

НОВОЕ
В ЖИЗНИ, НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

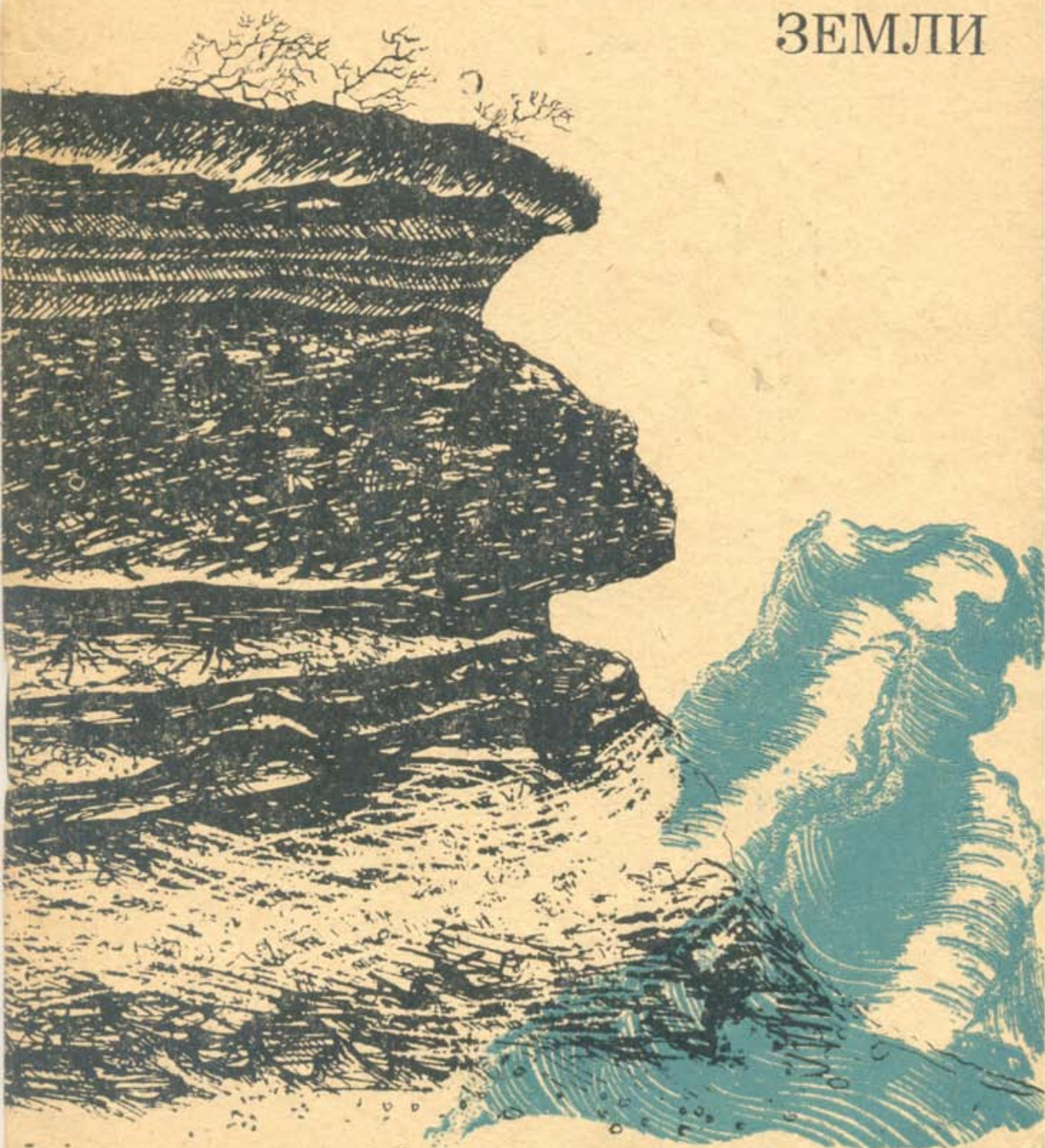
ЗНАНИЕ

9/1973

СЕРИЯ
НАУКА О ЗЕМЛЕ

Л. Н. Ботвинкина

ДРЕВНИЙ
ЛАНДШАФТ
ЗЕМЛИ



Л. Н. Ботвинкина,

доктор геолого-минералогических наук

ДРЕВНИЙ
ЛАНДШАФТ
ЗЕМЛИ

(О НАУКЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ)

*Дорогой
Модиме
Сорайкину
Геологический
с мобильно
и установка
вн абура*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва 1973

902.9
Б 86

Ботвинкина Любовь Николаевна

Б 86 Древний ландшафт Земли. М., «Знание», 1973.

64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Наука о Земле», 9).

Автор — доктор геолого-минералогических наук — в доступной и увлекательной форме раскрывает основы сравнительно новой отрасли геологии — палеогеографии. В работе описаны методы восстановления древних ландшафтов и их изменений на площади и во времени. Показано, как геолог от изучения одного разреза переходит к сопоставлению нескольких, а затем к составлению палеогеографических карт.

Рассмотрена связь с разными палеоландшафтами многих полезных ископаемых (уголь, руды, соли и др.). Указано значение палеогеографических работ для изучения общих закономерностей развития осадконакопления, а также место новой науки — палеогеографии среди других наук.

2—8

902.9

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Ландшафты, осадки, горные породы	4
Признаки горных пород и их значение для палеогеографии	8
Восстановление палеогеографических условий формирования отложений	26
Полезные ископаемые и ландшафты	51
Заключение	61
Литература	63
Словарь геологических терминов	64

БОТВИНКИНА Любовь Николаевна

ДРЕВНИЙ ЛАНДШАФТ ЗЕМЛИ

Редактор *Н. Косаковская*. Художник *М. Дорохов*. Худож. редактор *Т. Добровольнова*. Техн. редактор *А. Красавина*. Корректор *Н. Пехтерева*

А 11716. Индекс заказа 36009. Сдано в набор 14/VI 1973 г. Подписано к печати 13/VIII 1973 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1. Печ. л. 2. Усл.-печ. л. 3,36. Уч.-изд. л. 3,46. Тираж 44 220 экз. Издательство «Знание», 101835, Москва, Центр, проезд Серова, д. 3/4. Заказ 1142. Типография Всесоюзного общества «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Цена 10 коп.

© Издательство «Знание», 1973 г.

Двадцатый век — время бурного научно-технического прогресса, век развития старых и появления новых наук, часто возникающих «на границе» различных дисциплин. Геология, которая является одной из наиболее «старых» наук, в настоящее время также чрезвычайно расширилась и разделилась на ряд отраслей, по существу, являющихся почти самостоятельными науками, хотя и тесно связанными между собой. Каждая из них решает свои задачи, а следовательно, как изучаемые объекты, так и методы исследования в разных областях геологии различны.

В наши дни уже недостаточно только обнаружить какое-либо полезное ископаемое, да и полезные ископаемые сейчас ищут уже не столько на поверхности земли, сколько скрытые глубоко в ее недрах, причем геологи оснащены новейшими приборами. Поэтому хотя конечная практическая цель геологических работ это выявление полезных ископаемых, но пути к этому различны и далеко не все связаны непосредственно с поисками. Для того чтобы выявить залежи полезного ископаемого, его качество, запасы и т. д., надо знать условия его формирования, закономерности его появления и распределения в земной коре. Определению всех этих закономерностей помогают разнообразные исследования, играющие как бы подсобную роль в достижении конечной цели.

К числу таких наук, играющих вспомогательную роль при поисках и разведке полезных ископаемых, относится и палеогеография, путем детального изучения горных пород восстанавливающая древние ландшафты Земли, существовавшие на той или иной территории в различные геологические периоды. Можем ли мы установить, какие ландшафты существовали в разных местах на Земле в различные геологические эпохи? Как их определить и зачем это нужно? Вот те вопросы, на которые мы постараемся дать ответ в этой брошюре.

ЛАНДШАФТЫ, ОСАДКИ, ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Наши предположения о ландшафтах прошлого основываются на знании современных ландшафтов, которые изучает особая отрасль географии — ландшафтоведение. В определение современного ландшафта входит прежде всего рельеф местности, который мы видим непосредственно. Мы говорим: горный ландшафт, равнинный ландшафт и т. д. Но этого мало. Современный ландшафт характеризуется еще типом растительности (лесной, степной) и почвы, а также климатическими условиями той зоны, к которой он относится. Все это в совокупности рассматривается существующим в течение какого-то определенного, сравнительно небольшого периода времени (а с точки зрения геологической — ничтожно малого): от десятилетий до тысяч лет.

Однако известно, что лик Земли постоянно меняется: там, где сейчас суша, ранее неоднократно было море; на территории современных полупустынь когда-то шумели леса и простирались огромные торфяные болота, и т. д.¹ Как же эти древние ландшафты восстанавливаются (реконструируются)? Палеогеография располагает рядом методов, позволяющих устанавливать те или иные черты древних ландшафтов, но во всех случаях основным исходным материалом для этого являются горные породы с их разнообразными признаками.

Говоря о признаках пород, следует иметь в виду, что все осадочные горные породы первоначально представляли собой рыхлый осадок (песок глинистый, ил известковый и др.), формирующийся в тех или иных физико-географических условиях. При этом последние сказывались на особенностях осадка, которые мы называем первичными генетическими признаками. Главные из них — состав, характер слагающих осадок частиц (структура), взаимное их расположение (текстура), форма тел, образуемых различными осадками, характер их залегания и соотношение их друг с другом в про-

¹ Причин этого мы пока не касаемся.

странстве. Ниже мы разберем все эти признаки более подробно.

Осадки, формировавшиеся в различные геологические эпохи, перекрывались другими, более молодыми, уплотнялись и в результате различных процессов, происходящих длительное время, как бы «окаменевали», или, как говорят геологи, — литифицировались (от слова литос — камень). Таким образом, осадок превращался в горную породу. Но упомянутые признаки осадка остаются и в горной породе, указывая на первоначальные обстановки ее накопления. Вот почему мы можем говорить, что обстановки образования, ландшафты, как бы навсегда отражены в горных породах.

Понятно, что это преимущественно те ландшафты, в которых происходит накопление осадков. О ландшафтах, в которых происходит разрушение суши, мы обычно можем судить лишь по ряду косвенных признаков и в том числе по отсутствию отложений определенного возраста в каком-либо пункте.

Первое и самое общее подразделение при палеогеографических работах — это определение территорий, занимаемых сушей и морями, а также относительного положения береговой линии.

Если в породах имеются сохранившиеся остатки морских организмов, то территория, занимаемая морем во время их формирования, выявляется относительно просто. На наземное происхождение в ряде случаев указывают заключенные в породе остатки наземных растений (обычно обугленные или окаменевшие).

Таким образом, остатки живых организмов, захороненные в горных породах, являются первым показателем того, каков был облик какого-либо участка земной поверхности в определенную геологическую эпоху: была ли данная территория сушей или морем.

Но органические остатки встречаются далеко не всегда и не во всех породах. Как же быть в этом случае? Как же решить вопрос — где формировались породы, в которых фауны не обнаружено, — на суше или в море? Однако если даже мы можем ответить на этот общий вопрос, то это еще далеко не все. В настоящее время геологические исследования находятся на таком уровне, что деление древних ландшафтов только на сушу и на море оказывается уже недостаточным. Более дроб-

ное их подразделение интересует нас не только с теоретической точки зрения, но и в практических целях, для прогнозирования поисков разнообразных полезных ископаемых, формирование которых связано с различными конкретными ландшафтными обстановками.

Кроме суши и моря, существуют переходные ландшафты: прибрежно-морской и островной, в которых есть элементы наземных и морских обстановок. Далее, каждая из крупных ландшафтных областей состоит из более мелких, а те, в свою очередь, могут подразделяться на еще более мелкие элементы ландшафта в зависимости от степени детальности исследований. Чем мельче единица ландшафта, тем больше мелких деталей необходимо отметить для ее выделения.

На суше, таким образом, намечаются области, которые разрушались и поставляли обломочный материал (области сноса), и области накопления последнего (предгорья, равнины, водоемы). Особо выделяются территории, где накопление осадков определялось климатическими условиями: пустыни, области распространения древних ледников, засушливые области с наличием соленых озер и т. д.

При дальнейшей детализации могут быть выделены более дробные элементы, например, в равнинной области — речные долины, озера, водоразделы. Каждый из них, в свою очередь, также неоднороден. Так, в речной долине существуют русло реки, ее пойма, старицы, пойменные озера и т. д.

В обстановке прибрежно-морского ландшафта осадки накапливаются в дельтах, на пляжах, в лагунах и заливах.

Определение современных морских подводных ландшафтов, существующих на огромных пространствах, занятых морями и океанами, разработана еще недостаточно, что, естественно, затрудняет выделение морских палеоландшафтов. Поэтому физико-географические морские обстановки обычно характеризуются двумя показателями: относительной глубиной моря в данном пункте и его удаленностью от береговой линии суши, а также динамическими условиями среды осаждения (наличием волнений, течений и др.).

На территории, занятой морем, есть прибрежное мелководье и открытое, более глубокое море: различа-

ются обстановки, в условиях которых осаждаются пески и глины, поступающие в море в результате разрушения суши, и области, где накапливаются осадки морских организмов (известковых и кремневых), в частности районы развития рифов. При более детальных работах выделяют области, где осадок формировался под влиянием волновых движений воды или же в результате действия течений, передвигавших донный осадок, и области, где осадконакопление происходило в спокойной воде, а различные частицы осадка оседали на дно из морской воды только под влиянием силы тяжести.

Наконец, известно, что в различные геологические эпохи происходили вулканические извержения, существовали древние вулканические области. Это установлено по наличию среди осадочных горных пород прослоев лав и вулканических туфов — продуктов вулканических извержений прошлого. При палеогеографических работах для таких областей бывает необходимо определить местонахождение и характер древних вулканических очагов, поставлявших вулканический материал.

В любой из рассматриваемых палеогеографических обстановок создавались условия, которые определяли особенности каждого из признаков формирующихся там осадков.

Поэтому геологам приходится обращаться к разнообразным первичным признакам горных пород и по комплексу этих признаков как бы восстанавливать (реконструировать) черты палеоландшафта (того или иного масштаба), в котором они сформировались.

ПРИЗНАКИ ГОРНЫХ ПОРОД И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Каждый из перечисленных выше признаков горных пород дает основание для самых разнообразных выводов об обстановке формирования осадка. Разберем, на что указывает каждый признак в отдельности.

Минеральный состав обломочных пород (песчаников, галечников и др.) прежде всего указывает на состав пород в той области, которая, разрушаясь и подвергаясь размыву, поставляла материал для данного осадка.

Однообразие минерального состава обломочных пород (наряду с хорошей сортировкой и окатанностью зерен) говорит о дальности переноса осадка и длительности его передвижения, в течение которого зерна менее устойчивых минералов успели разрушиться, а оставшиеся отсортировались по размеру и весу. Наоборот, разнозернистость осадка, его различный состав указывают либо на быстроту захоронения и близость к области сноса, либо на то, что в данный осадок материал поступал из разных мест (от разных источников сноса).

Для пород, образовавшихся из остатков организмов или же в результате выпадения осадка из раствора (хемогенных) — известняков, кремнистых пород, солей и др., их состав указывает на геохимическую обстановку в водоемах, где шло накопление осадков: степень солености вод, газовый режим, состав растворенных в воде солей, а иногда и на глубину осаждения.

Химический состав некоторых пород или наличие в них определенных минералов прямо указывает на обстановку формирования осадка. Так, например, известно, что залежи солей образуются в озерах или отгороженных от моря заливах и лагунах при засушливом жарком климате, в котором происходит «выпаривание» воды; из остающегося раствора с высокой концентрацией солей последние выпадают в осадок, причем в определенном порядке по своему химическому составу.

Если прослой соли разделяются прослоями глинисто-песчаного осадка, это свидетельствует о появлении более влажных периодов и притоке пресных вод. Примером такого ландшафта в настоящее время могут служить соленые озера Крыма или залив Кара-Бугаз-гол Каспийского моря. Обнаруженные в ископаемом виде прослой солей указывают на наличие водоемов при жарком засушливом климате. Включения минерала гипса являются признаком засоленности осадков того водоема, в котором он оседал.

На климат часто указывают также изменения минерального состава осадков и появление новых минералов, которые образуются за счет перераспределения вещества в осадке в тех или иных климатических условиях. В ряде случаев с климатом бывает связана окраска пород. Так, например, красноцветные отложения часто образуются на суше с теплым засушливым климатом.

Примесь к обычным пескам или глинам вулканического пепла является указанием на активную вулканическую деятельность, происходившую одновременно с образованием этих осадков, либо где-то в данном районе, либо в области с ним граничащей (так как легкий вулканический пепел может переноситься ветром по воздуху на большие расстояния).

Структура породы — это размер, форма и характер поверхности частиц, слагающих породу, а также их сортировка. Известно, что обычно чем крупнее частицы, тем ближе их осадение к области разрушения. Так, всем известно, что горные реки несут крупную гальку, валуны и даже в ряде случаев угловатые глыбы с почти несглаженной поверхностью. На дне равнинных рек обычно мы видим песок (а в ряде случаев даже глинистый ил). Но песчинки здесь обычно разной формы, а часто и разного размера. Если захватить горсть речного песка, то там будут и мелкие и крупные зерна; если посмотреть речной песок в лупу или под микроскопом, то можно увидеть зерна, явно разные и по своему составу — они представляют собой мелкие обломки минералов и горных пород. Если же мы рассмотрим песок на песчаном пляже или со дна моря в его прибрежной части, примыкающей к пологому берегу, то увидим, что песчинки будут обычно мелкие, значительно

более равномерные по размеру и округлых окатанных очертаний; то же мы видим и в горных породах (рис. 1). Это происходит потому, что в прибрежной зоне моря песчинки многократно перемещаются — перекатываются по дну, причем их углы стираются, а сами зерна приобретают округлую форму. Все более крупные частицы успели уже осесть раньше или раздробиться, а более мелкие, глинистые уносятся дальше. Таким обра-

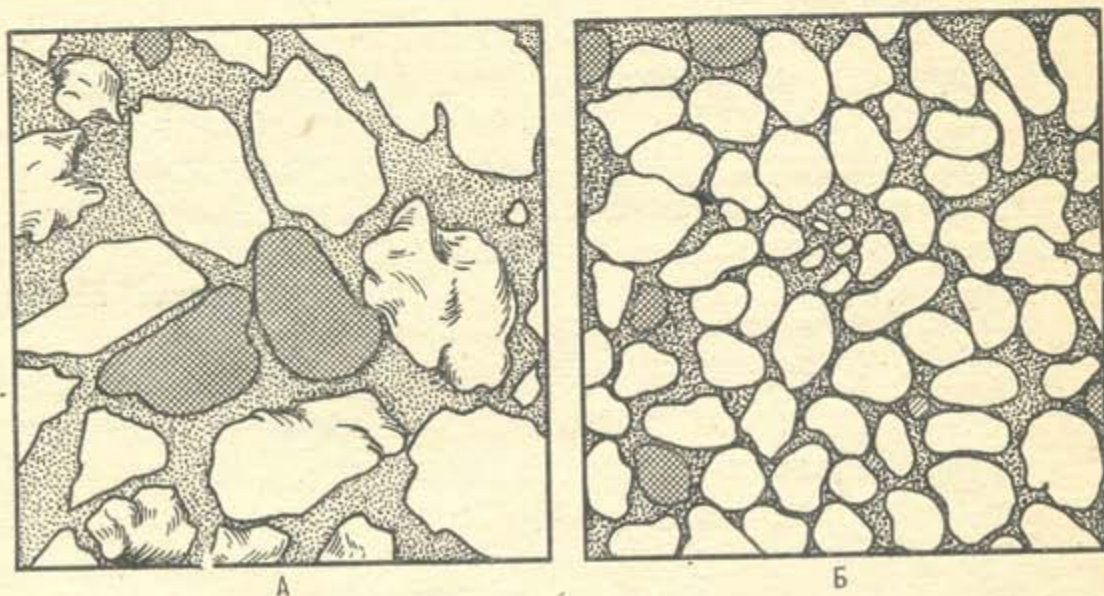


Рис. 1. Песчаники речной (А) и морской (Б) под микроскопом (шлиф). Увеличено в 46 раз.

зом, здесь осадки как бы естественно отсортировываются. Зерна минералов, имеющих больший удельный вес, концентрируются здесь в определенных участках. Так возникают прибрежные россыпи полезных ископаемых, содержащих железо, титан и др.

Ледники, спускающиеся сейчас с гор (а в прошлом, во время ледниковых периодов, занимавшие обширные пространства и на равнинах), несут, особенно в своей донной части, много осадочного материала, представляющего собой глинистую массу с включенными в нее обломками, валунами и гальками разного размера и состава (так называемая морена). Когда ледник стает, то на его месте остается морена. Для последней, кроме плотности глинистой массы и разнообразного состава

включенных обломков, характерны еще форма и поверхность последних: обломки имеют оглаженную поверхность, покрытую царапинами — шрамами, чаще ориентированными параллельно движению принесшего их ледника. Многие обломки угловатые лишь с одной стороны и имеют как бы форму «утюга». Обнаружив такую толщу среди горных пород (древнюю морену), геолог делает вывод о том, что здесь ранее существовали ледники; если же другие признаки указывают не на горный, а на равнинный ландшафт, то сам собой напрашивается вывод о том, что в эпоху, к которой относится образование данной толщи, климат на равнине был холодным. Направление царапин на валунах указывает на направление движения бывшего ледника.

Текстуры горных пород, т. е. характер взаимного расположения слагающих их частиц относительно друг друга, имеют очень большое значение для определения условий формирования и, в частности, для выявления динамического состояния той среды, в которой происходило осаждение. Текстура бывает слоистая или неслоистая (линзовидная, пятнистая, однородная и др.). Особенно большое значение для выяснения происхождения горных пород имеет слоистая текстура, или просто слоистость.

Каждый, кто видел обрывы в долинах рек и на берегах морей, вероятно, обратил внимание на то, что почти все осадочные породы — песчаники, глины, известняки и др. не представляют собой однородную сплошную массу, а слоисты. Они разделяются на слои, отличающиеся один от другого по составу. Но, более того, внутри каждого, казалось бы, однородного по составу слоя мы видим свою особую «внутреннюю» слоистость — иногда косую, иногда волнистую, иногда параллельную нижней границе пласта (т. е. первоначально бывшую горизонтальной). Эта слоистость образуется в осадке в результате того, что частицы его (прежде чем он перешел в ископаемое состояние) передвигались. Если это был песок пустыни, то он передвигался ветром в виде дюн и барханов. В реке осадок движется с верховьев к низовьям реки ее течением. В море существуют волнения и течения разного направления, интенсивности и постоянства. Течения создают в осадке косую слоистость. В общем виде она формируется сле-

дующим образом (рис. 2). На дне реки, на взморье и даже на поверхности песка на суше мы всегда видим рябь: валики песка большего или меньшего размера (в зависимости от силы потока). Эти валики не стоят на месте, а передвигаются по направлению течения за счет того, что песчинки со склонов валиков, направленных

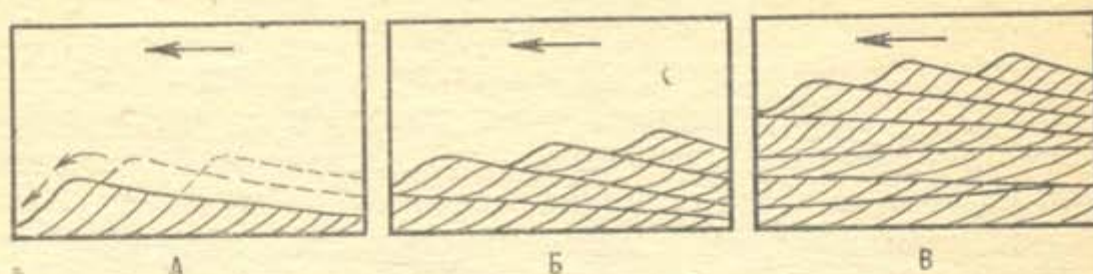


Рис. 2. Образование косой слоистости в песчаном осадке. *А* — передвижение течением одного косослоистого вала; *Б* — наполнение косослоистых валов на оставшиеся части валов, идущих впереди; *В* — конечный результат: несколько серий косых слоев, налегающих одна на другую. Стрелка показывает направление течения.

навстречу течению, подхватываются последним и переносятся на склоны, расположенные вниз по течению. В результате такого процесса верхние склоны валиков непрерывно срезаются, а нижние все время нарастают, покрываясь новыми порциями песка, глины, обрывками растений и другими частицами осадка. Так образуется один за другим ряд косо наклоненных тонких слоев, нарастающих параллельно склону валика (см. рис. 2, *А*). Таким образом получается, что каждый валик как бы передвигается вниз по течению, оставляя за собой «след» — песчаную полосу с косо наклоненными слоями внутри (остаток нижней части склона песчаного валика). На эту полосу наползает следующий валик, затем еще новый и т. д. В результате образуется песчаная косослоистая толща (см. рис. 2, *В*).

При этом различия в особенностях самих течений (воздушных, речных, дельтовых и морских), а также той среды, в которой они действуют, сказываются в том, что косая слоистость осадка в каждой ландшафтной обстановке получает свои специфические особенности в деталях: форме косых слоев, углах их наклона,

направлении и др. Пример этого приведен на рис. 3, где *А* — слоистость, образующаяся в песчаном осадке на дне реки. Углы наклона слоев здесь обычно около $20-30^\circ$; направление наклона косых слоев преимущественно в одну сторону. Это объясняется тем, что течение реки всегда направлено к устью, река никогда не

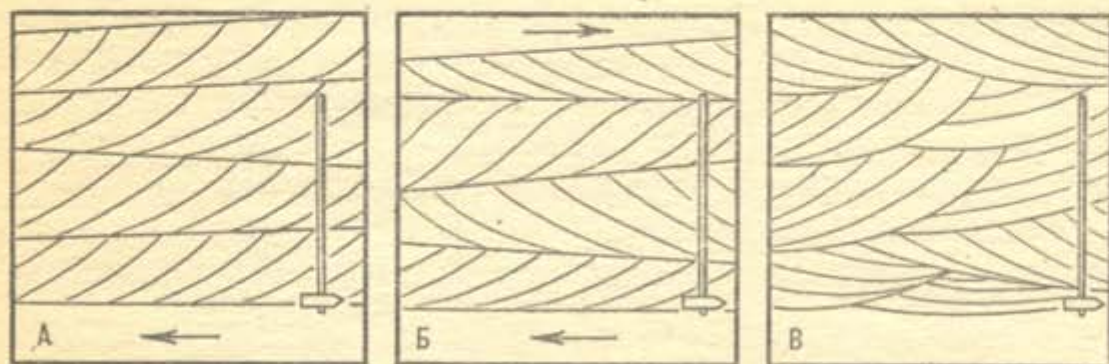


Рис. 3. Типы косой слоистости в песчаниках разного происхождения:
А — речной; *Б* — морской; *В* — дельтовый. Длина молотка около 0,5 м.

течет «вспять», поэтому и валики ряби всегда движутся в общем в одном направлении — от верховьев реки к ее низовьям. Таким образом, по косой слоистости такого типа мы можем определить не только обстановку ее формирования (в речном русле), но и, замерив направление максимального наклона косых слоев, можем определить направление, по которому текла древняя (палео) река.

На рис. 3, *Б* мы видим более пологую косую слоистость с попеременным направлением наклона косых слоев. Она возникает в морских осадках, так как в прибрежной части моря часто существуют течения переменного направления (например, то к берегу, то от берега). Если оба эти направления приблизительно были перпендикулярны береговой линии, то, замерив их, мы выясняем таким образом направление древней береговой линии существовавшего здесь палео — моря.

На рис. 3, *В* показана слоистость в дельтовых песчаниках. Так как в дельтовой области поток веерообраз-

но растекается на ряд струй, то в осадке образуется разнонаправленная слоистость с перекрестными сериями слоев. По замерам последних можно выявить направление «веера» древней дельты. Надо заметить, что рисунок слоистости, которую мы видим на вертикальной плоскости, часто зависит от положения последней по отношению к направлению движения среды, в которой происходит отложение. Наиболее характерным является рисунок слоистости в плоскости, направленной параллельно течению, формировавшему осадок. В этой плоскости обычно слои имеют наибольший угол наклона. Вот почему, измеряя направление их максимального наклона в породах, мы определяем направление течения, сформировавшего исходный осадок.

На рис. 4 показана слоистость в песках современного пляжа, зарисованная в двух взаимно перпендикуляр-



Рис. 4. Слоистость в отложениях пляжа. Видно отличие рисунка слоистости в плоскостях, из которых одна направлена параллельно берегу (BB), а другая к ней перпендикулярна (AB).

ных плоскостях. Плоскость AB поперечна к линии берега. В этом направлении прибойная волна то набегаёт на пляж, то сбегает обратно, оставляя каждый раз на поверхности пляжа тонкий слой песка. Некоторое изменение направления волн ведет к тому, что часть предыдущего осадка смывается, а на поверхности пляжа образуются новые слои песка, но ориентированные уже немного иначе. В результате такого механиз-

ма формирования осадка в разрезе, поперечном к берегу, мы видим серию очень пологих вытянутых линз, состоящих из тонких песчаных слоёв, параллельных основанию линзы. Это резко отличает слоистость в песках пляжа от слоистости, которая образуется в речном или морском песке, показанной на рис. 3, где слоёв направлены косо по отношению к их основанию.

Если мы рассмотрим рисунок слоистости (см. рис. 4) в направлении *БВ*, перпендикулярном к плоскости *АБ* (т. е. вдоль берега), то увидим иную картину: ряд горизонтально расположенных почти параллельных пакетов слоёв. Это объясняется тем, что каждая из пологих линз, видимых в плоскости *АБ*, имеет значительную протяженность вдоль берега и их выклинивание становится заметным только на значительном расстоянии.

Таким образом, любое движение воды сказывается на строении донного осадка и, в частности, на его слоистости. Поэтому, изучая последнюю в породе, геолог может восстановить условия формирования первоначального осадка. При этом происхождение отложений, или, как говорят геологи, их генетический тип, часто характеризуется рисунком слоистости не только в одной, но и в двух плоскостях.

Существует еще много и других признаков различия типов слоистости, по которым геолог может определить не только происхождение осадков, но и ряд других показателей, используемых при восстановлении древних ландшафтов (направление течения, его интенсивность и др.).

В дюнах и барханах на суше под воздействием ветра образуется особого типа косая слоистость, которая вместе с другими признаками позволяет определять не только наземное происхождение данного осадка, но и по замерам направления косых слоёв устанавливать направление ветров, дувших миллионы лет назад над древней сушей. Уже составлен ряд карт, на которых нанесены такие данные для больших территорий (таких, например, как территория Англии). Определению направления ветра иногда помогают замеры ориентировки захороненных в наземных отложениях поваленных бурями стволов деревьев.

Волновые движения создают в накапливающемся на

дне моря осадке волнистую слоистость (рис. 5, А). Известно, что действие волнения не сказывается на осадке на глубинах более 150—200 м. Таким образом, наличие такой слоистости в песчаной породе позволяет сделать вывод о том, что первоначальный песчаный осадок, сформировался на дне относительно неглубокого моря, по-видимому, в его прибрежной части.

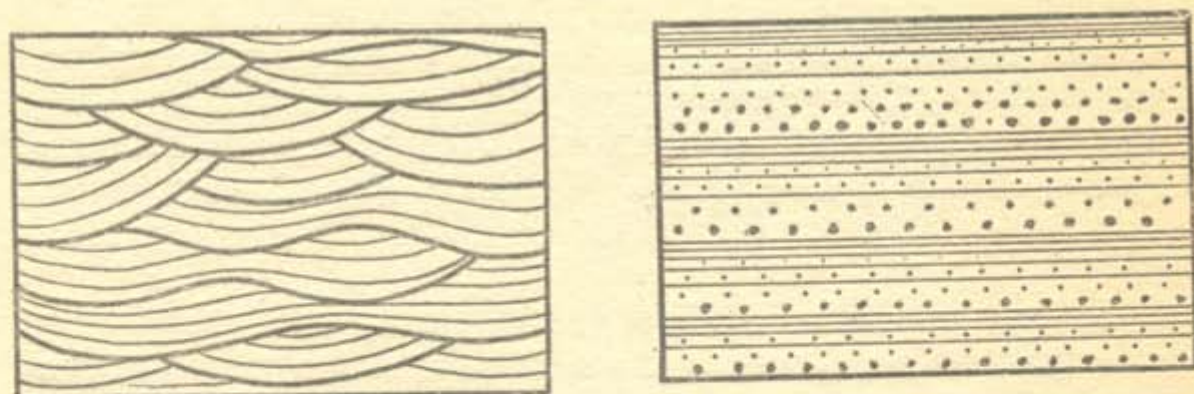


Рис. 5. Типы слоистости разного происхождения:
 А — волнистая мелкая слоистость в песчано-глинистых прибрежно-морских отложениях (зоны волнений); зарисовки в натуральную величину; Б — озерная ленточная слоистость (точки — песок, штрихи — глина).

Существуют также различные признаки и горизонтальной слоистости, указывающие на то или иное происхождение горной породы, в которой эта слоистость видна. Так, например, на дно озер умеренного климата осадки поступают в зависимости от сезона года: летом и особенно весной в половодье, впадающие в них реки приносят песчано-глинистый осадок. Песчинки более крупные и тяжелые оседают прежде всего, потом более мелкие; глинистая муть долго держится в воде, но затем и она медленно оседает на дно, даже тогда, когда озера и реки покрываются льдом и никакого приноса нет. Стает лед — и новая порция разнородного осадка поступает в озеро. В результате на дне озера формируется осадок, состоящий из частого чередования светлых (песчаных) и темных (глинистых) полосок небольшой толщины, обычно от долей миллиметра до нескольких миллиметров, (см. рис. 5, Б). Если в горных породах мы обнаруживаем пласт, сложенный такого рода

чередованием песчаных и глинистых полос (их называют «ленточные глины»), то это говорит нам о том, что первоначальный осадок, из которого они возникли, образовывался на дне озера в течение многих лет. Подсчитав количество пар полосок («лент»), можно определить время, за которое сформировалась вся толща этих пород.

Кроме слоистых, существуют еще и другие текстурные признаки, указывающие на первоначальные условия осадконакопления. Так, например, тонкий слой глинистого осадка, высыхая, растрескивается. Такие «трещины усыхания» мы не раз видели в отложениях высохших луж. А в засушливых областях существуют большие площади, покрываемые водой во время дождей и высыхающие в засуху. Видя аналогичные «трещины усыхания» в горных породах, мы можем предположить, что данный осадок образовался в водных условиях, но затем это глинистое дно обнажилось и глина при высыхании растрескалась. Следовательно, дно водоема стало сушей.

Часто на песчаных пляжах можно наблюдать разветвляющиеся знаки струй воды, сбегавшей с пляжа в море. Такие знаки иногда, если они прикрыты более тонким осадком, могут на нем сохраниться. Обнаружив породу с такими знаками струй, мы смело можем отнести ее к образованиям древнего пляжа. А определить местоположение последнего бывает очень важно с разных точек зрения: во-первых, он показывает нам место, где проходила граница моря и суши на площади, а во-вторых, как мы уже говорили, с пляжами бывают связаны древние россыпи полезных ископаемых.

Иногда на илистом осадке остаются следы капель дождя, занесенные впоследствии песком и таким образом сохранившиеся в породе. Такие следы говорят нам о том, что осадок этот образовался на суше, а не под водой.

На песчано-глинистых осадках суши, на болотистой почве или в очень мелких водоемах сохраняются отпечатки ног млекопитающих, птиц, пресмыкающихся. В донных осадках более глубоких водоемов животные, живущие на дне (черви, моллюски и др.), также часто оставляют следы своего передвижения на поверхности осадка; зарываясь в донный ил, они нарушают его сло-

истость и оставляют в нем свои следы в виде ходов и норок. Эти знаки жизнедеятельности животных сохраняются в горных породах и также используются для расшифровки происхождения последних.

Наконец, в ряде случаев в горных породах мы видим следы оползаний, происходивших еще до того, как осадок превратился в породу. Такие следы оползаний бывают разных размеров — от очень мелких до гигантских, они проявляются в смятиях, в изгибах и в закручивании слоев и их пачек. Причины появления текстур оползания бывают различные; в вулканической области они часто вызываются землетрясениями. В последнем случае следы оползаний в породах помогают восстанавливать сейсмическую обстановку, существовавшую в древние эпохи.

Даже небольшое количество приведенных здесь примеров показывает, какое большое значение имеет изучение слоистости и других текстур горных пород для восстановления первоначальных физико-географических условий их формирования. Это особенно существенно потому, что первичная текстура осадка создается всегда там, где он окончательно оседает и всегда отражает особенности движения и другие характерные черты той среды, в которой осадок сформировался.

Органические остатки в породах. Выше мы упоминали о том значении, которое имеет наличие в горных породах различных остатков животных и растений. Определение их вида и рода помогает установить геологический возраст отложений. Что же касается физико-географических условий, то для их восстановления важное значение имеют еще и следующие признаки: количество остатков, степень их сохранности, форма обломков скелетов, характер их расположения в породе и т. д. Количество их бывает довольно различное.

Так, например, известны отложения, в которых имеются большие скопления скелетов динозавров и других ископаемых наземных животных, остатки которых явно не испытали перемещения и были перекрыты осадками на месте массовой гибели этих животных. Часто такие «кладбища» встречаются в древних наземных дельтах полеорек. Они были обнаружены в породах, вскрытых по берегам р. Северной Двины, в русловых отложениях древних рек в Монголии и в других местах. Но чаще в

горных породах, сформировавшихся на суше, находят лишь единичные скелеты или обломки костей.

В морских отложениях также встречается различное количество остатков животных (большой частью низших). Это могут быть большой толщины пласты известняка, целиком сложенные остатками раковин морских животных, или же единичные, с трудом находимые остатки какого-либо одного вида в глинистой породе, и т. д. Если это целые, хорошо сохранившиеся скелеты и раковины, то несомненно, что они были погребены осадком на месте гибели животного. Если же это обломки, да еще иногда оглаженные, окатанные — это значит, что они были принесены течением и, может быть, даже издалека.

Большую информацию об обстановке, существовавшей в данном районе, дают определения видового состава осадков морских организмов. Ведь разные виды последних приспособлены к разным условиям обитания: одни живут в мелководье, другие в морских глубинах. Одни развиваются в нормальной морской воде и гибнут, если данный участок моря превращается в лагуну и опресняется. Другие, наоборот, существуют только в пресной или слабосоленой воде и не выносят морские условия. Одни свободно плавают, другие прикрепляются ко дну и образуют там скопления. Условия обитания разных животных изучает наука экология, а анализом условий обитания различных животных в прошлом занимается наука палеоэкология.

Остатки плававших животных падают на дно и покрываются донными осадками. Но и здесь они могут указать на существовавшие ранее условия. Так, часто удлиненные остатки животных (например, узкие длинные раковины) имеют одинаковую ориентировку. Это указывает на то, что в данном месте было донное течение силы, достаточной для того, чтобы удлиненные раковины расположить на морском дне, ориентируя их в одном направлении.

Рассматривая такую породу, как, например, известняк, состоящий из обломков раковин различных морских животных, по их видовому составу, сохранности, расположению и другим признакам, мы можем судить не только о том, что во время их оседания здесь было дно моря, но и о том, какое это было море: мелкое или

глубокое, спокойное или же тут были течения, нормальной солености или нет и т. д.

Наличие в породе остатков раковин и скелетов типичной и разнообразной морской фауны указывает на то, что они оседали на дно в море нормальной солености; напротив, угнетенная редкая фауна или представленная лишь определенными родами и видами, часто ненормальных размеров, свидетельствует о ненормальном режиме водоема: его осолонении или опреснении. Очень существенно установить по степени сохранности остатков и по их расположению, были ли захоронены остатки организмов на месте их обитания или же они принесены в донный осадок извне и какова примерная дальность их переноса.

Совершенно исключительное значение для определения ландшафтов прошлого имеет такая порода, как каменный уголь, который состоит из остатков наземных растений, росших на огромных заболоченных пространствах и образующих большие торфяные болота. Первоначальные скопления растительности в торфяных болотах в дальнейшем уплотнялись, углефицировались под влиянием различных биохимических процессов и перешли в горную породу — ископаемый уголь.

Если мы посмотрим под микроскопом очень тонкую пластинку, вырезанную из каменного угля (шлиф), то увидим в ней остатки тех растений, из которых он образовался: листьев, спор и др.

Торфяники, преобразовавшиеся с течением времени в угольные пласты, могли возникать только в определенных условиях. Установлено, что для формирования таких «углеобразующих» торфяников необходимы выровненные пространства и влажный климат (умеренный или жаркий). Таким образом, уже одно наличие такой породы, как каменный уголь, указывает нам на климатические условия и рельеф местности, существовавшие ранее, во время накопления растительной массы, из которой он образовался.

Размещение пород в пространстве (условия залегания). Все перечисленные признаки пород и их расшифровка весьма существенны, однако для полноценных выводов о первоначальных условиях образования осадка они должны быть дополнены наблюдениями об особенностях размещения пород в пространстве. Геолог

должен учитывать также форму слоев пород, характер их залегания, мощность и протяженность (т. е. распространение по площади), их взаимные переходы на площади и снизу вверх по разрезу. При этом обязательно учитывается тип контактов: переходит ли один пласт в другой постепенно или же нижний пласт отделяется размывом, предшествовавшим формированию верхнего пласта. Так, например, древние речные отложения обычно залегают на подстилающих с размывом в основании. По форме в поперечном сечении они имеют вид линзы большего или меньшего размера, а в плане протягиваются в виде извилистых полос.

Выводы об условиях формирования осадка, как мы видим, базируются в значительной степени на сравнении признаков, которые мы видим в породе, с признаками современных осадков, формирование которых мы наблюдаем в тех или иных физико-географических обстановках (в руслах рек, на пляжах и др.), с попутным анализом возможных причин возникновения этих признаков в ископаемых отложениях.

Основанием для такого сравнительно-литологического метода исследования служит то, что большинство физических законов накопления осадков в геологической истории Земли существенно не менялось: раньше, как и теперь, действовала сила тяжести, вода и воздух имели определенную плотность и находились в движении, в них существовали и течения, и волнения. Таким образом, механизм формирования осадка вполне может быть сравним для современных и древних отложений. Также могут быть сравнимы обстановки осадконакопления, ибо и в прежние эпохи была суша с различным рельефом и моря с разными глубинами, на суше текли реки равнинные и горные, были области пустынь и болот. Сравнение современных условий осадконакопления с возможно существовавшими в геологическое время позволяет выявить не только аналогичные, сходные, но выделять даже и такие обстановки, которые были присущи только определенным древним геологическим эпохам и не находят себе аналогов в современности.

Наконец, все большее значение для таких реконструкций и палеогеографических построений приобретает экспериментальное воспроизведение в лабораториях тех или иных условий формирования осадка и выявле-

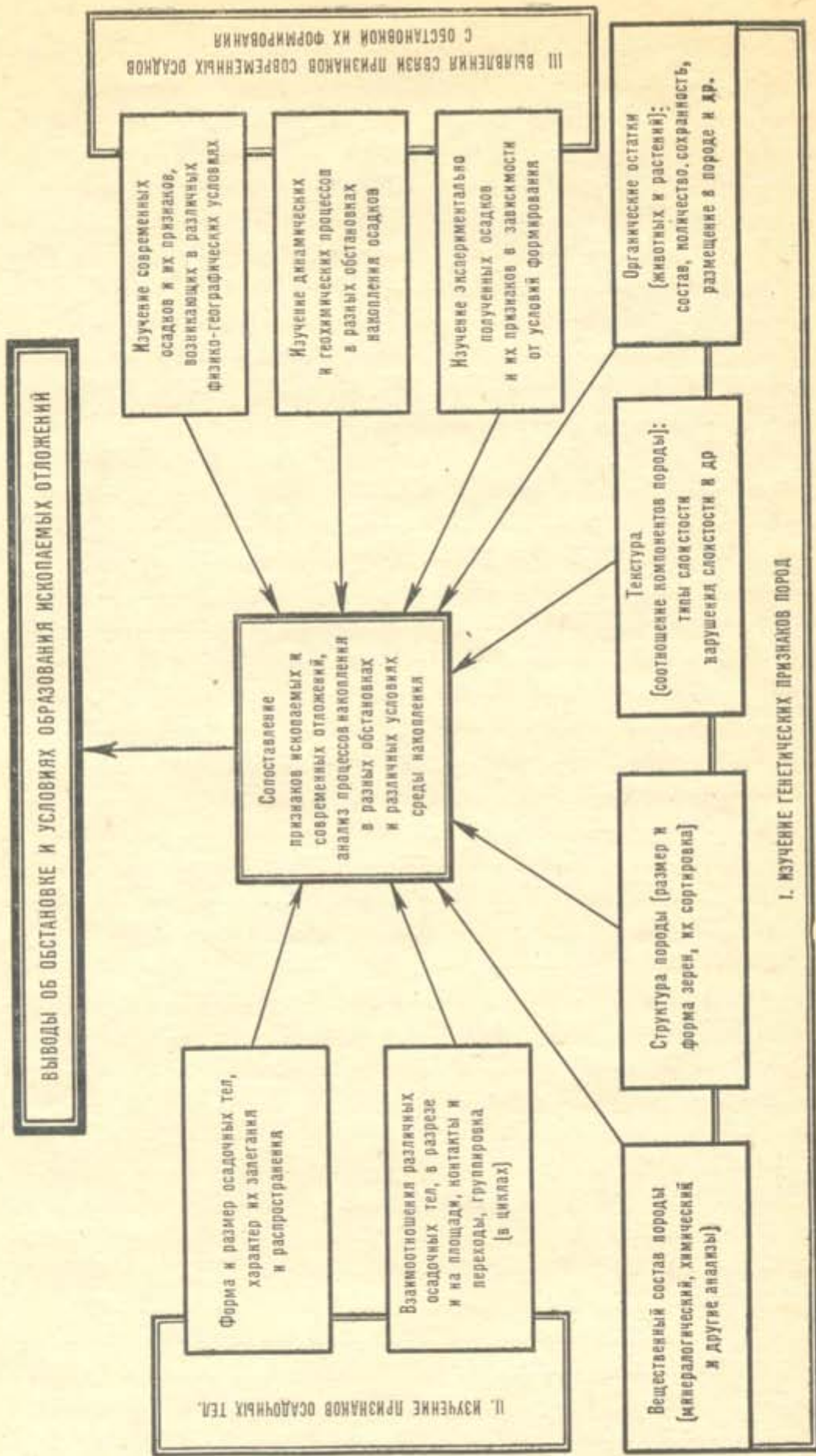


Рис. 6. Схема, показывающая, на чем основываются выводы о физико-географических условиях образования различных ископаемых отложений.

ние тех признаков, которые возникают в осадке под их воздействием. Изменяя какие-либо условия, исследователь видит, как в зависимости от этого изменяются признаки осадка (так, например, в специальном лотке, на дно которого насыпан песок, течет вода. Меняя скорость струи воды, можно видеть, какого размера песчинки она способна уносить при данной скорости, а какие остаются на месте, в осадке). Однако при использовании данных разнообразных экспериментов геолог не должен забывать об отличии лабораторных условий от геологических и прежде всего о действии фактора большого времени, в течение которого осадок формируется в породе.

Анализ всех признаков ископаемых отложений, сопоставление их с признаками осадков современных и экспериментально полученных, определение обстановки и механизма формирования осадка с учетом развития геологических явлений составляет содержание работы по выявлению условий образования древних осадков, превратившихся в ходе геологического времени в изучаемые нами породы. Схематически это показано на рис. 6.

Понятно, что для различных отложений имеют большее или меньшее значение разные признаки. Так, при изучении мощных морских толщ большое значение имеет определение фауны и химического состава пород, указывающих на характер данного водоема. Для континентальных (и «немых» морских) толщ огромное значение приобретают особенности слоистой текстуры и т. д.

На рис. 7 схематически показано некоторое различие в определении особенностей ландшафта, т. е. физико-географических обстановок осадконакопления, на суше и в море. Так, рельеф, который мы видим в современности, для палеоландшафтов обычно определяется лишь косвенным путем. На суше выявляют положение области сноса и области накопления, а также при более детальных исследованиях — расположение различных элементов ландшафта — рек, озер, болот и др. В морских отложениях стремятся определить положение относительно береговой линии моря и относительные глубины дна (глубоководные или мелководные морские осадки). На суше определяют направление речных по-

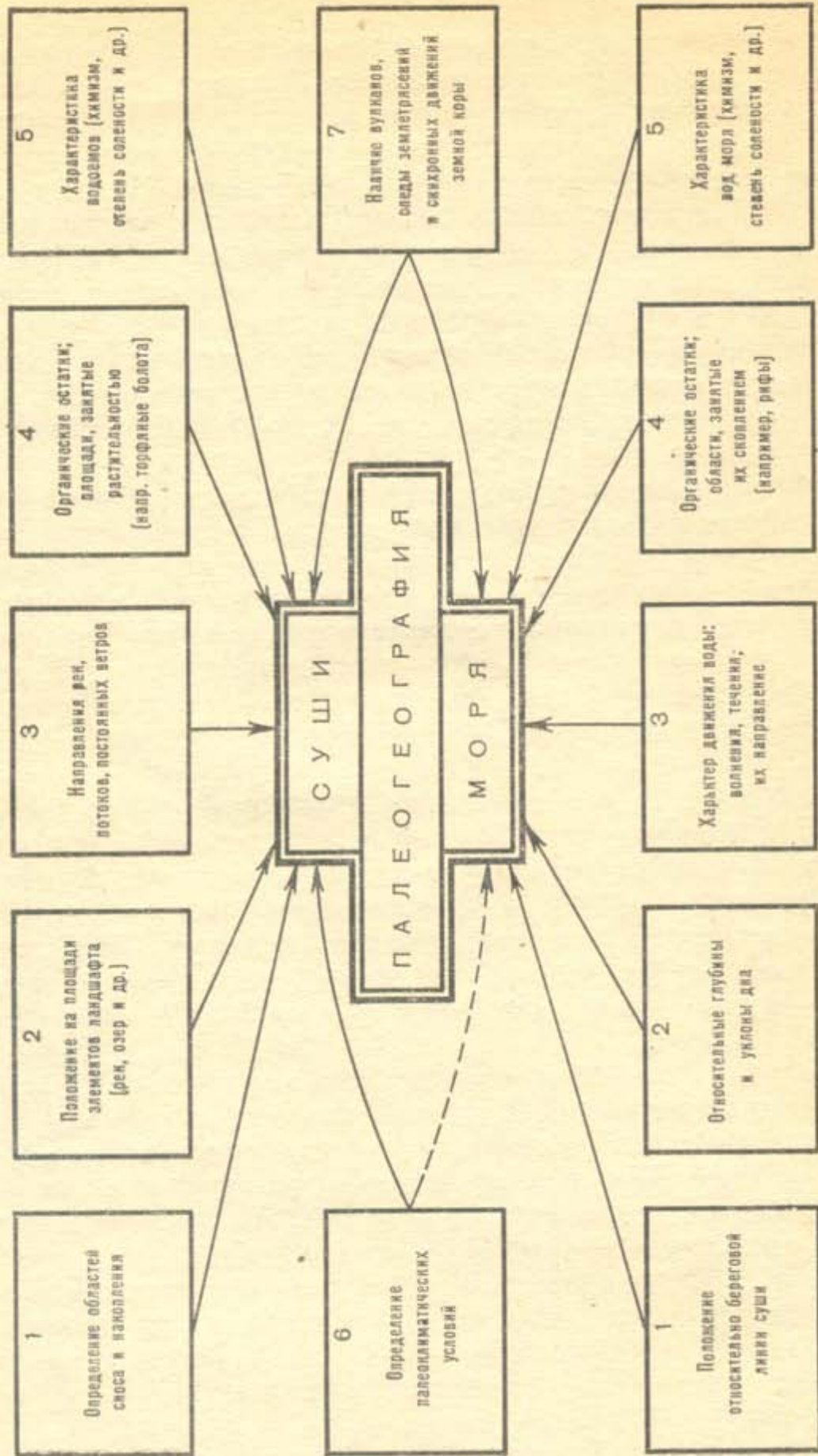


Рис. 7. Различные элементы палеогеографии, определяемые для суши и моря (пунктиром показаны имеющие меньшее значение для данной территории).

токов и постоянных ветров, а в море — направление устойчиво существовавших течений. Для наземных ландшафтов прошлого большое значение имеет выявление распространения бывших торфяных болот, так как с ними связаны залежи углей; в морских отложениях, кроме того, значения органических остатков, о котором мы говорили выше, существенно бывает выявить области, занятые скоплением их, такие, например, как древние рифы (которые часто являются коллекторами нефти и, таким образом, площади распространения рифов могут явиться показателем контуров нефтяных залежей).

Для отложений водоемов как наземных (озер), так и морских на основании химического состава образовавшихся в них пород стремятся определить возможный химический состав древних вод, концентрацию в них растворенных солей, существовавший газовый режим и другие геохимические показатели. Понятно, что получаемая конкретная характеристика наземных и морских водоемов обычно весьма существенно различается. Выше мы немного говорили о признаках для определения палеоклиматических условий (климат влажный или сухой, теплый или холодный). Эти элементы чаще и легче определяются для области суши, а не моря.

Наконец, для восстановления древних ландшафтов существенно бывает выяснить явления, которые были связаны с действием глубинных сил Земли: вулканическую деятельность, землетрясения, разного рода движения земной коры. Эти обстоятельства в равной мере существенны и для палеогеографии суши, и для палеогеографии морей. Понятно, что все эти вопросы далеко не всегда могут быть решены полностью и в равной мере в каждом отдельном случае (в частности, из-за недостаточной полноты исходного геологического материала).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

Мы видели, какую информацию можно получить в результате изучения тех или иных признаков пород. Каждый из них характеризует ту или иную особенность ландшафта, рассмотрение же всего комплекса признаков в их совокупности дает наиболее полное представление об условиях формирования породы. Понятно, что в данной небольшой брошюре невозможно было подробно разобрать все те признаки, которые изучают геологи. Поэтому мы коротко перечислим лишь часть из них для того, чтобы дать представление о принципиальной основе данных исследований.

Отложения, образовавшиеся в определенных физико-географических условиях, выражающихся в признаках этих отложений, в геологии называют «фациями». Поэтому анализ признаков пород с точки зрения определения первичных условий их формирования называется «фациальным анализом». Этот метод лежит в основе палеогеографических реконструкций. Фациальный анализ проводится как в «поле», непосредственно при сборе фактического материала, так и при его обработке в геологических партиях, лабораториях, институтах. Во время «полевых работ» геолог наблюдает горные породы какого-либо возраста в обнажениях и обрывах по берегам рек, озер и морей, вообще на поверхности земли там, где они не перекрыты позже образовавшимися, более молодыми отложениями. Кроме того, породы изучаются по образцам, поднятым из буровых скважин, по горным выработкам, в искусственных карьерах и шахтах. Отбираемые при этом образцы пород затем изучаются при «камеральной обработке»: анализируются с точки зрения их химического и минерального состава, просматриваются под микроскопом, шлифуются, чтобы лучше рассмотреть их строение, и т. д. Все получаемые данные дополняют наблюдения, сделанные непосредственно в поле.

Рассмотрим в качестве примера, как можно проана-

лизировать одно из конкретных обнажений. На рис. 8 показана зарисовка обрыва, где виден геологический разрез, состоящий из девяти слоев различных пород.

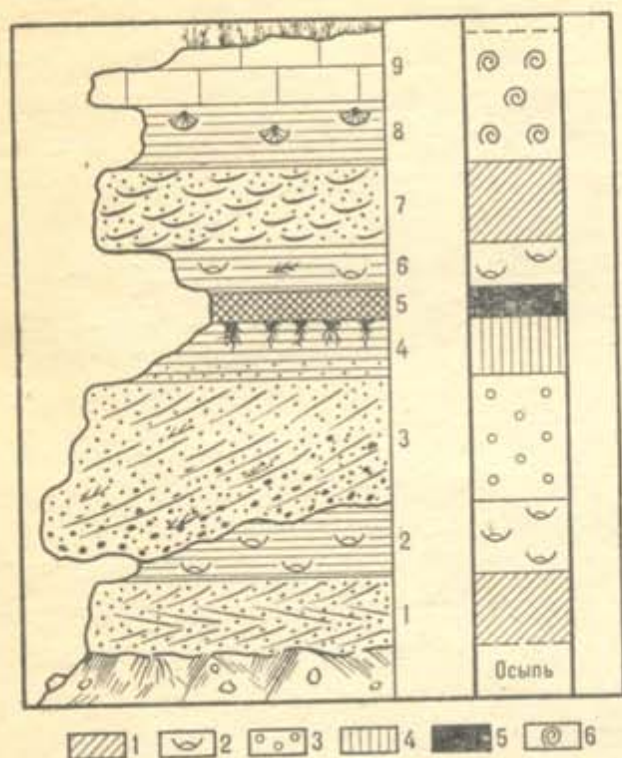


Рис. 8. Смена осадков в зависимости от изменения обстановки осадконакопления (палеоландшафта). Слева — зарисовка обнажения горных пород, видимых в естественном обрыве. 1—9 — номера слоев. Описание их дано в тексте. Справа — фациальная колонка со схематическим изображением последовательной смены осадков, сформированных в разных условиях. (Слой те же, что и на зарисовке слева.) Условные обозначения отложений: 1 — прибрежно-морские; 2 — лагунные; 3 — речные; 4 — болотные; 5 — торфяного болота; 6 — открытого моря.

Внизу, над осыпью, виден первый слой — песчаник мелкозернистый, хорошо отсортированный, с косою слоистостью, по форме, похожей на ту, которую создают прибрежные морские течения. Остатков фауны не найдено, но по указанным и по ряду других признаков — это прибрежно-морские отложения. Они перекрываются уплотненными глинами (слой 2) с остатками раковин. При их изучении палеонтологами было установлено, что моллюски, которым эти раковины принадлежали, могли жить в опресненной, слабосоленой воде. Очевидно, это лагунные отложения.

Выше по неровной границе (контакту размыва) залегает линза песчаника (слой 3), очень разнозернистого, внизу с галькой, и с включением растительных остатков. В песчанике видна однонаправленная косая слоистость. Признаки этой породы указывают на то, что ее исходный песчаный осадок был сформирован на дне реки. Далее идет глина с примесью песка, выше переходящая в плотную углистую глину (слой 4), прони-

занная вертикально расположенными остатками корневой системы растений. Очевидно, этот слой образовался, когда речная долина превратилась в заболоченную зарастающую низину. Слой 5 — угольный пласт. Обстановка его формирования ясна — это было торфяное болото. Слой 6 — лагунная уплотненная глина с остатками раковин полупресноводной фауны и с обрывками растений, очевидно, попадавшими в лагуну с окружающей суши, покрытой растительностью. Слой 7 — песчаник с характерной волнистой слоистостью, возникающей в осадках в прибрежной мелководной зоне моря. Слой 8 — уплотненная глина, но без растительных остатков и с раковинами типичной морской фауны. Слой 9 — известняк, целиком состоящий из остатков раковин морских животных. Следовательно, слои 8 и 9 сформировались на дне открытого моря нормальной солености. Смена физико-географических условий накопления осадков изображена в виде колонки, помещенной на рис. 8 справа. Такие колонки называются фациальными, так как на них разными условными знаками показаны фации — отложения, сформированные в определенных ландшафтах.

Какие же выводы можно сделать при рассмотрении такого разреза? Во-первых, одинаковые по составу породы могут образовываться в разных ландшафтных условиях: мы видим здесь глины лагунные, болотные и морские, а песчаники речные и прибрежно-морские. С другой стороны, разные породы могут возникать в условиях одного и того же ландшафта (например, уголь и глина в болоте, глина и известняк в открытом море).

Во-вторых, мы отчетливо видим, что в течение того времени, когда сформировались описанные слои пород, ландшафт в данном месте не оставался неизменным, а наоборот, сильно менялся. Вначале здесь была прибрежная часть моря, которая потом превратилась в мелкую лагуну. Далее дно лагуны поднялось и стало сушей, по которой потекла река, выработавшая себе русло за счет размыва образовавшихся прежде осадков. Затем речная долина заболотилась, а потом превратилась в торфяное болото. На смену последнему опять пришла лагуна, осадки которой перекрыли торфяник. Лагунные условия сменились морскими, сначала — прибрежными, а потом открытого моря. Значит, в этом

месте во время формирования рассматриваемой толщи море сначала отступало (регрессировало) и возник наземный ландшафт (в котором формировались слои 3, 4, 5), а затем море опять наступило (трансгрессировало), причем зашло еще дальше (так как появились условия открытого моря). Но как узнать, откуда наступало море, где была устойчивая суша, где неизменно сохранялись морские условия? Для этого наблюдений в одном пункте недостаточно, а нужно сравнивать ряд разрезов, причем обязательной предпосылкой должна быть уверенность в одновременности формирования сравниваемых по происхождению пород. Действительно, если у нас нет уверенности в том, что мы определяем условия формирования в разных пунктах для одного и того же горизонта пород, то никаких выводов о ландшафте для какого-то интервала времени сделать нельзя. Поэтому палеогеографическим реконструкциям всегда предшествует стратиграфическая увязка отдельных разрезов, сопоставление по времени образования как целого разреза, так и слагающих его отдельных пластов. Этой работе помогает выявление так называемых «маркирующих горизонтов» — слоев пород с ярко выраженными признаками, которые мы обнаруживаем в различных пунктах наших наблюдений. В угленосных толщах такими маркирующими горизонтами часто бывают сами угольные пласты, прослеживаемые от одного пункта к другому. Если в ряде разрезов мы, например, так проследим два угольных пласта, один — лежащий выше, а другой — ниже, то ясно, что все породы, которые заключены между ними, для всех пунктов наблюдений будут примерно одновозрастными, т. е. сформировались в одно время.

На рис. 9 вверху изображены три фациальные колонки, на которых показаны отложения, сформированные одновременно, но в различных ландшафтных условиях. Все они получены путем такого же анализа, как мы разобрали на рис. 8. Колонка А внизу сходна с колонкой на рис. 8, но заканчивается она появлением вверху (выше морских) отложений, сначала лагунных, потом озерных и, наконец, болотных с верхним угольным пластом.

В пункте, для которого построена колонка Б, прибрежно-морские условия снизу вверх сменяются лагун-

ными и затем болотными. Казалось бы, что вначале последовательность слоев сходна с колонкой *A*. Однако прибрежно-морские отложения здесь имеют большую мощность, а нижний угольный пласт значительно тоньше; выше его отложения открытого моря опять более мощные, чем в колонке *A*. Значит, морской ландшафт держался в пункте *B* дольше, а суша была в течение более короткого промежутка времени, чем в пункте *A*. То же можно сказать и по отношению к верхнему угольному пласту.

В колонке *B* в нижней части разреза мы обнаруживаем отложения с фауной открытого моря. На уровне нижнего угольного пласта наземных отложений нет совсем и самые прибрежные осадки (когда море наиболее отступало) представлены лагунными. Выше большую часть колонки занимают отложения открытого моря, перекрытые лагунными и болотными, но опять без образования угольного пласта. Его место в разрезе занимает сильно углистая глинистая порода, по-видимому, сформировавшаяся в зарастающем болоте, но без образования торфяника.

Таким образом, если мы проанализируем изменение условий по линии *АВВ*, то можем сделать вывод, что в это время суша была слева, а море справа. Территория же между пунктами *A* и *B* была ареной борьбы моря и суши, а береговая линия моря с течением времени перемещалась; до образования нижнего угольного пласта она передвигалась вправо, так как море отступало (регрессировало); во время формирования нижнего угольного пласта граница моря и суши была между пунктами *B* и *B*, затем она стала перемещаться влево, так как море стало наступать на сушу (трансгрессировать).

Это можно изобразить графически. На рис. 9 внизу по вертикальной оси дано условное время, а по горизонтальной — расположение пунктов *A*, *B*, *B*. Римскими цифрами указаны горизонты, для которых рассмотрено расположение береговой линии. Это как бы «срезы» для одного и того же момента времени. Мы видим, что для среза *I* береговая линия была между пунктами *A* и *B*, для *II* — отступила вправо и заняла место где-то между *B* и *B*, отделяя наземное болото от лагуны. В срезе *III* вся территория была занята морем и лагу-

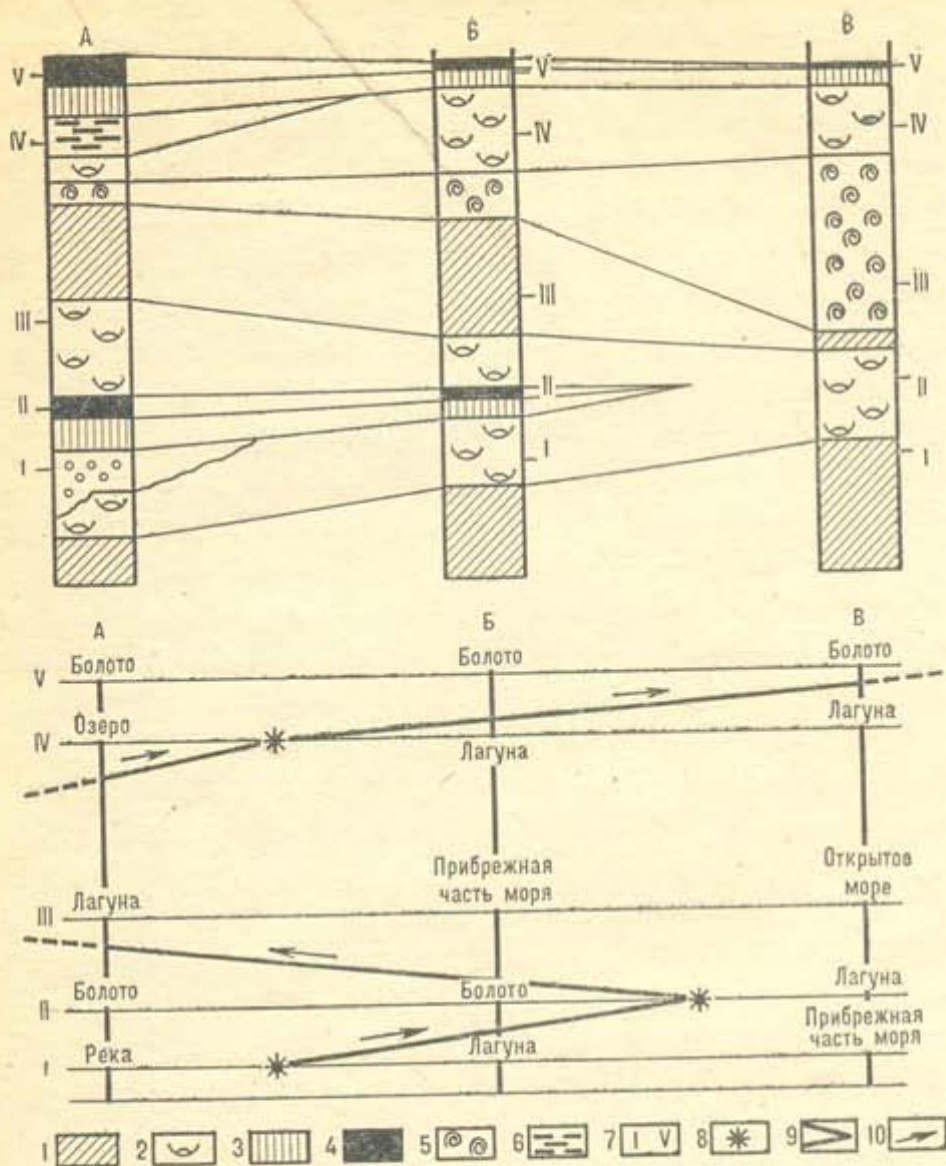


Рис. 9. Вверху сопоставление геологических разрезов, описанных в трех пунктах А, Б и В (изображены в виде фациальных колонок).
 Условные обозначения: 1—6 — отложения. 1 — прибрежно-морские; 2 — лагунные; 3 — болотные; 4 — торфяного болота (угольный пласт); 5 — открытого моря; 6 — озерные; 7 — римские цифры указывают линии «срезов»; 8 — положение береговой линии для каждого «среза»; 9 — схема передвижения береговой линии моря; 10 — направление этого передвижения.

ной, а береговая линия переместилась куда-то левее пункта А (в котором мы видим лагунные отложения). Затем береговая линия вновь стала перемещаться вправо и для среза IV находилась между пунктом А, где установились озерные отложения на суше, и пунктом Б, где в это время существовала морская лагуна. Нако-

нец, во время формирования верхнего угольного пласта вся территория была заболоченной сушей: в пункте *Б* и *А* были торфяные болота, в пункте *В* — зарастающие болота. Море отступило вправо, его береговая линия, видимо, была где-то вблизи пункта *В*.

Заметим, что проведенный столь детально анализ с выявлением конкретных, строго одновременных элементов ландшафта возможен далеко не всегда, и на палеогеографических картах большей частью выделяются более обобщенные ландшафтные условия для большего интервала разреза, а не для отдельных его «срезов». Если бы мы захотели охарактеризовать ландшафтные условия для пунктов *А*, *Б*, *В*, для всего рассмотренного нами разреза в целом, то должны были бы сказать, что в пункте *А* существовало чередование наземного и прибрежно-морского ландшафта с длительным развитием торфяных болот. В пункте *Б* преобладал морской ландшафт с кратковременными осушениями морского дна и заболачиванием. Наконец, в пункте *В* накопление осадков происходило почти все время в морской обстановке.

Так у нас появляются элементы для перехода к восстановлению древних ландшафтов и их изменений уже на площади, т. е. к реконструкции ландшафта на определенной территории, и к составлению палеогеографических карт. Конечно, для этого необходимо иметь много пунктов наблюдений, позволяющих более или менее равномерно охарактеризовать изучаемую территорию. Кроме того, фациальный анализ разрезов и составление ряда последовательных карт позволяют проследить изменение ландшафта во времени.

Однако прежде чем перейти к картам, остановимся очень кратко на том, почему же береговая линия моря и все другие границы между разными ландшафтами перемещаются с течением времени то в одном, то в другом направлении.

Причины этого могут быть различными. Во-первых, климатические изменения. Смена влажного периода засушливым влечет уменьшение площади крупных озер, осушение мелководных водоемов — озер и лагун, пересыхание и исчезновение рек, развитие солончаков на месте озер и т. д. При засушливом климате реки не выносят в море так много продуктов разруше-

ния суши (особенно более грубых), как при влажном. Таким образом, и в море осадконакопление тоже изменяется, особенно в его прибрежной части. Но все же изменения климата являются менее важной причиной, чем те медленные тектонические движения самой земной коры, которые происходят одновременно с формированием осадков. Все знают, что после отложения осадков и их литификации горообразовательные движения часто сминают горизонтально- и пологолежащие слои и превращают их в складчатые сооружения. Однако в нашем анализе речь идет о тектонических движениях иного рода — о медленных вертикальных поднятиях и опусканиях более или менее значительных территорий земной поверхности. Такие движения существуют и в современности, что подтверждается рядом наблюдений. Так, например, в Италии на берегу моря были обнаружены колонны здания, построенного еще до нашей эры. Нижняя часть этих колонн до определенного уровня источена морскими сверлящими моллюсками; это свидетельствует о том, что здесь берег моря опустился, уровень моря поднялся выше, чем был при постройке здания, колонны последнего частично оказались в воде и на них поселились морские животные — камнеточцы. Затем море вновь отступило, полностью обнажив оставшиеся от здания колонны. Известно, что северная часть Голландии очень медленно опускается и для защиты от наступающего моря в Голландии возводятся дамбы, плотины и другие специальные сооружения. Можно было бы привести еще ряд подобных примеров.

Существование вертикальных плавных тектонических движений — поднятий и опусканий земной поверхности доказано для многих районов также и в отложениях различного геологического возраста. Очень отчетливо они проявляются в отложениях угольных месторождений, особенно тех, которые формировались на прибрежно-морских низменностях. Так, например, в каменноугольных отложениях Донецкого бассейна обнаружено многократное чередование различных пород, в том числе угольных пластов (несомненно наземное образование) и известняков (несомненно сформировавшихся из остатков морских организмов в море). Таким образом, на той территории, которую занимает сейчас Донецкий бассейн, в каменноугольное время то прости-

ралось море, то оно отступало и территория становилась сушей, по которой текли реки, затем большие площади суши (иногда вся территория Донбасса) превращались в торфяные болота, а затем эта территория вновь заливалась водами моря. Время одного такого этапа — цикла исчисляется примерно десятками, сотнями тысяч лет. Конкретный ландшафт для частей многих этих циклов был восстановлен коллективом геологов (в котором участвовал и автор) Геологического института Академии наук СССР. Рассматривались ландшафты, существовавшие на территории Донецкого бассейна для трех частей каждого цикла: при отступлении моря, при максимальном заболачивании территории и, наконец, при наступлении моря. Таким образом, для большинства угольных пластов были построены карты ландшафта, предшествовавшего формированию торфяников (углей), и карты ландшафтов, возникающих после их прекращения.

Эти карты строились следующим образом: в ряде точек, расположенных на всей территории, описывались разрезы и выявлялись условия формирования каждого пласта породы (каким методом — мы уже знаем). Затем для определенного момента времени в каждом из пунктов наблюдений условным знаком на карте показывались осадки, сформированные в определенном ландшафте (фации). Затем эти отдельные наблюдения связывались между собой. В результате получались карты, похожие на современные географические по своей детальности, но существенно отличающиеся тем, что на них показаны условными знаками не только ландшафты, но и осадки, которые в них образуются. Такие карты называются фациально-палеогеографическими. Показ на одной карте пород и условий их образования имеет для геологов большее значение, чем показ только ландшафтов, так как полезные ископаемые, сформированные в определенном ландшафте, могут быть связаны с одними породами, но отсутствовать среди других того же ландшафта, а в ряде случаев только определенная порода является полезным ископаемым.

На рис. 10 изображены три такие фациально-палеогеографические карты, связанные с формированием одного из конкретных угольных пластов Донбасса. Они

построены на основании изучения многочисленных разрезов, расположенных на всей территории.

На карте А береговая линия обрисовывает территорию низменной суши, на которой слева видна разветвленная сеть рукавов и протоков какой-то крупной реки, протекающей с запада на восток. Такое разветвление вообще характерно для низовьев речных долин. Справа внизу на карте видна еще одна река, по-видимому, текшая с юга на север. Обе реки впадали в опресненный залив — лагуну, вытянутую в юго-восточном направлении. В этой лагуне около устьев рек формировались дельтовые песчаные осадки, переходящие в отложения лагунного мелководья. Далее к северо-востоку отмечены мелководные песчаные морские отложения зоны волнений. На территории, занимаемой сушей, кроме речных, были обнаружены еще озерные отложения, давшие основания для показа на карте площади небольших озер.

Судя по изученным разрезам, почти вся эта площадь впоследствии была заболочена, так как угольный пласт, образовавшийся в торфяном болоте, был обнаружен почти на всей этой территории (это видно на карте рис. 10, Б). Отсутствует угольный пласт лишь на востоке, где одновременно с формированием торфяника образовывались глинистые осадки с морской фауной. Там на карте показано море. Затем во всех изученных нами разрезах мы видим, что данный угольный пласт перекрыт либо глинистыми лагунными отложениями, содержащими фауну, жившую в опресненной воде, либо известняком, состоящим из остатков раковин морских животных, кораллов и др. Спроектировав это на карту (рис. 10, В), мы выясняем, что западная и южная части территории стали лагуной, а центральная и восточная — открытым морем нормальной солености, куда почти не поступал материал с суши (так как нет соответствующих осадков и, кроме того, кораллы, входящие в состав известняка, не живут в мутной воде). Это косвенно указывает нам на то, что рельеф самой суши был низкий, выровненный, пологий. При сравнении карт А и В видно, что при наступлении моря, точнее морского залива, его отдельные «языки» направлялись как бы навстречу речным долинам. Это, очевидно, обуславливалось тем, что внедрение морских вод на сушу происхо-

дило в первую очередь по пониженным участкам ее рельефа, которыми и были речные долины.

В дальнейшем море опять начало отступать, очевидно, в связи с тектоническим поднятием. Через некоторое время на месте бывших лагун вновь возникла суша с расположенными на ней реками, а территория, занятая заливом, сократилась. Потом прибрежная низменность и часть залива превратились в торфяное болото, впоследствии опять перекрывшееся водами моря, и так далее. Этап от осушения через заболачивание до господства морских условий, который мы называем циклом, соответствовал времени примерно порядка 100 тыс. лет.

Подобным путем была получена серия многих карт, отражающих ландшафты, существовавшие на протяжении десятков миллионов лет. На всех этих детальнейших картах вырисовывается не усредненное, а достаточно конкретное положение береговой линии моря; на суше показаны очертания речных долин и озер, контуры максимального распространения торфяных болот. На территориях, занимаемых морем, выявлены области подводных дельт, прибрежных отмелей, зоны, где проходили донные течения и участки спокойного моря, а также области, занятые его лагунами. Таким образом, мы как бы переносимся почти на 300 миллионов лет назад в конкретные ландшафты, каждый из которых существовал в течение относительно короткого геологического времени. Мы проследили по этим картам многократное изменение ландшафтов (аналогичное показанному на рис. 10). При этом выявились весьма любопытные закономерности в изменении палеоландшафтов.

Во-первых, это поразительная унаследованность ландшафтов. Суша сменялась морским заливом, который существовал десятки тысяч лет, но после того как море отступало, суша опять восстанавливалась в сходных чертах: береговая линия обрисовывалась примерно в том же контуре, как и раньше, речные системы появлялись на том же месте, на котором они были до морской трансгрессии. Основные направления речного стока с запада и с юга, общее направление морских трансгрессий с северо-востока, положение оси залива — все эти основные элементы ландшафтов сохранялись на протяжении миллионов лет.

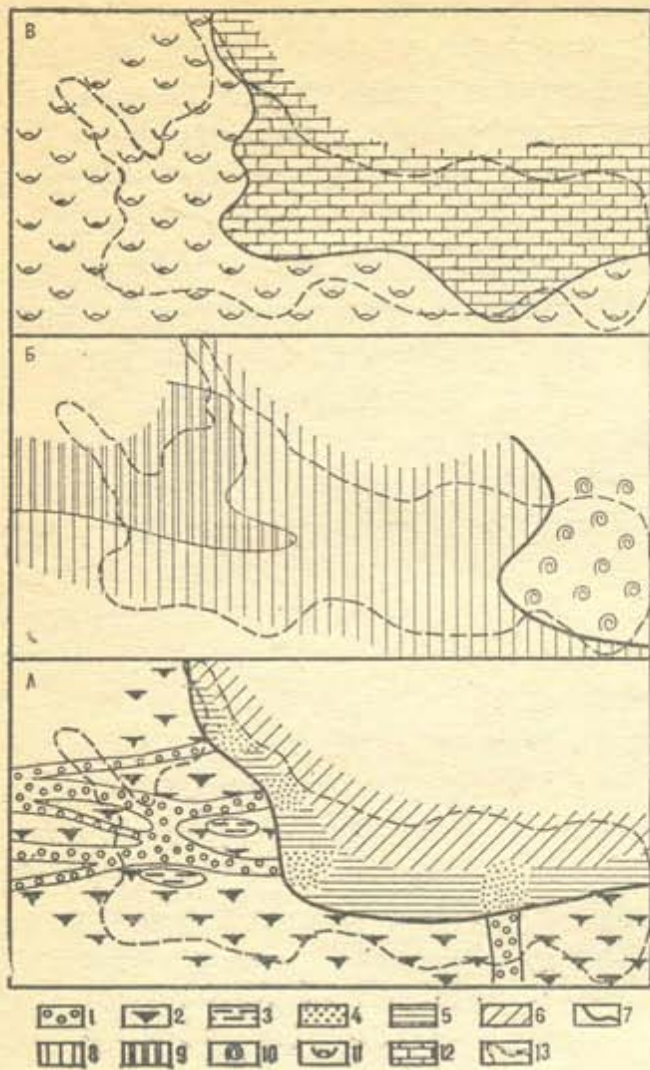


Рис. 10. Фациально-палеогеографические карты Донбасса для различных частей одного цикла осадконакопления (среднекаменноугольные отложения Донецкого бассейна). А — карта максимального развития наземного ландшафта перед заболачиванием; Б — карта распространения торфяного болота, перекрывшего весь предшествующий ландшафт; В — карта, показывающая ландшафт при максимальном наступлении моря. Условные обозначения: 1 — песчаные речные отложения; 2 — низменная суша (карта А); 3 — озерные отложения; 4 — песчаные отложения речных выносов в море (дельтовые); 5 — песчаные и алевритовые отложения лагунного мелководья; 6 — песчаные морские отложения; 7 — береговая линия (граница моря и

суши); 8 — площадь, занятая торфяными болотами (распространение угольного пласта); 9 — территория с торфяником наибольшей толщины; 10 — глинистые морские отложения; 11 — глинистые лагунные отложения; 12 — отложения открытого моря (площадь распространения известняка); 13 — схематическая граница Донецкого угольного бассейна.

Однако на фоне этого устойчивого соотношения моря и суши отмечена вторая, очень существенная закономерность, а именно определенная направленность изменения элементов ландшафта. Так, например, на картах, показывающих максимум наземных условий, от одного этапа (цикла) к другому мы видим: на одной — почти вся территория занята сушей, на которой располагаются широкие речные долины. На аналогичной карте, но уже следующего этапа территория суши становится несколько меньше, а речные долины более уз-

кими, речная сеть раздроблена на отдельные рукава. Наконец, на третьей карте территория суши еще более сокращается, а речные долины становятся совсем узкими и занимают уже ничтожную площадь (хотя и продолжают располагаться примерно на том же месте, что и в предыдущие этапы).

Если мы сравним эти карты с сопряженными картами, построенными для времени максимального развития морских условий (в тех же циклах), то увидим, что сначала территория, занятая водоемами, еще относительно невелика, а сами водоемы лагунного типа. Затем на следующей карте зона лагун сокращается и большее значение приобретают осадки открытого моря. Наконец, на третьей карте уже полностью преобладают условия открытого моря, береговая линия отступает за пределы района; почти на всей территории накапливаются морские известковые илы.

Таким образом, серия таких попарно сопряженных карт, следующих одна за другой, выявляет совершенно определенную закономерность: неуклонное нарастание роли морского ландшафта от цикла к циклу независимо от того, рассматриваем ли мы карту, предшествующую угленакплению, или карту, отвечающую времени после него. Но самое любопытное в том, что и развитие торфяных болот изменялось во времени закономерно: максимальное распространение на площади торфяных болот и наибольшее накопление массы растительного материала происходили в среднем цикле — в том, который отвечал как бы «нейтральной зоне» перехода от преобладания наземных условий к преобладанию морских. Этот вывод, естественно, приобретает важное практическое значение, так как он помогает нам в определении тех частей разреза, где следует ожидать появления угольных пластов большей мощности и наиболее устойчивых и выдержанных в пространстве.

Однако после ряда таких сопряженных карт (их может быть не только три пары, но и четыре, и даже пять пар) с указанной тенденцией изменения вдруг на следующих картах мы видим своеобразный «скачок» — вновь очень резкое возрастание роли наземной обстановки, расширение речных долин и т. д. и начинается новая серия из нескольких карт с той же тенденцией к постепенному нарастанию роли морских условий до но-

вого «скачка». Эта смена постепенного и скачкообразного развития наблюдалась многократно. Она позволила установить более крупную этапность развития: существования циклов более высшего порядка, чем те, которые были выявлены чередованием пластов пород. Такая сложная периодичность в накоплении то в одних, то в других физико-географических условиях, по-видимому, вызывалась особенностями тектонических движений земной коры: сменой более резких поднятий и слабых погружений менее резкими поднятиями и более длительными погружениями. Однако этот весьма интересный вопрос о периодичности осадконакопления и связи древних ландшафтов с тектоническими движениями уже выходит за пределы нашей темы и требует специального рассмотрения.

Вернемся к нашим картам. Мы установили, что в течение длительного времени (десятки миллионов лет) ландшафт в каждом пункте этой большой территории многократно изменялся. Установлено, что такая смена происходила в среднем приблизительно 200 раз за 20 миллионов лет. Исходя из этого и можно считать, что один этап изменения ландшафта от морского до наземного и обратно (цикл) происходил примерно в течение 100 тысяч лет. Значит, даже те столь детальные карты, которые мы продемонстрировали, соответствуют не одному какому-то конкретному времени, а значительному его интервалу (15—20 тыс. лет) и поэтому имеют известный элемент обобщения.

Если же взять ландшафт, скажем, для всего каменноугольного периода, то на такой карте всю территорию Донецкого бассейна мы должны отнести к области, на которой существовала смена прибрежно-морских и наземных ландшафтов. Так и отмечают геологи на картах, охватывающих большие территории (например, на палеогеографической карте территории СССР).

Таким образом, первое основное отличие карт палеогеографических от географических современных состоит в том, что интервалы времени, для которых восстанавливаются палеоландшафты, значительно больше современных. Это связано с тем, что очень трудно выделить во всех разрезах (на основании которых строится карта) осадки строго одновременные в пределах небольшого интервала. Синхронность же отложений, для

которых восстанавливаются палеоландшафты, — обязательное условие построения карты. Поэтому геологи обычно вынуждены сопоставлять между собой разновозрастные горизонты достаточно большой мощности, а следовательно, и времени формирования.

Скорость накопления осадков, которые мы описываем в виде перешедших в ископаемое состояние горных пород в общем, как правило, невелика и колеблется в пределах от долей миллиметра до десятков сантиметров в 100 лет. Для большинства морских отложений она составляет чаще от долей миллиметра до нескольких миллиметров, реже — нескольких сантиметров в 100 лет и только для некоторых осадков больше. На суше осадки накапливаются обычно значительно быстрее, но многие из них потом уничтожаются: перемываются и уносятся дальше в море. Поэтому те, которые остаются и переходят в ископаемое состояние, также часто имеют сравнительно небольшую общую мощность, соответствующую опять-таки значительному интервалу времени. Получается, таким образом, что если мы определяем обстановку, в которой формировались отложения, мощность (толщина) которых составляет, допустим, 2—3 м, то должны иметь в виду, что время их формирования исчисляется десятками, а может быть, и сотнями тысяч лет, в течение которых конкретный ландшафт мог многократно видоизменяться. Конечно, эти средние цифры скоростей накопления осадков могут иметь различные отклонения. Так, например, в вулканических областях один вулканический взрыв может за несколько часов создать слой вулканического пепла и более грубых обломков толщиной в несколько десятков сантиметров и даже более. Грязевые потоки, стекающие с гор (сели), образуют за несколько дней и даже часов слои смешанного «грязе-каменного» осадка толщиной до нескольких метров и т. д. Но чем больше мощность толщи горных пород, которую мы изучаем, тем более приложимы к ней расчеты средних скоростей накопления осадков. Исходя из этого с учетом средних скоростей осадконакопления время формирования горизонта пород, мощность которого составляет 200—500 м, может исчисляться уже миллионами лет. Тот ландшафт, который мы восстанавливаем для какого-либо геологического периода, всегда будет характеризовать ландшафт, су-

ществовавший десятки миллионов лет. Значит, любой палеоландшафт неизбежно является в большей или меньшей степени обобщенным, усредненным, так как за время формирования той или иной толщи отложений конкретные элементы существовавших ландшафтов в большей или меньшей степени изменялись.

Чем меньше интервал времени, для которого мы определяем палеогеографическую обстановку накопления отложений, тем точнее и конкретнее мы можем восстановить и древний ландшафт. По мере все большей детализации палеоландшафта палеогеографические карты, на которых он изображен, становятся все более похожими на географические. Чем больше интервал времени, для которого мы строим карту, тем она будет все более схематичной, обобщенной и усредненной.

Площади, для которых строятся палеогеографические карты, тоже весьма различны: начиная с поверхности всего земного шара и кончая местными картами, характеризующими площади, измеряемые лишь десятками квадратных километров. Методика их составления несколько различается в зависимости не только от масштаба, но и от задач, стоящих перед исследователем. Но во всех случаях обязательно то условие, что карта должна характеризовать отложения, накапливавшиеся одновременно (синхронно). Понятно, что для всего земного шара трудно, практически невозможно точно установить породы, накапливающиеся в одном узком интервале времени, и чем меньше территория, тем точнее определяются породы, накапливающиеся одновременно на всей ее площади. Таким образом, интервалы времени и площади, для которых строится палеогеографическая карта, всегда величины сопряженные.

Как мы уже говорили, на самых общих палеогеографических картах указывается лишь положение суши и моря и возможное, очень сильно усредненное, положение береговой линии. Такие карты строятся для больших площадей (даже для целых континентов) и для крупных интервалов времени вплоть до десятков миллионов лет. Иногда на них наносятся некоторые дополнительные данные, например, площади, занятые угольными бассейнами (которые несомненно указывают на то, что здесь была суша), участки, занятые ледниками, и др. Такие карты были составлены советским

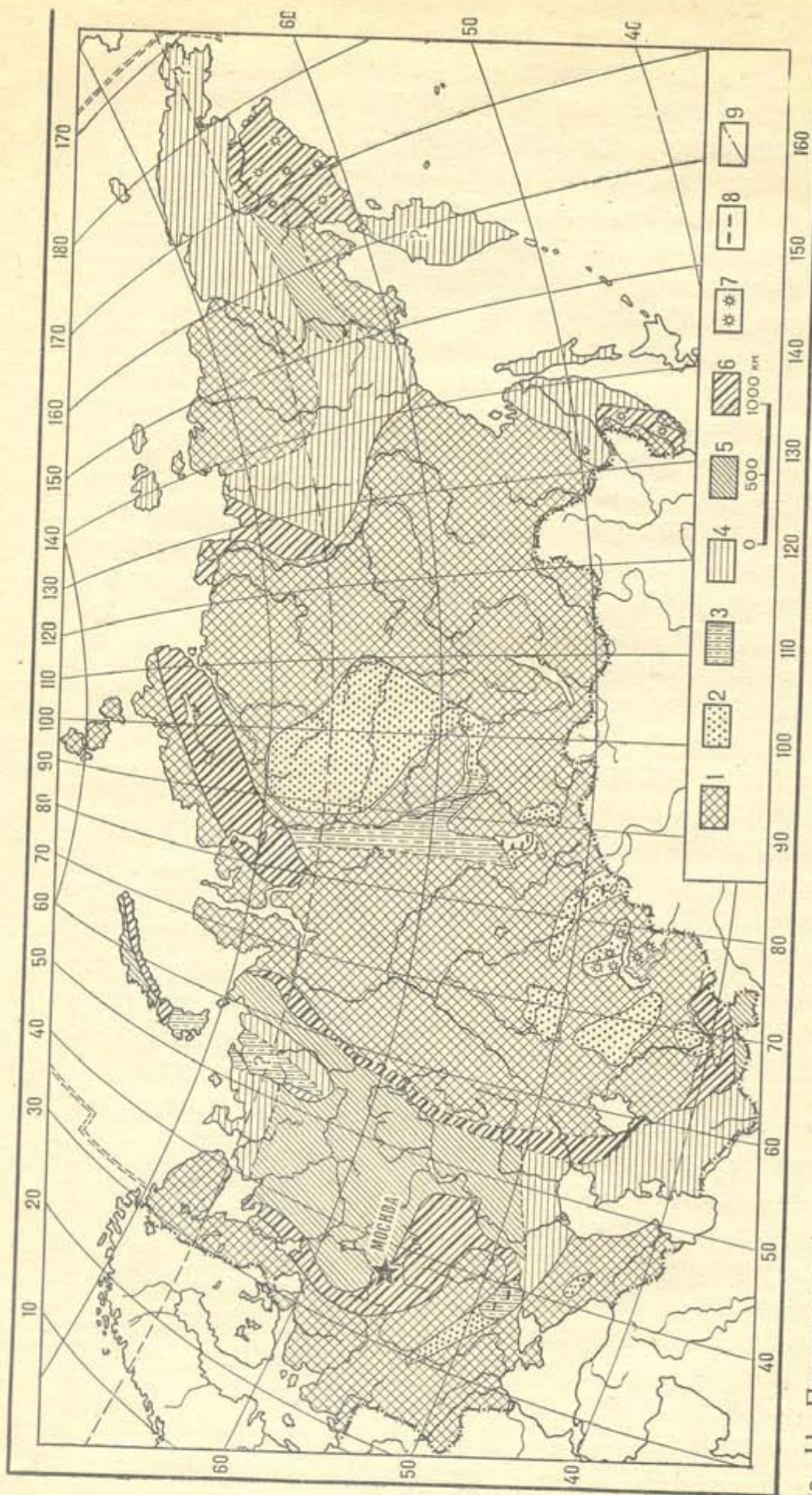


Рис. 11. Палеогеографическая карта СССР для верхнекаменноугольного периода (по О. Л. Эйнору, Д. Е. Айзенвергу и др., 1960 г.).
 Условные обозначения: 1 — суша; 2 — низменности, межгорные равнины, дельты (с накоплением осадков); 3 — чередование морских и континентальных условий; 4 — море (без детализации); 5 — море (с накоплением осадков); 6 — прибрежное и островное море (с преимущественным накоплением терригенных осадков); 7 — районы вулканической деятельности; 8 — угли, угольность; 9 — границы палеогеографических и фациальных зон.

академиком Н. М. Страховым для всей территории земного шара для различных геологических периодов.

На рис. 11 мы видим пример карты, составленной коллективом авторов (Эйноор, Айзенберг и др.) в 1960 г. для верхней части каменноугольной системы на территории Советского Союза. Эта карта палеогеографическая, так как на ней указаны преимущественно элементы ландшафта. Здесь мы видим уже некоторую детализацию ландшафтов: разделение морской территории на разные области, выделение областей, для которых характерно чередование морских и континентальных условий (к ним относится, например, и вся территория Донецкого бассейна), и др. Однако большой интервал времени по-прежнему не позволяет конкретизировать палеогеографическую обстановку.

Примеров карт подобного типа, то более, то менее детальных, можно было бы привести очень много. Однако все они, характеризуя интервалы времени, исчисляемые миллионами лет, обобщенно показывают области лишь преобладания тех или иных условий накопления осадков в море, что же касается суши, то она чаще дается общей площадью, без расчленения ее на ландшафтные элементы, которые, очевидно, много раз меняли за это время свое положение.

Коллективом авторов под редакцией академика А. П. Виноградова был составлен большой атлас литолого-палеогеографических карт для разных периодов на территории Европейской части СССР. На них были выделены палеогеографические обстановки: среди морских — территории с относительно разными глубинами, внутренние моря, заливы и лагуны с ненормальной соленостью (повышенной и пониженной); прибрежные равнины, временами заливавшиеся морем; в наземной обстановке — озера и болота, внутриматериковые равнины, горные подножья, ледниковые области, а иногда просто — «суша» и «горная суша». Указывались еще области развития вулканических образований, места древних вулканов, рифовые массивы, области размыва.

Кроме таких обобщенных ландшафтов, на этих картах довольно подробно показан еще и состав (часто сложный) пород, сформировавшихся в том интервале времени, для которого строилась каждая карта. Наконец, особыми знаками показывалось местонахождение

руд, определенная фауна и флора, направление сноса обломочного материала и ряд других дополнительных геологических данных.

Литолого-палеогеографические карты сложного содержания, на которых показываются ландшафты и даются сведения о породах, в них формировавшихся, как мы уже говорили, имеют большое практическое значение и потому чаще строятся геологами вместо чисто палеогеографических (ландшафтных) карт.

Кроме того, существуют разновидности палеогеографических карт, освещающих какой-либо один вопрос, поставленный исследователем. Так, например, иногда строятся карты с указанием относительных изменений глубин морского дна; надо заметить, что пока геологи не располагают признаками, дающими основание для уверенного количественного определения глубин, и потому обычно выделяются лишь осадки зоны мелкого моря (до глубин порядка 50 м), затем в пределах глубин от 50 до 200 м (глубины проникновения волновых движений воды), далее же намечаются лишь относительно менее или более глубоководные условия накопления осадков. Возможно, что в ходе дальнейших исследований более точному определению глубин поможет изучение минерального состава отложений.

В ряде случаев строятся карты, на которых показывают изменение мощностей определенного горизонта отложений, в частности, являющихся полезными ископаемыми (или вмещающими последние). Иногда эти карты оказываются как бы сопряженными с картами, где показан древний рельеф, предшествовавший накоплению этих осадков.

Некоторые карты отражают более глубокое и детальное изучение какого-либо одного признака пород. Такими, например, являются карты, показывающие «теригенно-минералогические провинции», т. е. территории с преобладанием в породах того или иного комплекса минералов; кроме своей непосредственной цели, они дают указание на расположение различных областей сноса — поставщиков осадочного материала, а также путей переноса последнего. В других случаях строятся (на основании замеров ориентировки косой слоистости, органических остатков, галек и других элементов пород) палеодинамические карты, на которых реконст-

руируются направления палеорек, морских течений и ветров и т. п.

Палеонтологи и палеоэкологи, изучающие древний органический мир и распространение различных видов растений и животных на суше и особенно в морях прошлых эпох, составляют палеобиогеографические и биофациальные карты, на которых показана связь обстановок осадконакопления с одновременно существовавшим органическим миром. Составление таких карт имеет значение потому, что ландшафты моря вообще определяются хуже, чем наземные, фауна же моря изучена довольно детально; поэтому различать области в морях прошлого помогает именно этот метод.

Изучение органических остатков и особенностей их захоронения в породах одновременно с анализом их других признаков позволяет более всесторонне выявить палеогеографические обстановки. Нанесение на карты условными знаками различных родов и видов древней фауны дает представление о характере определенных частей водоемов (озер, морей). Так, например, резко отличается состав донных животных, живущих на илистом и скальном грунте, в зоне прибоя и в тихой воде, на мелководье и в глубинах, в морской воде нормальной и повышенной солености и т. д. При этом иногда учитывают даже количественные соотношения определенных органических остатков. Более точное выявление связи разных организмов со средой их обитания в дальнейшем даст геологам еще больше данных для определения глубины и степени солености вод, климатических условий и других показателей обстановки накопления осадков. Работы по детальной палеобиогеографии начаты сравнительно не так давно, но развитие этого метода несомненно обогатит палеогеографию.

Есть еще одно направление в палеогеографических работах — геохимическое. Оно основано на том, что по составу минералов, возникающих в той или иной среде, можно судить о ее физико-химических условиях. Такие карты составляются часто непосредственно для пластов полезных ископаемых, чтобы можно было судить об изменении качества руды. (Так, например, на карте распространения железорудного пласта показывают участки с различным количественным содержанием примеси марганца или других элементов). В других

случаях показывается изменение процентного содержания данного полезного ископаемого во вмещающей его породе и т. д. Кроме непосредственного практического значения, такие карты дают дополнительный материал для реконструкции некоторых сторон физико-географической обстановки формирования осадка. Последние же могут быть использованы при поисках других месторождений.

Наконец, составляются палеоклиматические карты, отражающие только этот один составной элемент палеоландшафта. О методах восстановления различных климатических условий по изучению состава пород, фауны и флоры мы уже говорили немного выше. Добавим еще, что для реконструкции климатов в последнее время стали привлекать также палеомагнитные исследования, показывающие миграцию полюсов в истории Земли. Значение этих карт очень велико, так как с разными климатическими условиями связано формирование определенных полезных ископаемых. Отдельные элементы многих перечисленных выше карт часто наносятся в виде дополнения на основные карты: литолого-палеогеографические, фациально-палеогеографические и палеогеографические. Карты, отражающие изменения на площади какого-либо одного признака горных пород, часто являются вспомогательными при построении обобщающих их палеогеографических карт.

Рассмотрев кратко палеогеографические карты разного рода, мы видим, что они имеют ряд существенных отличий от карт географических. Об одном мы уже говорили — они относятся к резко различным интервалам времени и отличаются обязательным большим или меньшим элементом обобщения и усреднения.

Кроме того, и сами элементы древнего восстанавливаемого ландшафта также отличаются от современного. Так, основной элемент современного ландшафта — рельеф. Между тем в толще горных пород мы не только не видим палеорельефа, но и восстанавливается он обычно лишь в самых общих чертах. Это происходит потому, что рельеф земной поверхности, существовавший на каком-то этапе, будучи погребен под другими отложениями, полностью сохраняется довольно редко. (В этих случаях может быть построена карта палеорельефа.) Гораздо чаще существовавший рельеф суши или

морского дна непрерывно видоизменялся: горы размывались, углубленные участки заполнялись осадками и т. д. Поэтому о том палеорельефе, который был во время накопления отложений, мы обычно можем судить лишь косвенно по признакам горных пород.

О другом элементе ландшафта — растительном и животном мире мы судим по их остаткам, сохранившимся в породе, часто фрагментарным и далеко не полным, причем встречаются они не во всех породах. Сохранность органических остатков также далеко не всегда бывает хорошей, полностью сохранившиеся скелеты сравнительно редки. Таким образом, наше представление об органическом мире, существовавшем на определенном участке, как правило, бывает в большей или меньшей степени неполным. При этом надо еще учитывать то обстоятельство, что остатки организмов животных или растений могут быть обнаружены не там, где жили эти животные или росли растения, а в породах, сформированных в совершенно иных условиях, куда они были занесены вместе с обломочным материалом после более или менее длительной транспортировки. В этом случае органические остатки вообще не могут характеризовать органический мир определяемого по этим породам ландшафта.

С другой стороны, одинаковые остатки животных и растений могут быть обнаружены в отложениях, сформированных одновременно, но в разных ландшафтных условиях. В этом случае органические остатки являются показателями геологического возраста, но сведений о палеогеографических обстановках они не дают.

Мы говорили выше, что наличие определенных видов организмов является показателем обстановки их обитания. Однако при этом нельзя забывать, что условия обитания одних и тех же видов животных менялись с течением времени; например, некоторые животные, обитающие сейчас на морском мелководье, в древности могли жить на больших глубинах, и наоборот. Таким образом, и о другом составном элементе палеоландшафта — о связанном с ним органическом мире наши сведения далеко не всегда бывают достаточно полными, а иногда и вовсе отсутствуют. Такой элемент современного ландшафта, как почва, в палеоландшафтах определяется весьма редко. Следовательно, различается даже

само содержание понятий современного и древнего ландшафта.

Современный ландшафт мы видим непрерывно на всем его протяжении, древний же мы определяем только по отдельным пунктам, где проводим описание разрезов, распространяя данные наблюдений одного пункта на прилегающую к нему территорию, часто весьма большую (в зависимости от частоты расположения этих пунктов). Построение на основе этих данных палеогеографических карт, даже очень детальных, также неизбежно получает некоторый элемент условности.

Есть еще одна особенность выявления палеоландшафтов — это неполнота геологического материала и фрагментарность исходных данных. Последнее зависит от того, что осадконакопление часто происходит с перерывами, а в других случаях даже накапливающиеся непрерывно осадки впоследствии бывают частично уничтожены в результате размыва или иными более поздними геологическими процессами. Иногда бывает так, что толща осадков, накопившихся быстро, сменяется длительным перерывом, когда осадки не образуются (особенно часто это отмечается для наземных и отчасти прибрежно-морских отложений). Палеогеография пород, сохранившихся в разрезах, связана с распространением закрепленной в них информации на больший временной и пространственный интервалы.

Современные ландшафты, рассматриваемые нами, — это в основном наземные ландшафты суши. Однако большинство древних осадков, сохранившихся в виде горных пород, сформировалось на дне морей и других водоемов и, следовательно, имеют признаки ландшафтов морского дна, которые изучены значительно хуже.

Работы океанологов, проводимые сейчас по изучению осадков на дне морей и океанов у нас и за рубежом, несомненно обогатят наши знания о ландшафтах морского дна и, таким образом, позволят в дальнейшем в значительной степени уточнить палеогеографию древних морей. Но пока геологи при палеогеографических реконструкциях часто вынуждены говорить о древних «морских» подводных ландшафтах, не имея достаточно данных для сравнения их с современными.

С другой стороны, все элементы суши, даже если

сформировавшиеся на ней осадки и сохранились, весьма трудно показать на карте, так как наземные ландшафты значительно более разнообразны и изменчивы по сравнению с морскими. Поэтому часто возникают такие сложные названия палеоландшафтов, как, например, «прибрежная равнина, периодически заливаемая морем», и т. п. И только на очень детальных и крупномасштабных картах, построенных для небольшого времени, обстановка накопления осадков на суше может быть показана достаточно точно. В этом отношении палеогеографическая карта как бы «обратна» географической, для которой, наоборот, характерны детальное выделение элементов ландшафта суши и обобщенный показ морских и океанических пространств.

Особые сложности возникают при палеогеографических реконструкциях вулканических областей, где нормальный ход накопления осадков эпизодически прерывается лавовыми потоками, выпадением больших масс вулканического пепла и других продуктов вулканических выбросов. С другой стороны, вулканические взрывы часто уничтожают уже сформировавшиеся породы.

Вулканическая деятельность не только поставляет из глубин на поверхность земли огромные массы отложений, но и значительно изменяет общий ландшафт местности, что влечет за собой изменения в условиях накопления осадков. Понятно, что когда мы изучаем сложно построенные геологические разрезы, сложенные и осадочными и вулканическими породами, то восстановление палеогеографии для этих районов встречается с дополнительными трудностями. Тем не менее и такие работы уже проводятся геологами и вулканологами.

Ряд различий в определениях современных и древних ландшафтов приводит к тому, что при геологических исследованиях чаще описываются не палеоландшафты как таковые, а физико-географические условия, существовавшие во время накопления тех или иных отложений (особенно для морских).

Таким образом, палеоландшафты (даже определяемые с большей степенью детальности) и современные ландшафты имеют ряд весьма существенных отличий. Восстановление палеоландшафтов встречается со специфическими трудностями, и даже при очень детальных исследованиях нельзя провести полную аналогию меж-

ду современными и древними ландшафтами, так же как между картами географическими и палеогеографическими. Современное ландшафтоведение и палеогеография отличаются одно от другого примерно так же, как, например, зоология, изучающая современных животных, и палеонтология, изучающая остатки древних животных, обнаруживаемых в горных породах. Различие изучаемых объектов и целей их изучения влечет различие в методах исследования и в получаемых результатах. Но тем не менее разнообразные методы палеогеографии все более развиваются и обогащаются новыми данными, и мы получаем все больше оснований для восстановления и детализации палеоландшафтов.

Кроме указанных, существует еще одно отличие между изучением ландшафтов географами и геологами: первые отчетливо видят смену современных ландшафтов в пространстве, на поверхности земли, но изменения их с течением времени они если и отмечают, то для сравнительно небольшого промежутка времени. Геологи же, восстанавливая условия формирования разных толщ горных пород, могут проследить значительные изменения ландшафтов также и в течение весьма длительного времени (см. рис. 8, 9 и 10). Таким образом, изучение палеоландшафтов дает нам материал для познания истории развития земной коры.

В Советском Союзе палеогеографическим работам и построению палеогеографических и фашиально-палеогеографических карт уделяется большое внимание, и поэтому работы этого направления широко развиваются, особенно за последние два десятилетия¹. Строятся карты разных масштабов для больших или меньших интервалов времени, для разнообразных территорий и для отложений различного геологического возраста. Обычно эти построения имеют целью не только восстановление условий осадконакопления и их изменения, но также выявление закономерностей распределения полезных ископаемых, чтобы облегчить задачу их поисков или их прогнозирования. В этом большое практическое значение палеогеографических работ.

¹ Было проведено несколько совещаний, специально посвященных работам по палеогеографии, выпущен ряд книг и сборников статей по этому вопросу (некоторые из них указаны в прилагаемом списке литературы).

Распределение в земной коре полезных ископаемых обуславливается рядом причин. В том числе для осадочных полезных ископаемых (уголь, нефть, соли, многие руды, россыпи золота и алмазов и др.) одним из весьма существенных факторов является их связь с определенными ландшафтными условиями. Оконтуривание какого-либо элемента ландшафта на карте зачастую показывает геологам возможные контуры распространения на площади того или иного полезного ископаемого и, следовательно, указывает направление поисковых, разведочных и горных работ. Приведем несколько примеров.

Об особенностях ландшафтов, в которых формируются торфяники, впоследствии превращающиеся в угольные залежи, мы уже говорили выше. Основные их признаки — выровненность рельефа, влажный и не слишком холодный (умеренный или жаркий) климат и затрудненность стока грунтовых вод, обеспечивающая возможность заболачивания. Кроме таких палеогеографических условий, необходимы еще и определенные тектонические, а именно наличие медленных опусканий земной поверхности, обеспечивающих постепенное нарастание залежи торфяника такой толщины, которая достаточна для того, чтобы впоследствии, после уплотнения и ряда преобразований, из нее образовался угольный пласт толщиной, пригодной для его разработки. В настоящее время существует ряд таких ландшафтов. Так, например, в устье р. Риони имеются и современные и древние торфяники. Древние торфяники, уже погребенные под другими осадками, есть и в устье р. Неман, и на побережье Голландии, и в ряде других мест. И в прошлом также одним из наиболее благоприятных «углеобразующих» ландшафтов были территории опускающихся приморских низменностей, в частности в дельтах крупных рек. Другой такой «углеобразующей» обстановкой являются речные долины, особенно в низовьях рек, а также межгорные долины и котловины.

Однако и внутри каждой из этих обстановок детальные палеогеографические наблюдения позволяют выявить особенности ландшафта, то более, то менее благоприятные для угленакопления, а также те «неожиданности», которые могут быть встречены горными выработками уже при добыче угля.

Так, например, если мы обратимся к картам на рис. 10, то ясно даже и не геологу, что по северо-восточной окраине данной территории угольный пласт будет тоньше, потому что время его формирования на окраине суши было меньше, чем в центральной части торфяного болота. Там, где в торфяник был приток речных вод, примесь песка и глины увеличивается, значит, зольность торфяника возрастает, а следовательно, и качество образовавшегося из него угольного пласта будет ниже.

При переслаивании различных пород и многократном появлении речных систем реки часто прорезали столь глубокие долины, что размывали образовавшиеся ранее угольные пласты. Поэтому может получиться, что горная выработка, шедшая по углю, вдруг «упрется» в песчаник. И возникает вопрос — стоит ли проходить ее дальше? Решить этот вопрос помогает наше знание об обстановке формирования песчаника. Если он речной и мы идем в направлении поперек долины, то, пройдя эту песчаную линзу, мы можем ожидать опять встретить дальше продолжение того же угольного пласта. Более того, если задавать другую горную выработку, параллельную этому направлению, то, установив направление речной долины на палеогеографической карте, можно ожидать повторения встречи песчаника в определенном месте. С другой стороны, если выработка будет направлена, и там опять обнаружим, что угольный пласт сначала уменьшился в мощности, а затем исчез и выработка опять «уперлась» в песчаник, здесь можно сделать другой прогноз. Зная, что это направление в сторону моря и уголь перекрыт прибрежно-морским песчаником, можно считать, что проходить выработку и искать дальше этот угольный пласт нет смысла, так как в сторону моря торфяник выклинивался и в море формироваться уже не мог.

Если угольный пласт образовался в межгорной котловине, то естественно, что появление грубозернистых отложений, указывающих на приближение к горным

склонам, заставляет предположить, что толщина угольного пласта в этом направлении будет уменьшаться, он будет расщепляться на более тонкие слои, а качество его ухудшится в связи с добавочным поступлением в торфяник обломочного материала, сносимого со склонов гор.

Нефтяные залежи характеризуются тем, что нефть скапливается в породах наиболее пористых. Такими коллекторами нефти иногда являются, например, древние речные песчаники, так как «укладка» зерен в них менее плотная, чем в морских. Отсюда ясно, что если установлена приуроченность нефти к таким песчаникам, то выявление на карте контура древней реки дает основание для направления поисковых работ на нефть. В других случаях нефть скапливается в порах и трещинах массивов древних известковых рифов. Значит, в этом случае необходимо выявить на карте контур распространения древнего рифа среди других морских осадков того же возраста. Существуют и другие обстановки и условия концентрации нефти, но мы здесь их не касаемся.

Одним из важнейших осадочных полезных ископаемых является боксит — сырье для алюминиевой промышленности. Бокситы бывают разного происхождения, но большей частью они формируются при отсутствии сильных тектонических движений земной коры, в условиях жаркого и влажного климата, когда происходит сильное химическое разложение горных пород. Они приурочиваются либо к пологим водоразделам, либо к пониженным участкам древнего рельефа, куда сносились продукты разрушения с этих водоразделов. Значит, обнаруженные в породах признаки такого климата и пологого сивелированного рельефа являются как бы предпосылками для поисков остальных признаков, указывающих на возможность формирования залежей континентальных бокситов.

Железные руды вообще бывают разнообразного происхождения и источники железа различны. Рассматривать их все здесь нет возможности. Одни руды формировались на суше, другие — на дне морей. Руды континентального происхождения образуются в озерах и болотах. Осаждение железа в озерах наблюдается и в настоящее время (например, в некоторых озерах Каре-

лии), происходило оно и в разные геологические эпохи. Другие типы железных руд связаны с дельтовой обстановкой.

Континентальные железные руды возникали во влажных климатических зонах при умеренном или теплом климате. Рельеф также имел значение для рудообразования: он должен был быть пологим, слабо расчлененным. Мы видим, что ландшафт такого рода сходен с углеобразующим. И действительно, в ряде случаев обнаруживаются железистые породы, входящие в состав угленосных толщ. Морские железорудные отложения связаны с древними прибрежно-морскими ландшафтами при сильно расчлененной береговой линии пологой суши. В частности, в прибрежной зоне формируются «оолитовые» железные руды, в которых железистые минералы образуют солиты — шарики, концентрически слоистые внутри. В зависимости от расстояния от береговой линии моря, в котором руды формируются, изменяется состав минералов, содержащих железо. В других случаях железистые руды образовывались на дне морей с застойным режимом при недостатке кислорода в придонной морской воде.

Железные руды зачастую содержат примеси других полезных элементов: марганец, никель, ванадий, титан, кобальт, медь, хром. В некоторых случаях примесь этих элементов столь возрастает, что руды используются уже не для добычи железа, а для извлечения из них других, в том числе редких элементов. Установлено, что в различных ландшафтных обстановках возникают железные руды разного качества и с различными примесями. Поэтому понятно большое значение выявления палеогеографических условий их формирования: это позволяет не только оконтурить площади, наиболее благоприятные для поисков руд, но и прогнозировать их качество и особенности состава.

Марганцевые руды возникают преимущественно среди морских отложений (значительно реже — в озерных). В мелководных условиях ширина полосы накопления марганцевых руд в направлении, поперечном к древней береговой линии, бывает различной (от сотен метров до десятков километров) в зависимости от рельефа и уклона морского дна. При этом на разном расстоянии от берега состав руд различен: одни минералы,

которыми они представлены, сменяются другими по мере формирования руд на все более и более глубоких участках дна моря. Это является основанием для прогноза изменения качества руды в том или ином направлении исходя из палеогеографических построений. Наземные отложения марганцевых руд мало распространены и встречаются лишь в некоторых особых условиях (например, могут быть встречены в озерных отложениях вулканической зоны).

Фосфориты, добыча которых имеет большое народнохозяйственное значение, также образовывались лишь в определенных условиях древних ландшафтов, преимущественно морских. Как показали исследования советских ученых, залежи фосфоритов часто формировались в прибрежно-морской обстановке, там, где глубинные донные течения выносят богатые углекислотой и фосфором воды из глубин по направлению к берегу. С уменьшением глубины содержание углекислоты в воде падает и часть растворимого в воде фосфора выпадает среди донных песчаных осадков. Чем шире зона относительного мелководья (глубины 50—100 м), тем концентрация фосфора будет меньше, он как бы «размазывается» по всей этой площади. При узкой зоне выпадения фосфора создаются лучшие условия для большей его концентрации и возникновения залежей, имеющих промышленное значение. Есть и другие физико-географические обстановки формирования фосфоритовых руд, но мы на них останавливаться не будем. Упомянем только, что существенные указания на условия образования различных фосфоритовых залежей дают признаки вмещающих фосфор пород и в том числе встречаемые в них остатки морских организмов.

Медные руды могут образовываться различными путями и в различных ландшафтных обстановках, причем и здесь, как и у других полезных ископаемых, качество руд и их минеральный состав имеют свои особенности в зависимости от места сноса, способа транспортировки и того ландшафта, в котором происходит концентрация меди. В частности, крупные месторождения меди образуются в дельтах рек, впадающих в полуизолированные морские заливы и другие мелководные бассейны на периферии дельтовых равнин. Другой обстановкой, благоприятной для накопления меди, являются

случаев могут образовывать залежи и месторождения полезных ископаемых.

Так, например, в некоторых озерах и кратерах потухших вулканов образуются залежи серы, имеющей глубинное происхождение: она выносится из недр земли в составе вулканических газов, систематически выходящих на дне озера, где образуется ряд слоев серы среди озерных осадков. Такие залежи серы, формировавшиеся в кратерных озерах вулканических областей, известны в СССР, в Японии, на о. Тайвань. Обычно они сочетаются с железистыми прослоями и сопровождаются рядом других элементов.

Многие редкие элементы, поступающие на поверхность земли, при вулканизме концентрируются в торфяниках. В результате этого образующиеся из последних угли могут быть обогащены тем или иным элементом (например, ураном), а часто рядом элементов, так что угольные залежи могут разрабатываться с целью добычи последних. В этом случае палеогеографические построения для угольных месторождений и выяснение пространственных соотношений древних торфяников с древними вулканами приобретают особое значение.

Но вулканические процессы происходят не только на суше, но и под водой, на дне морей и океанов. Там вещества, поступающие из недр, обогащают воду и при определенных «ландшафтных» условиях морского дна создают такие концентрации, что выпадают в осадок. Обычно эти вещества концентрируются в углублениях дна, в «ловушках» в виде внутририфовых лагун, в лагунах, образовавшихся на месте кратеров крупных островных вулканов и т. п. Таким образом сформировались в прошлом некоторые крупные месторождения железа, фосфора, марганца и др.

Известно, что в областях современного вулканизма вулканическими газами и гидротермами выносится большое количество бора. Крупнейшие месторождения бора в Северной и Южной Америке и в Турции сформировались в озерах именно таким путем, за счет поступления его в составе вулканических газов в условиях засушливого климата. Академик Н. М. Страхов (1963) считает, что, кроме бора, в областях наземного вулканизма при засушливом климате возможно накоп-

ление лития, вольфрама, стронция, марганца, кремнезема, соды и ряда других элементов.

Следовательно, выделение на палеогеографической карте древних вулканических областей, а на территории последних при более подробных исследованиях деталей палеоландшафта дает основание для прогнозов как наличия полезных ископаемых, так и определенного их качества. Последнее обуславливается тем, что состав элементов, поступающих в донный осадок в результате сноса их с суши, отличается от состава и соотношения элементов, подаваемых вулканическими процессами. Кроме того, как мы уже говорили, качество полезного ископаемого и его свойства зависят от места, которое оно занимает в определенном палеоландшафте.

Итак, на ряде примеров, приведенных по различным полезным ископаемым, мы видим значение определения разных элементов палеоландшафтов суши и моря, показанных на рис. 7. Имеет практическое значение выявление контуров палеорек и площадей древних озер, местоположения дельт, заливов и лагун. В ряде случаев большое значение имеет определение контура древней береговой линии моря, так как в зависимости от положения относительно ее изменяется качество руд. Для полезных ископаемых морского происхождения определяются зоны волнений и зоны действий морских течений, изменения глубин морского дна, его уклона, ширины зоны мелководья и т. д.

Мы видим также, какое существенное значение имеет выявление климатических особенностей, в которых формировались осадки, так как с каждым видом климата связан свой совершенно определенный «набор» полезных ископаемых.

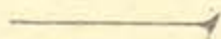
Все эти данные используются в практических целях: для определения контуров полезных ископаемых и направленности тех или иных качественных и количественных изменений руд, для уточнения направления различных геологических работ и т. д. Мы упомянули очень кратко лишь некоторые осадочные полезные ископаемые, связанные с ландшафтом. Но даже из этих кратких примеров очевидно то большое значение, которое имеет проведение фациального анализа, восстановление палеоландшафтов и составление палеогеографиче-

ских карт для поисков, разведки и добычи полезных ископаемых.

Рассматривая не одну, а ряд палеогеографических карт для разных этапов накопления осадков, мы видим изменение палеоландшафтов (а следовательно, и связанных с ними полезных ископаемых) не только в пространстве, но и с течением времени.

Однако значение палеогеографических исследований этим не ограничивается. Составление ряда карт для следующих один за другим определенных этапов геологического развития какого-либо района помогает восстановлению его геологической истории. Это, в свою очередь, позволяет понять и те последующие преобразования и изменения, которые происходят с первичными осадками, а затем с породами и, следовательно, с заключенными в них рудными концентрациями.

Последовательное сопоставление восстановленных палеоландшафтов от более древних к более молодым выявляет направленность их изменения по мере развития Земли в целом. Установлено, что общий ландшафт Земли в древности был не совсем таким, как сейчас. Так, в частности, в настоящем стало меньше мелководных морей и обширных приморских равнин. Кроме того, различные элементы палеогеографической обстановки неоднократно изменялись с течением времени. Эпохи горообразования сменялись эпохами выравнивания палеорельефа. Климатические зоны земного шара неоднократно смещались в зависимости от смещения оси вращения Земли; таким образом, климат на разных территориях изменялся. Животный и растительный мир непрерывно эволюционировал. Это, в свою очередь, влияло и на осадконакопление. Так, например, завоевание суши растениями повлияло на особенности развития речной сети, а следовательно, на размыв суши, перенос и отложение осадков. Активная вулканическая деятельность то проявлялась, то затухала. Изменение рельефа, климата и других элементов древних ландшафтов, естественно, влекло изменение обстановок, благоприятных то для одних, то для других полезных ископаемых. Поэтому в развитии последних отмечаются максимумы и минимумы, приуроченные к различным геологическим периодам.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели то значение, которое имеет палеогеография для поисков, разведки и добычи полезных ископаемых и для изучения геологической истории того или иного района и даже Земли в целом. В рамках данной брошюры мы не коснулись многих других аспектов исследований, связанных с палеогеографическими реконструкциями, а также тех сложностей, которые возникают при этом. Так, например, мы не касались вопроса о том, как выявляют разновозрастность горизонтов, для которых строится карта; как перейти от толщи отложений, смятых в складки, к развертке их на плоскости карты; как учитывать влияние вторичных изменений, происходящих с породами за многие миллионы лет, и как «снимаются» эти наложенные черты для выявления первичных признаков, определяющих ландшафт, в котором происходило осадкообразование. Каждый из этих вопросов необходимо разбирать специально. Здесь мы хотели показать лишь самое основное существо палеогеографических работ, не вникая во все те сложности, которые их сопровождают.

Какое же место занимает палеогеография среди других наук? Схематически это показано на рис. 12.

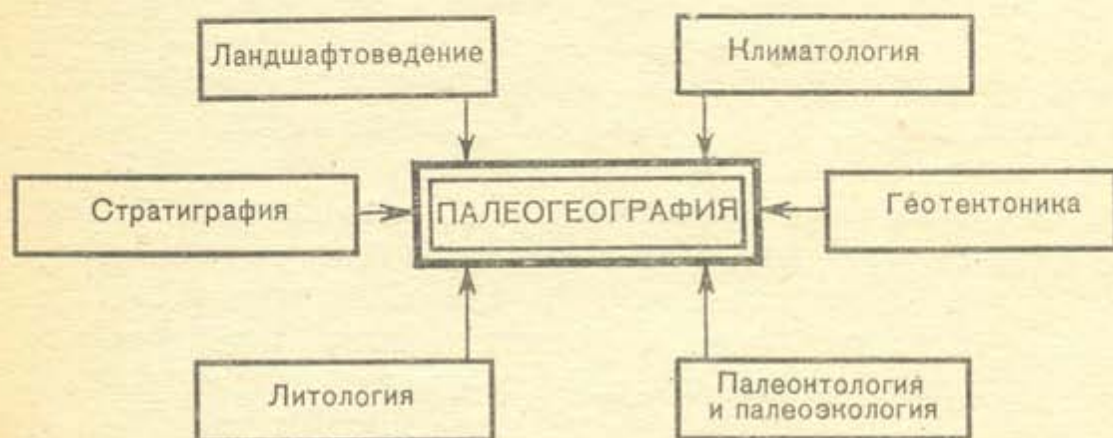


Рис. 12. Связь палеогеографии с другими науками.

Конечной целью палеогеографических работ является воссоздание первичных условий формирования поро-

ды, точнее — того осадка, который впоследствии превратился в горную породу. Определение этих условий: палеоландшафта — рельефа, климата, комплекса живых организмов (животных и растений), гидродинамических и геохимических условий невозможно было бы без знания современных ландшафтов и особенностей тех осадков, которые в них формируются. Это сближает палеогеографию с географией, в частности с ландшафтоведением и климатологией, которые показаны вверху схемы. Они дают сравнительный материал, позволяющий от знания современных ландшафтов переходить к восстановлению ландшафтов прошлого.

Однако решение всех вопросов палеогеографии производится геологическими методами и на основании геологических данных. Да и сам восстановленный палеоландшафт, как мы показали выше, имеет ряд принципиальных отличий от понятия современного географического ландшафта. Поэтому палеогеография относится к геологическим дисциплинам. Она тесно связана с другими разделами геологии. Выше мы говорили, что палеогеографические построения нельзя сделать без выделения разновозрастных частей в геологических разрезах, что основывается на стратиграфических работах; таким образом, данные стратиграфии используются в самом начале палеогеографических исследований. Поэтому стратиграфия помещена в левой части схемы.

Основой для палеогеографических построений и выводов об обстановках формирования отложений служат данные литологии, изучающей признаки горных пород, палеонтологии, определяющей виды и роды живых организмов, остатки которых находят в породах, и палеоэкологии, восстанавливающей образ жизни и условия обитания этих животных. На основании данных, полученных при этих исследованиях, и строятся основные палеогеографические выводы. Следовательно, литология, палеонтология и палеоэкология являются как бы фундаментом для палеогеографических построений. Поэтому они и помещены в нижней части схемы. Наконец, нельзя сделать палеогеографические выводы, не зная строения данной толщи, структуры земной коры и ее изменений, чем занимается геотектоника. Таким образом, схема на рис. 12 показывает соотношение палеогеографии с другими науками и ее место среди них.

Палеогеография — одна из сравнительно «молодых» наук, но она развивается очень быстро. Палеогеографические исследования внедряются во все большее количество геологических работ разных направлений. Поэтому понятно то значение, которое придается развитию этой науки в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас литолого-палеогеографических карт русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Под ред. акад. А. П. Виноградова. М., Госгеолотехиздат, 1961.

Ботвинкина Л. Н. Элементы полевого фациального анализа. — В сб.: «Методы изучения осадочных пород», т. I. М., Госгеолтехиздат, 1954.

Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М., «Наука», 1965.

Дзоценидзе Г. С. Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд. М., «Недра», 1969.

Жемчужников Ю. А., Яблоков В. С., Боголюбова Л. И., Ботвинкина Л. Н., Феофилова А. П., Ритенберг М. И., Тимофеев П. П., Тимофеева З. В. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна. Ч. I и 2. Труды геологического ин-та АН СССР. Вып. 15. М., Изд-во АН СССР, 1959—1960.

Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. М., «Высшая школа», 1971.

Методы палеогеографических исследований (сб. ст.). М., «Недра», 1964.

Методы составления литолого-фациальных и палеогеографических карт. Новосибирск, Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1963.

Наливкин Д. В. Учение о фациях, т. I и II. М., Изд-во АН СССР, 1955—1956.

Региональная палеогеография. Междунар. геол. конгресс. XXI сессия. Докл. советских геологов. М., Госгеолтехиздат. М., 1960.

Рухин Л. Б. Основы общей палеогеографии. Л., Гостоптехиздат, 1962.

Страхов Н. М. Основы исторической геологии. М., Госгеолтехиздат, 1948.

Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963.

Хворова И. В. История развития средне- и верхнекаменноугольного моря западной части Московской синеклизы. М., Изд-во АН СССР, 1953.

Эйноор О. Л., Айзенберг Д. Е. и др. Палеогеография карбона в СССР. — В сб.: «Региональная палеогеография». Междунар. геол. конгресс, XXI сессия. М., Госгеолтехиздат, 1960.

Геотектоника — наука, изучающая движения земной коры и формы залегания горных пород, структуры, создаваемые этими движениями.

Динозавры — доисторические очень крупные пресмыкающиеся, достигавшие в длину 20—25 м и более; реже встречаются мелкие — до 0,5 м (диноз — страшный, заурис — ящер).

Лито — употребляется как приставка к другим словам (литос по-гречески «камень»).

Литификация (буквально «окаменение») — превращение рыхлого осадка в плотную горную породу.

Литология — наука, изучающая осадочные горные породы.

Мощность — толщина слоев или толщ пород, измеряемая от их подошвы к кровле.

Палео — употребляется как приставка к другим словам (палеос по-гречески «древний»).

Палеогеография — наука, восстанавливающая физико-географические условия и ландшафтные обстановки, существовавшие в геологическом прошлом.

Палеонтология — наука, изучающая остатки ископаемых животных, сохранившиеся в горных породах, и восстанавливающая историю развития растительного и животного мира прошлых геологических эпох.

Палеоэкология — раздел палеонтологии: изучает условия существования и образ жизни организмов (животных и растений) в разные геологические эпохи.

Регрессия моря — отступление моря, вызывающее увеличение территории суши.

Слоистость — налегание пород или составляющих их компонентов друг на друга, слой за слоем.

Стратиграфия — наука, определяющая последовательность залегания слоев и толщ горных пород, их синхронность и геологический возраст.

Структура породы — размер и форма частиц, слагающих породу.

Текстура породы — взаимное расположение частиц породы и ее элементов.

Тектонические движения — перемещения участков земной коры, вызывающие изменения формы залегания геологических тел. Возникают главным образом под действием на земную кору процессов, происходящих внутри Земли.

Трансгрессия моря — наступление моря на сушу, вызывающее уменьшение площади последней.

Фация — отложения, формирующиеся в определенной физико-географической обстановке, которая выражается в признаках этих отложений.

Цикл осадконакопления — комплекс отложений, связанный определенной направленностью их изменения в зависимости от смены условий накопления осадков. Сходные циклы периодически повторяются.

10 коп.

Индекс 70076

