехлучевых кораллов. — Труды Палеонтол. ин-та АН СССР, 1952, т. 39. 128 с.

Султанов К. М. Краткий палеонтологический словарь. Баку, Изд-во АН Азерб. ССР, 1961. 210 с.

Путеводители геологических экскурсий по различным местам СССР

Васильев С. П., Апраксин Н. П. Как организовать школьный геологический поход. М., Госгеолтехиздат, 1962. 93 с.

Геккер Р. Ф. Путеводитель по палеонтологическим памятникам района Каратауского участка Аксу-Джебаглинского государственного заповедника. Алма-Ата, Изд-во АН СССР, 1948. 24 с.

Ислюль Н. В., Кузнецов С. С. Геологический очерк долины р. Лавы (Ленинградская область). — Труды Геол. музея им. А. П. Карпинского АН СССР, 1962, вып. XI. 54 с.

Кузнецов С. С. Поиски полезных ископаемых. Леноблиздат, 1935. 112 с.

Кузнецов С. С. Геологическое прошлое Ленинграда и его окрестностей. Лен. отд. Всесоюз. о-ва распростр. полит. и науч. знаний, 1955. 36 с.

Кузнецов С. С., Селиванов Г. Д. Геологическая экскурсия по долине р. Саблинки Ленинградской области. Л., 1940. 64 с.

Мазур Т. А. Геологические экскурсии по окрестностям г. Молотова. Молотов, Кн. изд-во, 1955. 76 с.

Павлов А. П. Геологический очерк окрестностей Москвы. М., изд. Моск. о-ва испытателей природы, 1946. 86 с.

Семихатов Б. Н. Геологические экскурсии в окрестностях Москвы. М., Учпедгиз, 1955. 89 с.

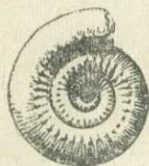
Предисловие — 3

Раздел I



- КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ — ОСНОВА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
 Равнины. Платформы — 7
 Подвижность земной коры — 10
 Строение недр Земли — 12
 Ступенчатость рельефа водоразделов — 17
 Изменение рельефа в районе Чудского озера — 21
 Перемещение русла Волги — 23

Раздел II



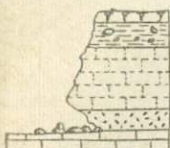
- НЕОБХОДИМЫЕ ЗНАНИЯ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСКУРСИЙ НА РАВНИНАХ
 Горные породы — 29
 Обломочные породы (30). Породы органического и химического происхождения (34). Краткие сведения о минералах осадочных пород (36). Цвет пород (38). Образования на поверхности пластов (40). Залегание осадочных пород (43). Скорость осаджения (47).
 Геохронология, или летопись земной коры — 49
 Перерывы осадконакопления (53).
 Знакомство с палеонтологией — 60
 Ископаемые остатки — 60
 Где искать? — 66
 Как собирать и сохранять? — 68
 Руководящие ископаемые — 71
 Опознавание ископаемых (72).
 Краткая характеристика беспозвоночных — 73
 Плеченогие (брахиоподы) — 74
 Класс беззамковые (76). Класс замковые (76).

Моллюски — 77

Класс двустворчатые (пелециподы) (78). Класс брюхоногие (82). Класс головоногие (84).

Членистоногие — 91

Класс трилобиты (91).



Раздел III

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ ПО ВОДОРАЗДЕЛАМ, РЕЧНЫМ ДОЛИНАМ, ОВРАГАМ, БЕРЕГАМ ОЗЕР И МОРЕЙ

Подготовка к экскурсии — 95

Снаряжение — 97

Ориентировка на местности — 98

Глазомерное определение расстояний (99). Работа с картой (104). Работа с эклиметром (105).

Экскурсии по водоразделам (геоморфологические наблюдения) — 109

Ход по намеченному азимуту (109). Формы и развитие рельефа (113).

Экскурсии по речным долинам, оврагам, берегам озер и морей — 117

Речные долины (118). Обнажения горных пород (126). Снаряжение (127).

Экскурсии на реки Лаву и Саблинку — 128

Обобщение изучения долин рек Лавы и Саблинки — 145

Экскурсии в областях распространения «немых» пород — 151

Экскурсия для изучения юрских отложений — 156

Экскурсия в район распространения отложений четвертичной системы — 159

Обобщение предыдущих экскурсий — 164

Леса и травы — помощники геолога — 165

Заключение — 170

Список литературы — 171

ИБ № 162

Сергей Сергеевич Кузнецов

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ

Научный редактор: Г. Я. Крымгольц
Редактор издательства Л. А. Рейхерт
Обложка художника Ю. Г. Колотвина
Техн. редактор А. Б. Яшуржинская
Корректоры: Н. Д. Баримова, М. И. Витис

Сдано в набор 14.12.77. Подп. в печать 24.03.78. М-25794.
Формат 84×108 ¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 5¹/₂. Усл. л. 9,24.
Уч.-изд. л. 8,79. Тираж 107 000 экз. Заказ 571.
Цена 25 коп.

*Издательство «Недра», Ленинградское отделение.
193171, Ленинград, С-171, ул. Фарфоровская, 12.*

Отпечатано во Владимирской типографии Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7, с матриц Ленинградской типографии № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 193144, Ленинград, С-144, ул. Моисеенко, 10.

25 коп.

2539