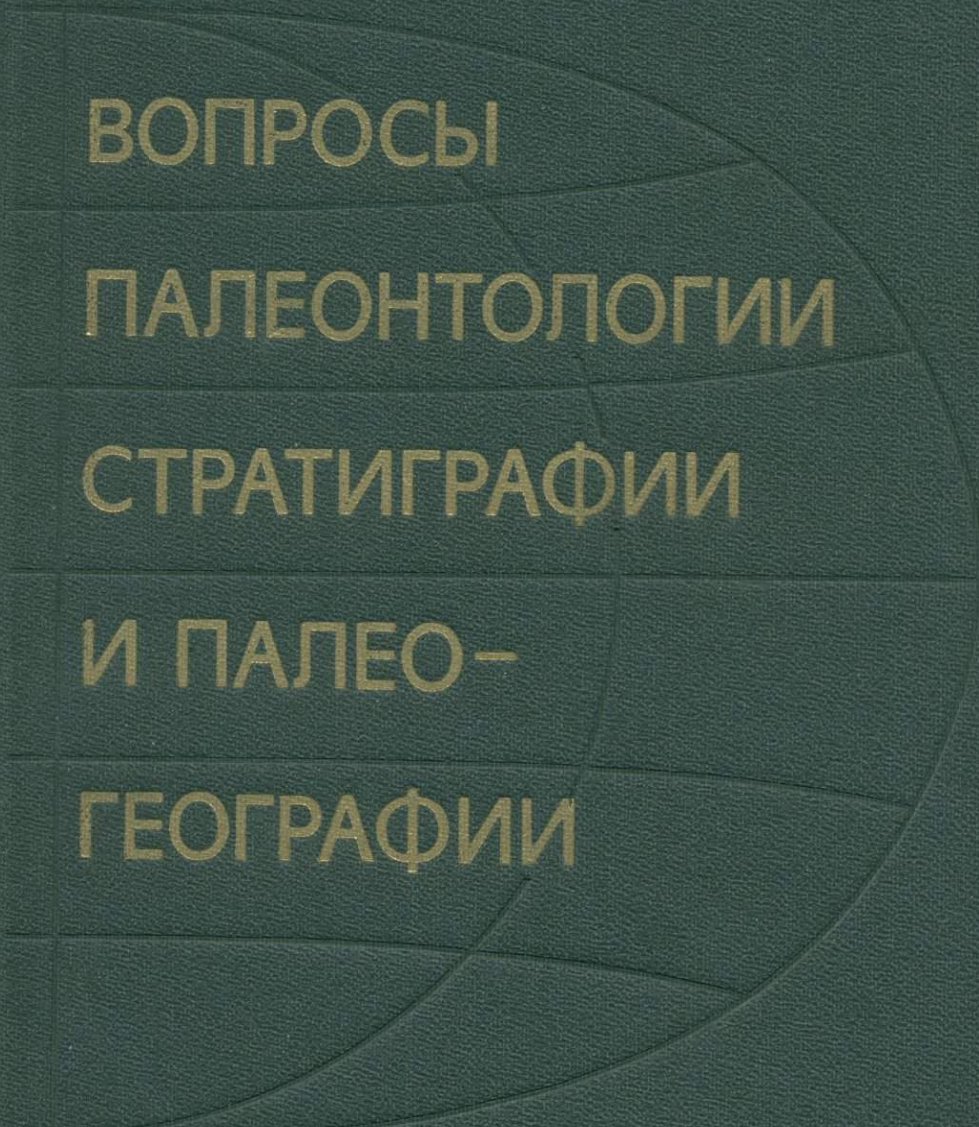
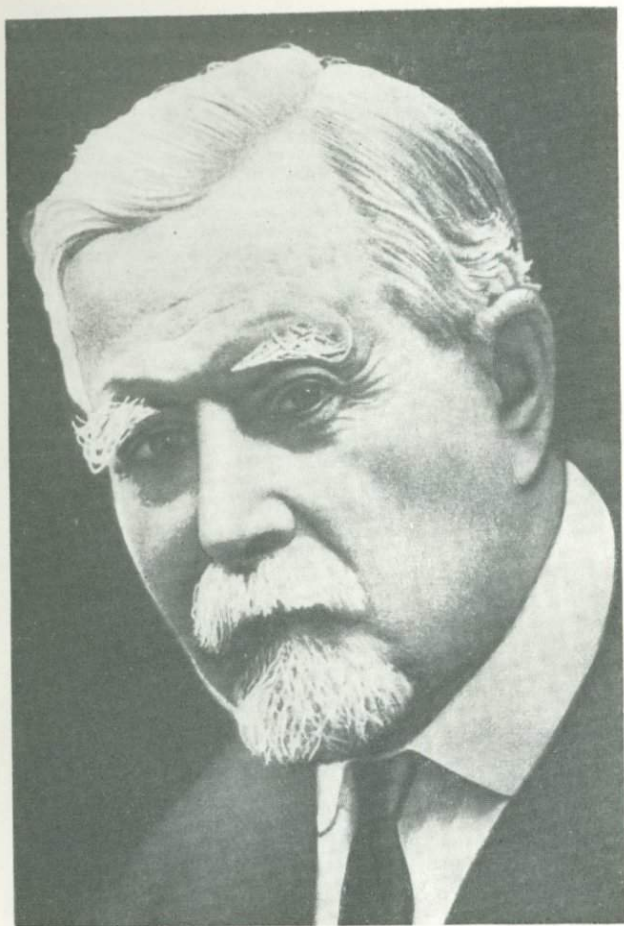


Д. В. Наливкин



ВОПРОСЫ
ПАЛЕОНТОЛОГИИ
СТРАТИГРАФИИ
И ПАЛЕО-
ГЕОГРАФИИ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ,
ГЕОХИМИИ И ГОРНЫХ НАУК

Д. В. Наливкин

ВОПРОСЫ
ПАЛЕОНТОЛОГИИ,
СТРАТИГРАФИИ
И ПАЛЕО-
ГЕОГРАФИИ

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ



ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Ленинградское отделение
1987



4938

Наливкин Д. В. Вопросы палеонтологии, стратиграфии, палеогеографии: избранные труды. Л.: Наука, 1987. 279 с.

В книгу включены статьи и разделы из крупных работ выдающегося советского геолога академика Д. В. Наливкина, Героя Социалистического труда, лауреата Ленинской и Государственной премий, почетного члена многих иностранных академий и научных обществ. Выбраны те работы, которые проложили новые пути исследований в палеонтологии, стратиграфии, палеогеографии и исторической геологии, а также работы, не утратившие своего значения и по сей день. Многие из них, став библиографической редкостью, продолжают цитироваться в современной геологической литературе.

Книга рассчитана на палеонтологов и стратиграфов, а также на геологов, занимающихся геологической историей и фаціальным анализом. Библ. 42 назв., ил. 25, табл. 3.

Редакционная коллегия:

акад. Б. С. СОКОЛОВ (гл. редактор),
чл.-кор. АН СССР В. Д. НАЛИВКИН
(зам. главного редактора, составитель),
чл.-кор. АН СССР М. И. БУДЫКО, А. И. ЖАМОЙДА,
А. Х. КАГАРМАНОВ (составитель),
А. РЖОНСНИЦКАЯ, С. В. ЧЕРКЕСОВА

Рецензент

Н. Г. ЧОЧИА

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Введение (В. Д. Наливкин)	5
Палеонтология	12
Группа <i>Spirifer anosofi</i> Vern. и девон европейской части СССР	12
Ареа спириферид	16
Дробные подразделения стратиграфические и палеонтологические	24
Этапы развития органического мира	26
История твердых органических образований	32
Стратиграфия	34
Понт и акчагыл	34
Направление развития стратиграфии в СССР	36
Вопросы стратиграфии СССР	52
Стратиграфия в СССР	68
Общие замечания к проблеме границы силура и девона	75
Палеогеография и тектоника	78
Очерк геологии Туркестана. Тектоника	78
Пески и течения	86
Палеогеография Средней Азии в кенозойскую эру	97
Тектонические циклы западной части Ангарской геосинклинали	106
Палеогеография Средней Азии	121
Складчатости и несогласия	145
Тектоника Памира	148
Палеогеография Русской платформы и работы А. П. Карпинского	154
Учение о фациях. Том I	166
Г л а в а I. Общие понятия	166
Учение о фациях. Том II	177
Г л а в а II. Методические указания по определению условий образования отложений	177
Время и место горообразовательных движений по конгломератам подножий	218
Зоогеографические провинции девонского периода на территории СССР	226
Геологические катастрофы	230
Карта девонского угленакопления	239
Палеогеографическая обстановка угленакопления	248
К проблеме эолового происхождения лёссов	256
Взаимодействие сфер земного шара	259
Проблемы перерывов	264

ПРЕДИСЛОВИЕ

Круг научной деятельности академика Дмитрия Васильевича Наливкина был чрезвычайно широк, охватывая почти все направления геологической науки, за исключением, пожалуй, петрографии и магматизма. В этом отношении его можно поставить в один ряд с классиками отечественной геологии — энциклопедистами А. П. Карпинским, В. А. Обручевым, А. Д. Архангельским и другими, которые плодотворно трудились в самых различных ее отраслях.

В списке опубликованных работ Д. В. Наливкина более 400 названий. В настоящую книгу включены лишь избранные труды по палеонтологии, стратиграфии, палеогеографии и исторической геологии; в следующую, которую предполагается издать несколько позднее, войдут наиболее важные статьи по общегеологическим вопросам, криволинейной симметрии, воспоминания о выдающихся русских геологах, публицистические работы, а также статьи, оставшиеся неопубликованными или вышедшие только за рубежом.

Каждая из вошедших в настоящее издание работ отвечает хотя бы одному из критериев, положенных в основу их подбора: в ней либо обсуждаются или ставятся новые проблемы и направления исследований; либо она представляет собой приоритетную публикацию, на которые обычно даются ссылки в современной литературе; либо содержит методические разработки, которыми пользуются и в настоящее время; либо, опубликованная в мало-распространенных изданиях, она стала труднодоступной.

Д. В. Наливкина отличало стремление к всестороннему рассмотрению вопроса, с проникновением в смежные разделы геологии. Поэтому при подборе не всегда удавалось четко отделить палеонтологические работы от стратиграфических и палеогеографических, а последние — от тех, где рассматривается история геологического развития. Хронологический порядок публикаций позволяет проследить изменения в направлении интересов Д. В. Наливкина по мере развития советской геологии.

Работы подбирались и комментировались в основном А. Х. Кагармановым — заведующим кафедрой исторической геологии Ленинградского горного института, долгие годы до этого руководимой Д. В. Наливкиным, — и В. Д. Наливкиным — его сыном. В просмотре и выборе работ принимали также участие Е. В. Владимирская, Н. Г. Власов, М. С. Месежников, Ю. П. Селиверстов, В. А. Сытова и С. В. Черкесова, ознакомившиеся со статьями, близкими их специализации. Очень большую работу провел рецензент Н. Г. Чочиа. Всем им составители выражают глубокую благодарность.

ВВЕДЕНИЕ

Дмитрий Васильевич Наливкин, один из крупнейших геологов нашей страны, прожил долгую жизнь (1889—1982 гг.), плодотворно работая до последних дней. Начав свои научные исследования еще в студенческие годы, он вплоть до 40-х годов почти ежегодно выезжал на летние полевые работы сначала на Апшеронский полуостров, где участвовал в геологической съемке и проводил изучение четвертичных моллюсков, затем в Среднюю Азию, где разрабатывал стратиграфические схемы палеозоя, изучал историю формирования северных, центральных и южных тектонических дуг, а с середины 20-х годов — еще и на западный склон Урала, с целью создания дробной биостратиграфической схемы девона и нижнего карбона.

Великая Отечественная война потребовала безотлагательного решения иных задач. Основное внимание и силы Д. В. Наливкина были направлены на поиски бокситов — стратегического сырья, а также угля и руд для предприятий Урала. За геологические работы, обеспечившие создание сырьевой базы для алюминиевой промышленности на Урале, в 1946 г. ему, в числе других геологов, была присуждена Государственная премия СССР 1-й степени.

После Великой Отечественной войны сфера деятельности Д. В. Наливкина значительно расширилась. В 1946 г. он избирается в действительные члены Академии наук СССР и назначается председателем президиума ее Туркменского филиала. К этому времени он уже широко известный ученый, главный редактор сводных геологических карт Советского Союза, коим бессменно оставался вплоть до 1980 г. За научное руководство по составлению геологической карты СССР масштаба 1 : 2 500 000 в 1957 г. ему была присуждена Ленинская премия.

В 1955 г. Д. В. Наливкин избирается председателем организованного по его же инициативе Межведомственного стратиграфического комитета (МСК), в 1956 г. — председателем Комиссии по подготовке к изданию Международной тектонической карты Европы, а в 1957 г. — председателем только что созданного Национального комитета геологов Советского Союза. Этим положено начало его активной международной деятельности.

В 1960 г. он был назначен главой советской делегации на XXI сессии Международного геологического конгресса в Дании.

В 50—60-е годы выходят в свет его крупные монографии: расширенное двухтомное третье издание «Учение о фациях» (1955—1956 гг.), в котором он предложил иерархическую классификацию палеогеографических обстановок осадконакопления; «Геология СССР» (1962 г.), впоследствии переведенная и изданная в Англии; увлекательнейшая книга «Ураганы, бури и смерчи», где показано существенное влияние этих грозных атмосферных явлений на осадконакопление.

В 70—80-е годы помимо геологических работ публикуются его книги мемуарного характера: «Наши первые женщины-геологи» (1979 г.) и «Из далекого прошлого» (1981 г.).

Д. В. Наливкин создал учение о криволинейной симметрии, показав, что классическая симметрия является лишь частным ее случаем. Он всегда стремился, чтобы его теоретические исследования приносили практический результат, к чему призывал и своих многочисленных учеников.

Дмитрий Васильевич был прирожденным преподавателем. Его лекции, необычайно увлекательные, неизменно собирали полные аудитории. Начав преподавательскую деятельность еще в 1913 г. в качестве ассистента кафедры исторической геологии Петербургского горного института, он уже в 1924 г. становится ее профессором. Многие сотни его учеников работают во всех частях Советского Союза.

По природе добрый и отзывчивый, Д. В. Наливкин обладал общительным и веселым нравом, ценил и понимал шутку. Все это очень привлекало к нему людей. Еще в 1917 г. избранный председателем первого Челкарского совета рабочих и солдатских депутатов (пос. Челкар, Казахстан), Дмитрий Васильевич и позднее многие годы был депутатом Ленинградского городского совета депутатов трудящихся, а в 1947 г. был избран депутатом Верховного Совета Туркменской ССР. Велика была его работа и в Советском комитете сторонников мира.

В 1963 г. Д. В. Наливкину было присвоено звание Героя Социалистического Труда «за выдающиеся успехи, достигнутые в деле открытия и разведки месторождений полезных ископаемых».¹ Он был награжден четырьмя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, тремя орденами Трудового Красного Знамени и орденом Дружбы народов.

Академия наук СССР наградила Д. В. Наливкина золотой медалью им. А. П. Карпинского, а академии наук ЧССР, Бельгии и Немецкое геологическое общество — золотыми и памятными медалями. Дмитрий Васильевич был почетным членом Академии наук Туркменской ССР, Академии наук ЧССР и свыше десяти зарубежных научных обществ.

В многосторонней деятельности Д. В. Наливкина как геолога

¹ Правда, 1963 г., 30 апреля.

палеонтология, стратиграфия и палеогеография занимали все же особое место. Они служили фундаментом при работе над геологическими картами, тектонических и других построениях. Даже криволинейная симметрия своим появлением обязана сопоставлению как бы изогнутых асимметричных двустворок с симметричными раковинами палеозойских брахиопод. Достаточно сказать, что вопросам палеонтологии, стратиграфии и палеогеографии посвящено 125 опубликованных работ Дмитрия Васильевича — почти треть общего их числа.

Интерес к палеонтологии привил Д. В. Наливкину его отец — В. А. Наливкин, тоже геолог, работавший вначале в центральных областях Европейской России, а в последние годы своей жизни — в Донбассе. Этот интерес еще больше укрепился учителями Д. В. Наливкина — Ф. Н. Чернышевым, А. П. Карпинским, А. А. Борисяком и Н. Н. Яковлевым.

Первая палеонтологическая работа Д. В. Наливкина — о моллюсках бакинского яруса Апшеронского полуострова — увидела свет в 1914 г., когда он еще был студентом Горного института. В ней для разделения трудноразличимых видов им была применена статистическая обработка системы замеров многочисленных раковин. Поначалу встреченная Н. И. Андрусовым «в штыки», она впоследствии получила всеобщее признание. Этот труд Д. В. Наливкин представил в качестве своей дипломной работы.

В 1911 г. Д. В. Наливкин был приглашен Д. И. Мушкетовым в качестве палеонтолога для сборов и обработки палеозойской фауны в Ферганской долине. Он провел не только определения этой фауны, но и сопоставил ее с фаунами Западной Европы, Северной Америки, Австралии, а также Кавказа и Урала. Такое сопоставление позволило достоверно обосновать возраст слоев и пачек, выделявшихся в Средней Азии. Разработанная им схема долгие годы использовалась при геологических съемках.

В 1924 г. он представил на звание профессора монографию «Брахиоподы верхнего и среднего девона Туркестана», легшую в основу второй книги — «Очерк геологии Туркестана» (1926 г.), в которой с новых позиций дается обзор геологического строения и развития этого региона. Русское географическое общество за эту последнюю присудило Д. В. Наливкину серебряную медаль им. Н. М. Пржевальского. Отмеченные стратиграфические и палеогеографические исследования позволили Д. В. Наливкину создать три важные работы по геологическому развитию Средней Азии, в которых исходя из смены ландшафтов далекого прошлого раскрывается история тектонического развития региона. В настоящей книге помещены две из этих работ.

В эти же годы Д. В. Наливкин с помощью вариационной статистики разделил вид *Spirifer anossofi* Vern. на несколько видов, сортов и мутаций. Оказалось, что одни формы встречаются в низах верхнего девона, а другие — в его верхах. В результате были прекращены споры о стратиграфической приурочен-

ности этого вида, а на Утхинском нефтяном месторождении получен даже практический «выход» — удалось увеличить запасы нефти, так как было доказано отсутствие грабена в своде структуры.

Палеонтолого-стратиграфические работы на Урале также дали много нового. В начале 20-х годов в результате переопределения коллекций, собранных другими геологами, удалось обосновать наличие силурийских отложений на Урале. Его учитель Ф. Н. Чернышев ранее относил эти отложения к девону. Надо было обладать немалой смелостью, чтобы опровергнуть мнение столь крупного ученого, но доказательства были бесспорными, и это еще более укрепило авторитет Д. В. Наливкина.

В те же годы в результате обработки собственных коллекций, Д. В. Наливкин впервые палеонтологически обосновал наличие на Урале турнейского яруса, разработал дробное стратиграфическое расчленение девонских и турнейских отложений и выделил различные типы разрезов. Кроме того, он аргументировал положение границы между турнейским и визейским ярусами. Все выводы основывались на монографической обработке фауны. Однако монографии на эту тему были опубликованы значительно позже: в 1951 г. — «Фауна верхнего и среднего девона восточного склона Башкирского Урала», в 1973 г. — «Брахиподы пограничных отложений турнейского и визейского ярусов западного склона Урала» (совместно с Н. Н. Фотиевой) и в 1979 г. — «Брахиподы турнейского яруса Урала».

Одновременно большие палеонтолого-стратиграфические работы велись Д. В. Наливкиным по Советской Арктике, Казахстану, Русской плите и в меньших объемах по Салаиру, Сибирской платформе, Алтаю и Туве. Кроме того, проводилась огромная работа по определению коллекций геологов-съемщиков, собранных в различных районах Советского Союза, которая иногда приводила к принципиальным изменениям карт.

С именем Д. В. Наливкина связано установление девонских отложений, а местами и расчленение их, почти во всех районах Арктики. Достаточно сказать, что фауне Арктики посвящено более 15 статей. Великая Отечественная война помешала ему закончить монографию по девонской фауне Арктики, однако большая часть выделенных им новых видов, описание которых было доработано позже, была опубликована в 1960 г. в сборнике «Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР».

Монографическое описание брахиопод верхнего и среднего девона и нижнего карбона северо-восточного Казахстана вышло из печати раньше — в 1937 г. Предложенная в этой книге схема расчленения до сих пор лежит в основе действующих здесь стратиграфических схем.

По стратиграфии и фауне девона Русской плиты Д. В. Наливкин опубликовал 8 работ. Наиболее значительными из них являются: «Группа *Spirifer anossofi* Verp. и девон европейской части СССР» (1925 г.; ее начало помещено в настоящей книге),

«Семилукские и воронежские слои» (1930 г.), «Задонские и елецкие слои» (1934 г.) и «Брахиоподы Главного девонского поля» (1941 г.).

В 1937 г. Д. В. Наливкин предложил выделить из силурийской системы нижний отдел в качестве самостоятельной ордовикской системы, подобно тому как это было сделано в Англии. Однако это предложение получило признание только в 50-х годах.

Характерной особенностью упомянутых работ Д. В. Наливкина было сопоставление сообществ фауны со средой обитания. Он всегда старался по характеру фауны и породы, в которой она находилась, восстановить палеогеографические условия. Последние позволяли реконструировать весь комплекс фауны и его особенности, а с другой стороны — являлись фундаментом для тектонических выводов.

В изучении фауны Д. В. Наливкину помогала его жена, А. К. Наливкина. Ею велась картотека ископаемых брахиопод, а также определялись гониатиты верхнего девона и нижнего карбона. Многие годы Д. В. Наливкин работал вместе с крупнейшим специалистом по девонским брахиоподам — Б. П. Марковским и с препаратором Е. И. Ивановой. Сотрудничество с Б. П. Марковским началось в 1933 г., а в 1938 г. они разделили сферы деятельности. Б. П. Марковский взял на себя обработку материалов по среднему девону и франскому ярусу, а Д. В. Наливкин — по фаменскому и турнейскому ярусам, вместе с тем они постоянно совместно обсуждали неясные вопросы стратиграфии всего девона и изучали неопределенные экземпляры фауны.

После Великой Отечественной войны монографической обработкой фауны Д. В. Наливкин уже не занимался, но с помощью других палеонтологов (Н. Н. Фотиевой, А. К. Крыловой, С. В. Черкесовой) подготавливал к печати написанные ранее монографии по турнейским и нижневизейским брахиоподам Урала и брахиоподам Арктики. Одновременно с этим его деятельностью была направлена на создание и проведение через Межведомственный стратиграфический комитет унифицированных стратиграфических схем как для всего Советского Союза, так и для его отдельных крупных регионов. Особенное внимание уделялось им девонской системе. Он был председателем девонской комиссии МСК. Расширилась и международная его деятельность. Он не раз консультировал стратиграфические исследования чехословацких и польских геологов, активно участвовал в работе Карпато-Балканской ассоциации геологов, где существенное внимание уделялось вопросам стратиграфии, а также во Всекитайском стратиграфическом совещании (1959 г.).

Необходимо отметить его работу по обоснованию и утверждению положения границы между силурийской и девонской системами. В 1968 г. он руководил Международным симпозиумом в Ленинграде, на котором была достигнута общая договоренность о положении этой границы, устанавливаемой по изменению фаун

граптолитов, конодонтов и хитинозоа. В 1972 г. эта граница была утверждена на Международном геологическом конгрессе.²

К наиболее крупным и интересным работам Д. В. Наливкина в послевоенные годы можно отнести написанные им разделы в Атласе руководящих форм ископаемых фаун СССР (1947 г.); раздел «Девонская система» во втором томе «Геология СССР» (1963 г.); главы в монографии «Стратиграфия СССР: Девонская система» (1973 г., т. II). Большое значение имеют статьи, касающиеся общих вопросов стратиграфии СССР (1953 г., 1957 г.,³ 1960 г.,³ 1967 г.³), в которых ставятся новые ее проблемы и намечаются пути их решения.

Очень интересна серия небольших статей по отдельным вопросам палеонтологии, стратиграфии и развитию жизни на Земле. К ним относятся: 1) «Установление видов в палеонтологии» (1964 г.); 2) «Этапы развития и тафономия планктона» (1973 г.); 3) «Ареа спириферид» (1976 г.);³ 4) «Этапы развития органического мира» (1978 г.);³ 5) «Дробные подразделения — стратиграфические и палеонтологические» (1978 г.);³ 6) «История твердых органических образований» (1979 г.);³ 7) «Вода и жизнь» (1981 г.); 8) «Детализация стратиграфическая и палеонтологическая» (1982 г.); 9) «Вид и его подразделения» (1983 г.).

Наконец, нужно отметить его палеогеографические работы. Здесь на первом месте стоит третье двухтомное издание «Учения о фациях» (1955 и 1956 гг.), первая и последняя главы которого включены в настоящую книгу. В статьях по условиям образования угленосных толщ (1953 г., 1960 г.,⁴ 1962 г.⁴) процесс накопления углей и переход угленакопления от морских условий к континентальным связывается с выходом растений на сушу, появлением постоянных рек и болот и общей гумидизацией климата. Принципиально новым для своего времени было содержание статей «Время и место горообразовательных движений по конгломератам подножий» (1956 г.⁴) и «Проблемы перерывов» (1974 г.⁴), заставивших геологов несколько иначе взглянуть на геологическую историю. В статье «Палеогеография Уральской геосинклинали в палеозое» (1972 г.), как и в статье «Палеогеография Средней Азии», опубликованной почти на 40 лет раньше, на основании смены палеогеографических обстановок раскрывается тектоническая природа и процесс развития Уральской геосинклинали.

Наряду с перечисленными Д. В. Наливкиным были опубликованы также и статьи, спорные по содержанию, как, например, «Возраст соленосных толщ Русской платформы» (1959 г.) и «Флиш — континентальные отложения». В первой спорным является предположение о наличии среднедевонских солей в Днепровско-Донецком авлакогене, а также девонской соли в Прикаспий-

² Ее положение соответствует подошве граптолитовой зоны *Monograptus uniformis*.

³ Включены в настоящую книгу.

⁴ Включены в настоящую книгу.

ской синеклизе. Большинство геологов считает, что плитки известняков с девонской фауной были завезены на оз. Баскунчак случайно в плохо очищенных железнодорожных вагонах. В отношении выводов, содержащихся в статье о флише, взгляды подавляющего числа геологов расходятся с мнением Д. В. Наливкина, так как имеется достаточно данных, говорящих о морском происхождении флиша.

В настоящем кратком обзоре работ нам удалось перечислить далеко не все оригинальные и важные выводы, которые были сделаны Д. В. Наливкиным. Некоторые из них рассеяны по мелким статьям, объемом всего в несколько страниц, по рецензиям и в воспоминаниях о геологах нашей страны.

ГРУППА *SPIRIFER ANOSSOFI* VERN. И ДЕВОН ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР¹

СОДЕРЖАНИЕ СТАТЬИ

I. Описание группы *Spirifer anossofi* Vern. О применении вариационной статистики в палеонтологии и методика работы. Очерк истории изучения группы *Spirifer anossofi* Vern. Общая характеристика группы. Описание форм: *Spirifer* (*Theodossia*) *anossofi* Vern *typus*, *S. katavensis* n. sp. То же, var. *ischmensis* n. var. То же, var. *uchtesis* n. var., *S. tanaicus* n. sp. То же, mut. *voronensis* n. mut. То же, mut. *evlanensis* n. mut. То же, mut. *donensis* n. mut. То же, mut. *livensis* n. mut., *S. (Paulonia) ranovensis* Peetz, *S. (Theodossia) svinordensis* n. sp. Общий обзор форм. Очерк развития группы.

II. Стратиграфические соотношения слоев с группой *Spirifer anossofi* Vern. Центральная часть СССР. Схемы разреза. Семилукские слои. Воронежские и евлановские слои. Юрьевские слои. Елецкие слои. Малевко-мураевнинские слои. Северо-западная часть СССР. Тиман. Урал. Батырский мыс, деревни Айлина и Серпеевка, Усть-Катав. О возрасте слоев с *Pentamerus baschkiricus* Vern. Р. Язьва. Кадинская пристань на р. Исети. Параллелизация разрезов. Мугоджары. Общий обзор разрезов верхнего и среднего девона европейской части СССР. Таблицы числовых данных. Графики. Фотографические таблицы.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Обрабатывая фауну туркестанского девона, я натолкнулся на форму, близкую к *Spirifer anossofi* Vern. Это вызвало необходимость сравнения с представителями этого вида из европейской части СССР. Во время сравнения мне бросились в глаза два факта: 1) формы, определявшиеся ранее как *Spirifer anossofi* Vern. из различных местностей, довольно значительно отличаются друг от друга; 2) фауны, заключающие в себе эти формы, также различны. Эти два факта вызвали необходимость их детального изучения, что и является содержанием настоящей работы.

Во время предварительного просмотра стало ясно, что ряд форм настолько близки друг другу, что обычные палеонтологические методы описания и сравнения не могут дать резкие, хорошо отличающиеся друг от друга характеристики. Поразительные результаты, получившиеся применением методов вариационной статистики к изучению биологических явлений и в особенности изменчивости, подали мне мысль о приложении этих выводов

¹ Зап. Росс. минерал. о-ва, 1925, 2-я сер., ч. 54, вып. 2, с. 267—358. (Здесь публикуется только начало статьи. — с. 267—274, где рассматривается способ применения вариационной статистики).

к изучению группы *Spirifer anosofi* Verp., что и было сделано в настоящей работе.

В ходе работ мне неоднократно приходилось прибегать к помощи ленинградских генетиков, всегда охотно и любезно оказывающих содействие как личными указаниями, так и предоставлением необходимой литературы, особенно благодарен я проф. Ю. А. Филипченко, А. П. Карпинскому, Н. Н. Яковлеву, А. А. Борисяку и М. Э. Янишевскому автор глубоко благодарен за ценные указания по ряду палеонтологических и стратиграфических вопросов. Геологические музеи Академии наук, Горного института, Геологического комитета и Ленинградского университета весьма любезно предоставили в мое распоряжение свои обширные коллекции.

О ПРИМЕНЕНИИ ВАРИАЦИОННОЙ СТАТИСТИКИ В ПАЛЕОНТОЛОГИИ

За последние десятилетия вариационная статистика получила чрезвычайно широкое применение при разрешении ряда биологических вопросов, главным образом при изучении изменчивости и наследственности, при сравнении близких форм и т. д. Соответственно велика и литература.² В этих руководствах даны списки литературы, а также изложение основных методов и приемов работы.

В палеонтологии вариационная статистика еще мало распространена. В русской литературе настоящая работа, по-видимому, является первой, в которой применены методы современной вариационной статистики. Мысль же об использовании математических методов при сравнении сильно изменчивых групп встречается в ряде трудов. Как пример можно указать работы Розена.³ В западноевропейской литературе можно привести работы Рихтера (Richter),⁴ Ведекинда (Wedekind),⁵ Клена (Klähn),⁶ Бубнова.⁷ Особенно интересна работа Клена. Методика вариационной статистики и основные константы приведены в вышеупомянутых работах Филипченко, Сапегина и Иогансена.

Главнейшие достоинства вариационной статистики в палеонтологии, по-видимому, следующие.

² Филипченко Ю. А. Изменчивость и методы ее изучения. Пгр., 1923. 237 с.; Сапегин А. А. Вариационная статистика. Харьков. 1922. 79 с.; J o h a n s e n. Elemente der exacten E chkeitslehre. Jena, 1909. 515 S.

³ Остроумов. Поездка на Каспий. — Тр. О-ва естествозн. при Казанск. ун-те, 1905, т. 39.

⁴ Richter. Zur stratigr. Beuteil. von Calceola. — Neues Jb., 1916, II, S. 36—41, 4 табл.

⁵ Wedekind. Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Berlin, 1916.

⁶ Klähn. Der Wert der Variationstatistik für die Paleontologie. — Ber. Natur. Ges. Freiberg., Bd 22.

⁷ B u b n o f f. Die Iadinische Fauna von Forno bei Predazzo. — Verh. Nat. Ver. Heidelberg, N. F., 1921. Bd X+V. Табл. X и XI.

1. Возможность сравнения больших количеств особей двух видов. В палеонтологии сравнение обычно производится на небольшом числе особей, причем возможно влияние случайностей сбора, случайности выбора того или другого экземпляра, уродливости и т. п.; использование же больших масс особей устраняет или значительно ослабляет эти возможности.

2. Устранение субъективности в описании признаков и сравнение их по объективным цифровым данным.

3. Форма вариационной кривой позволяет установить степень однородности состава данной фауны. Например, многовершинность кривых указывает на возможную его неоднородность ее состава.

4. Позволяет установить: а) связь изменчивости одного признака с изменчивостью другого; б) является ли данный признак признаком возраста или признаком нового вида; в) связь данной особи с любой группой особей.

5. Срединная ошибка и основное отклонение позволяют установить степень связи между собой двух изучаемых групп особей или отдельной особи и группы особей.

Основное значение вариационной статистики заключается в том, что она дает возможность значительно расширить и уточнить применение математики в палеонтологии и тем самым заменить ряд субъективных описаний цифровыми данными.

Однако в одних случаях применение вариационной статистики в палеонтологии затруднено, в других — невозможно, а в третьих — излишне.

Затрудняется оно обычно небольшим числом находимых особей. Для более или менее точной характеристики варьирующей группы необходимо не менее 50 вариантов.

Невозможно оно для признаков, не поддающихся измерению, например степени кривизны, формы ограничивающей кривой и т. п. Нет никакого сомнения, что эта невозможность только временна и при развитии математики и методов ее приложения будет устранена. Тогда палеонтолог сможет дать полную, точную и объективную характеристику данной формы.

Излишне применение вариационной статистики в палеонтологии в тех случаях, когда фауна состоит из большого числа резко отличающихся видов, представленных небольшим числом особей, как это часто имеет место в нормальных морских фаунах.

С другой стороны, неизбежно применение вариационной статистики при изучении сильно варьирующих близких друг к другу форм, представленных большим числом особей. Такими формами изобилуют фауны ненормальных бассейнов — изолированных, опресненных и т. п., например, южнорусских неогеновых морей, цехштейнового моря и т. д. В частности, в девонских морях группами, при изучении которых необходимо применять вариационную статистику, являются группы *Spirifer anossofi*, *Spirifer verneuili*, *Rhynchonella livonica* и др.

Большие результаты может дать также применение вариацион-

ной статистики при изучении космополитических, широко распространенных видов, изобилующих особями, например *Atrypa reticularis*, *Pentamerus galeatus*, *Orthis striatula* и т. п. В этих случаях возможно разделение этих видов, в настоящее время не имеющих никакого значения для стратиграфии, на ряд более дробных видов, характеризующих отдельные горизонты.

Опыт приложения вариационной статистики к изучению группы *Spirifer anossofi* показал, что все выделенные формы хорошо обособляются уже при непосредственном сравнении. То же можно сказать и про отдельные признаки. Вариационная статистика не открыла ни одной новой формы, ни одного нового признака, но она дала возможность закрепить и точно охарактеризовать отличия, которые при словесном описании почти неуловимы и не поддаются объективной характеристике. Палеонтология выделила и установила различия и соотношения форм и признаков; вариационная статистика построила под ними прочный цифровой фундамент, создав стройное здание систематики целой группы.

Измерению подвергались все особи, у которых можно было измерить большинство признаков. Исключение составляют фауны Усть-Катава, где число цельных экземпляров превышает тысячу, и р. Ухты, где оно около трехсот.

Измерение производилось штанген-циркулем с нониусом и микрометрическим винтом, позволяющим измерять десятые мм. Измерялись следующие признаки: 1) ширина раковины; 2) длина раковины (брюшной створки); 3) длина спинной створки; 4) высота раковины; 5) высота брюшной створки; 6) высота спинной створки; 7) длина замочного края (ареа); 8) расстояние между линией наибольшей ширины и лобным краем; 9) наибольшее расстояние между макушками створок; 10) ширина синуса у лобного края; 11) высота синуса у лобного края; 12) число средних складок; 13) число боковых складок (с одной стороны); 14) ширина пяти первых боковых складок у лобного края; 15) то же на расстоянии 6 мм от макушки.

Затем были вычислены для каждой особи следующие соотношения: 1) длины к ширине (удлиненность); 2) высоты к ширине (вздутость); 3) высоты спинной створки к высоте брюшной створки (неравностворчатость); 4) длины замочного края к ширине раковины; 5) расстояния между линией наибольшей ширины и лобным краем к длине спинной створки; 6) ширины синуса к ширине раковины; 7) высоты синуса к ширине раковины; 8) высоты синуса к высоте спинной створки; 9) произведение ширины синуса на его высоту.

Результаты измерений и вычислений для каждого местонахождения и признака (включая соотношения) были расположены в виде вариационных рядов. При этом обнаружилось существование в фаунах юрьевских и евлановских слоев двух хорошо обособленных групп. Эти группы и промежуточные между ними формы были выделены путем непосредственного сравнения и сравнения комплексов наиболее характерных признаков. Таким

образом, получилось тринадцать групп форм, охарактеризованных 312 вариационными кривыми, заключающими в себе 24 000 вариантов.

Затем для каждой кривой были вычислены: среднее арифметическое — M , основное отклонение — σ и средняя ошибка — m и для каждой пары признаков отношение

$$M_1 - M_2 \div \sqrt{m_1^2 + m_2^2}.$$

При сравнении внутренних признаков учитывалось строение примакушечного аппарата и ручных поддержек.

Кроме измеренных признаков при сравнении принимались во внимание еще и следующие: 1) очертание раковины; 2) форма макушки; 3) форма ареи; 4) форма дельтириума; 5) степень и характер ограниченности синуса и возвышения; 6) форма синуса и возвышения; 7) форма складок; 8) форма промежутков между складками.

Таким образом каждый вид был охарактеризован от 35 до 40 признаками. Сопоставление двух форм производилось путем одновременных непосредственного сравнения и сравнения цифровых данных. При этом цифровые данные служили для обоснования различий, уловленных путем непосредственного сравнения. Результаты сравнения выражались при помощи обычной терминологии, но каждому термину в таблицах цифровых данных соответствует определенная величина, устраняющая субъективный элемент.

АРЕЯ СПИРИФЕРИД¹

Спирифериды и ортиды обладали особым слоем генеративного эпителия. Этот слой покрывал арею, вызывая резкое отграничение ареи от остальной поверхности раковины. Он выделял биссусную щетку — сплошной покров тонких нитей, который служил для прикрепления раковин.

Арея спириферид — одна из своеобразнейших частей их раковины. Она детально и полно изучена, и тем не менее основной вопрос — для чего она существует — остается неясным. Неясны также причины ее резкого обособления от остальной поверхности раковины и необыкновенного разнообразия формы и размеров. Заслуживает внимания и связь ареи спириферид с ареей более древних ортид. Эти три вопроса являются содержанием настоящей статьи.

Связь ареи спириферид с ареей ортид. Эта связь по существу представляет историю ареи, если не считать, что она, возможно, начинается еще в докембрии у форм, лишенных раковин. У древнейших беззамковых брахиопод типичная арея отсутствует. Иногда под макушкой образуются площадки, напоминающие

¹ Палеонтол. журн., 1976, № 1, с. 74—79.

арею, но они постепенно сливаются с остальной поверхностью раковины. Основных признаков ареи — резкого обособления и специфически заштрихованной поверхности — у них нет.

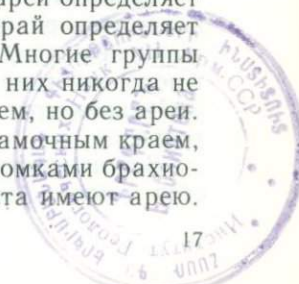
Впервые настоящая арея появляется у ортид начиная с первого появления форм с известковой раковинной. Семейства *Nisusiidae* и *Eoorthidae* известны уже в раннем кембрии. Оба они обладают хорошо развитой, резко обособленной, плоской ареей, но еще низкой, треугольной и поперечно вытянутой. Среднекембрийское семейство *Protoorthidae* включает в себя род *Arctohedra*, обладающий высокой треугольной, почти плоской, резко ограниченной ареей, очень близкой к арее спириферид (Treatise, 1965, p. 309, fig. 193, 3).

Интересно, что даже у самых древних, ранне- и среднекембрийских ортид строение дельтириума поражает своим разнообразием. Существуют все разновидности, начиная от полностью открытого дельтириума и кончая дельтириумом, вполне закрытым псевдодельтириумом. Такое разнообразие еще более подчеркивает давно существующее мнение, что ряд групп, в том числе и ортиды, появляются в позднем протерозое, но лишены твердой известковой раковины. Соответственно и арея появляется уже в это время.

4938 Подавляющее большинство кембрийских форм имеет один дельтириум. Форамен известен только у одиночных родов. Род *Matutella* из нижнего кембрия Америки и СССР имеет большой круглый форамен, прободающий макушечную часть раковины и не связанный с дельтириумом. У раннеордовикского рода *Trematorthis* маленький овальный форамен располагается в самой макушке дельтидиума. Позднеордовикский род *Barbarothis* имеет дельтириум, несущий удлинненно-овальный небольшой форамен. Почти все остальные необыкновенно разнообразные ордовикские формы имеют только дельтириум, открытый или более менее закрытый.

Кембрийские и раннеордовикские формы являются предками спириферид, как на это неоднократно и справедливо указывала Е. А. Иванова. Почти все они имеют низкую треугольную поперечно вытянутую арею, резко ограниченную, почти плоскую или слабовогнутую. Такая форма ареи и у спириферид должна рассматриваться как начальная, наиболее примитивная.

Одной из древнейших особенностей ареи является ее прямой нижний край, который одновременно представляет собой и замочный край, определяя его прямолинейность. Эта особенность развита уже у раннекембрийских ортид и несомненно существовала еще в докембрии. Могут возразить, что не форма ареи определяет форму замочного края, а, наоборот, замочный край определяет форму ареи. Это возражение недействительно. Многие группы брахиопод имеют изогнутый замочный край, но у них никогда не бывает ареи. Нет и форм с прямым замочным краем, но без ареи. Немногие продуктиды и строфомениды с прямым замочным краем, но без ареи являются регрессивными формами, потомками брахиопод с ареей. У ряда из них начальные стадии роста имеют арею.



Можно считать, что прямолинейность основания ареи является причиной прямолинейности замочного края.

Надо помнить, что раковины и вместе с ней арея растут начиная от макушки. Макушка раковины и вершина треугольника ареи являются их наиболее древними частями. Основание ареи и замочный край, наоборот, представляют наиболее молодые образования. То, что мы называем макушкой, на самом деле основание, начальная часть раковины.

Несмотря на многочисленность и разнообразие кембрийских и раннеордовикских ортид, форма ареи у них поражает своим однообразием. Как уже было сказано, резко преобладают ареи треугольные, широкие, совпадающие с наибольшей шириной раковины, или вогнутые, резко ограниченные, прямолинейных очертаний.

Как редкое изменение образуются ареи такие же широкие и узкие, но не треугольной, а нитевидной, сильно вогнутой формы (*Cyrtonotella*). Они являются предвестниками девонских желобообразных арей. Редки и широкие треугольные ареи, невысокие, слабовогнутые, очень похожие на девонские обычные ареи (*Arctohedra*, *Hesperorthis*). Нередки укороченные ареи, ширина которых меньше наибольшей ширины раковины. Укорочение ареи сопровождается увеличением ее высоты, и она становится вогнутой (*Billingsella*, *Clitambonites*) или, наоборот, отогнутой (*Apomatella*, *Iru*). Ортиды очень редко прирастают макушкой. У таких форм арея становится неправильной, изогнутой (*Wellamo*).

Проследивая изменения ареи ортид начиная с раннего кембрия и кончая средним ордовиком, пока никаких закономерностей в них установить не удалось. Все изменения ареи, наблюдающиеся у кембрийских и ордовикских ортид, существуют у силурийских и девонских спириферид. У последних только появляются новые изменения, не известные у ортид. Одним словом, арея у первых спириферид является полным повторением ареи ортид. Их генетическая связь не вызывает сомнений. Можно говорить не только о генетической связи, но и о тождестве.

Арея древнейших спириферид. Первые спирифериды появляются в конце ордовика—начале силура. Уже в лландовери—венлоке известны *Eospirifer*, *Delthyris* и *Howellella*. Форма раковины и арея у них очень близки друг другу. Они обладают треугольной поперечной вытянутой вогнутой ареей небольшой высоты. Ширина ее почти совпадает с наибольшей шириной раковины. Она ясно ограничена, с округленными углами.

Основные отличия ортид и первых спириферид заключены в форме и размерах макушки. У спириферид она больше, выше и сильнее загнута. Благодаря этому арея выше и менее вытянута в поперечном направлении. Эти отличия носят скорее количественный характер и не нарушают общую близость ареи у этих двух групп.

В дальнейшем развитии спириферид арея существенно изменяется и появляются особенности, отсутствующие у ортид. Начнем

с особенностями, увеличивающих площадь и создающих особые типы арей.

Первая особенность — это чрезвычайное увеличение арей, связанное с образованием пирамидальной брюшной створки. Эта особенность появляется очень рано: у *Cyrtia* — в лландовери и у *Cyrtina* — в среднем девоне. Очень высокую треугольную и плоскую арею имеют некоторые позднедевонские виды рода *Spinocyrtia*. Самую высокую, с наибольшей площадью, плоскую и широкую арею имеют позднедевонские роды *Syringospira* и *Sphenospira*. В позднем палеозое широко распространены представители семейства *Syringothyrididae*: в раннем карбоне — род *Syringothyris*, в перми — *Darvasia*. Они обладают высокой, иногда очень высокой, широкой, плоской или слабо изогнутой, резко ограниченной ареей. Наконец, формы с высокой треугольной, слабо изогнутой, менее резко ограниченной ареей известны в триасе и ранней юре (*Zygmayerella* и *Suessia*).

У подавляющего большинства представителей этой группы хорошо развитые ребра. Более редки гладкие формы (*Cyrtia*) и формы, имеющие большие пологие складки (*Pyramidalia*). Все они, кроме самых первых (ордовикских) и самых последних (юрских), обладают ограниченной ареей с продольными и поперечными струйками. Строение дельтириума весьма различно, но круглый форамен встречается очень редко.

Следующая группа особенностей создает второй тип арей, включающий в себя формы, у которых площадь арей увеличивается за счет вытягивания ее в ширину. Эта особенность дает разновидности, не менее удивительные, чем первая. Появляется она позже первой. В силуре эта особенность неизвестна, первые ее предвозвестники появляются в раннем девоне (*Kozlowskiellina*). У раковин этого рода углы арей начинают оттягиваться в шипы, но сама арея высокая, треугольная. Типичные представители нередки в среднем девоне. Своеобразен раннедевонский *Euryspirifer paradoxus*, обладающий чрезвычайно поперечно вытянутой ареей и очень широкой остроугольной раковиной. Еще более сильно поперечно вытянута раковина у среднедевонского рода *Mucrospirifer*. Он обладает чрезвычайно длинной, шиповатой, желобообразной ареей. У среднепозднедевонских и раннекаменноугольных форм поперечно вытянутые раковины с длинной, шиповатой ареей встречаются довольно часто, они почти обычны. По форме арей среди них можно выделить три группы. Первая, наиболее часто встречающаяся, обладает низкой сильно вогнутой желобообразной ареей, почти одинаковой на всем протяжении. Она встречается наиболее часто. Типичными представителями этой группы являются *Cyrtospiriferidae* из позднего девона. Вторая группа более редкая, но все же в раннем карбоне встречающаяся часто. Она отличается высокой, треугольной более или менее изогнутой чрезвычайно вытянутой ареей с короткими шипами. Эти признаки развиты у *Syringothyrididae*, особенно у рода *Asyrinxia*. Третья группа, еще более редкая, встречена в раннем карбоне. Ее

представитель — новый род, раковина которого имеет почти плоскую арею, сильно поперечно вытянутую, на углах срезанную по прямой линии. Даже едва заметная макушка, острая и прямая, не нарушает сходства ареи с доской или, точнее, с планкой.

Все многочисленные и разнообразные представители второго типа обладают ребристой или складчатой раковиной. Строение дельтириума и связанных с ним образований весьма различно, но форамен почти не известен.

Третий тип ареи наиболее распространен. Это обычная треугольная, почти-равнобедренная, более или менее вогнутая, всегда резко ограниченная арея. Этот тип так же бесконечно изменчив, как и первые два. Основные разновидности чаще всего имеют округленные углы (*Spirifer* s. str., *Theodossia*), более редко прямые углы (*Choristites*), нередко заостренные углы (*Unispirifer*). Последние формы образуют переход к первому типу. Арея четвертой разновидности имеет невысокую треугольную вогнутую поперечно вытянутую форму (*Cyrtospirifer*). Она служит переходом ко второму типу. Вообще все три типа разновидности связаны между собой переходными формами. Таких арей, которые представляли бы что-то обособленное, резко отличающееся от других, нет, несмотря на чрезвычайно большие размеры изменчивости.

Четвертый тип ареи встречается у гладких или пологоскладчатых раковин, относящихся преимущественно к семействам *Reticulariidae* и *Martiniidae*. Он отличается двумя особенностями — наименьшими размерами ареи и ее нерезкой ограниченностью. Арея постепенно переходит в остальную поверхность раковины, сливаясь с ней. Это значительно уменьшает площадь ареи, которая вообще имеет небольшие размеры.

Строение стенок и поверхности ареи. Многочисленные шлифы, изображенные в работах разных исследователей, отчетливо показывают, что строение стенок ареи совершенно такое же, как и стенок остальной части раковины. Они одинаковой толщины и одинаковой структуры. Нет сомнения, что они образованы одним и тем же генеративным эпителием, покрывающим мантию.

Это тождество еще более резко подчеркивает различие в форме поверхности. Поверхность раковины всегда сферическая; она или вогнутая, или выпуклая. Плоские участки если и встречаются, то небольших размеров и нетипичны. Поверхность ареи не сферическая, а трубчатая. В одном направлении она изогнута, но в перпендикулярном направлении она прямая, параллельная замочному краю. Эта особенность хорошо видна на поперечных шлифовках примакушечной части. Изогнутая поверхность раковины после резкого, нередко угловатого перегиба сменяется прямой линией поверхности ареи.

Это различие в форме стенок еще более подчеркивается различием формы поверхности. На основании поверхности раковины всегда видны линии нарастания, иногда очень резкие, пластинчатые. Нередки правильные тонкие радиальные струйки,

идущие почти на всей поверхности раковины. Более редко наблюдаются иглы, иногда сложной двойной формы.

На поверхности ареи ничего подобного нет. Следы нарастания если и заметны, то в виде простых, прямых линий. Нет радиальных струек, нет и игл. У экземпляров хорошей сохранности наблюдаются неправильные прерывистые очень низкие и тонкие струйки, иногда образующие сетчатый рисунок. Эти струйки наблюдались и описывались рядом исследователей. Сетчатый рисунок весьма своеобразен и никогда не виден на остальной поверхности раковины. Он мог возникнуть только благодаря функционированию особого слоя генеративного эпителия, резко отличного от того эпителия, которым образованы стенки раковины и стенки ареи. По-видимому, этот рисунок возник уже после образования стенок ареи на их поверхности. Это доказывается тем, что при малейшем разрушении он исчезает. Следовательно, он представляет поверхностное образование.

Причины образования ареи. Арея существует почти у всех спириферид. Это одно из основных скелетных образований. Ее наблюдали и изучали сотни исследователей во всех странах мира. Тем не менее два важнейших вопроса — зачем вообще существует арея и почему она так резко отграничена от остальной поверхности — остаются нерешенными.

Закончив обработку большой коллекции спириферид турнейского яруса Урала, я пришел к выводу, что наиболее вероятным ответом на оба вопроса является предположение о существовании на поверхности ареи покрова биссусных нитей. Этот покров, имевший вид своеобразной щетки, прикреплял раковину спириферид к субстрату. Биссусные нити образовали особый генеративный эпителий, покрывающий всю поверхность ареи. Там, где он был, была и арея. Там, где его не было, начиналась поверхность раковины со следами нарастания.

Наличие эпителия на арее дает ответ и на вопрос, почему у спириферид вместо круглого форамена для выхода ножки, как у теребратулид, существует треугольный дельтириум. Он отнюдь не приспособлен для выхода круглой ножки и, наоборот, весьма удобен для выхода эпителия, покрывавшего всю арею.

Наличие биссуса является единственным объяснением образования таких причудливых форм, у которых арея заканчивалась длинными тонкими оттянутыми шипами. Эти шипы чрезвычайно хрупки и очень легко обламываются. Служить опорой при передвижении раковины, как это обычно считают, они, конечно, не могли. Это ясно каждому, кто держал их в руках, точнее, ломал их при препарировании. Если же эти шипы прирастали при помощи биссуса, то значение их для повышения устойчивости раковины становится несомненным. А шипы образуются у очень многих форм. Образовываться для того, чтобы обламываться, природа не позволяет.

У всех гладких форм (*Reticulariidae*, *Martiniidae*) площадь ареи резко сокращена. Иногда арея почти совсем отсутствует.

Если принимать существование ножки, то сокращение ареи становится неясным, даже необъяснимым. Если же допустить развитие биссуса, тогда все становится понятным. Гладкие формы преимущественно живут в малоподвижной водной среде, иногда в стоячей воде. Прикрепление биссусом становится для них ненужным, и арея резко сокращается.

Предположение о существовании биссусной щетки хорошо объясняет не только самое арею и ее резкое ограничение, но и все бесчисленные изменения ее формы. Для признака, не имеющего жизненно важного значения, такая чрезвычайная изменчивость невозможна. Наоборот, прикрепление — явление настолько изменчивое, что делает понятным и нужным такую же изменчивость и формы ареи.

Рост ареи и биссуса. Нередко следы нарастания, видимые на поверхности раковины, переходят на арею, прослеживаясь на всей ее площади. Это показывает, что арея нарастает так же, как нарастает вся раковина, т. е. от макушки к лобному краю, для ареи — к замочному краю. Изучение шлифов показывает, что стенки ареи представляют единое целое со стенками остальной части раковины. Внутреннее строение у них одинаково. Тем не менее поверхность ареи резко отличается от поверхности остальной части раковины. Тождество внутреннего строения стенок показывает, что они образованы одним и тем же слоем генеративного эпителия, располагающимися на внешнем крае мантии, теми же большими своеобразными клетками.

Одновременно с ростом стенок ареи на их наружной поверхности возникли характерные пересекающиеся низкие и узкие валики и струйки. К этим валикам и струйкам прикреплялись какие-то мягкие части тела животного. Естественнее предположить, что это было продолжение мантии в виде тонкого слоя генеративного эпителия. По мере роста ареи увеличилась и площадь, занятая этим слоем. На его поверхности образовывались большие клетки, скорее группы клеток, создавших тонкие и низкие нити биссуса. Совокупность этих нитей имела вид низкой плотной треугольной щетки, состоящей из многочисленных тесно расположенных нитей или волосков. При помощи этой щетки брахиоподы прирастали к твердому субстрату. По мере роста раковины увеличивалась и площадь биссусной щетки благодаря росту ареи. В процессе роста животное становилось все тяжелее и тяжелее. Увеличение веса компенсировалось увеличением площади биссусной щетки.

Взаимоотношение ножки и биссусной щетки. Несомненно, что некоторые спирифериды имели круглый или овальный форамен, но число таких форм крайне невелико. У некоторых из них форамен настолько мал, что выходящая через него ножка вряд ли могла удерживать неподвижно большую и тяжелую раковину и тело. Вероятно, и у них основное прикрепление шло при помощи хорошо развитой ареи. У подавляющего большинства спириферид, как и у ортид, форамена нет и ножки не было.

Мнение о существовании ножки у спириферид общепринято и приведено во всех руководствах. Тем не менее оно не подтверждается достаточными доказательствами и представляет пример научного самогипноза. К сожалению, такой самогипноз нередок.

Мое построение тоже не может считаться полностью доказанным, но доказательства, его обосновывающих, гораздо больше, и, главное, они связаны не только с морфологическим анализом, но и со всей жизнью животного и с историей его развития. Одно явление, входящее в мое построение, является полностью доказанным. Это распространение генеративного эпителия, возможно и всей мантии, на поверхность ареи. Оно доказывается резким отграничением ареи от остальной части раковины, ее плоской правильной поверхностью и специфической скульптурой. Особенно важны первый и последний признаки. Их мог образовать только специфический, обособленный пласт генеративного эпителия.

Выделяли ли этот пласт биссусные волокна, доказать трудно, так как биссус давно исчез, как и все тело, но форма ареи и всей раковины, а также образ жизни животного подтверждают и это предположение. Если биссус рос на арее спириферид, то он, конечно, рос и на арее ортид, их непосредственных предков, рос на арее родственных строфоменид, хонетид и продуктид. У ортид допускается существование ножки, как у спириферид, опять без всяких оснований. Ножка была только у немногих форм. У строфоменид вообще ножка отрицается, и чем прикреплялась раковина — неясно. Для них значение ареи особенно велико. Биссус на арее — основная форма прикрепления. У хонетид и продуктид, потомков строфоменид, появляется новая форма прикрепления — длинные, большие, неправильные трубчатые иглы. Название «иглы» по существу неверное. Это — не сплошные, а трубчатые образования значительной длины. Их следовало бы называть трубками, но лучше не менять давно установившееся, общепринятое, название и именовать трубки по-прежнему иглами. Развитие игл и прикрепление при их помощи сделали излишним биссус, и арея почти исчезла. На примере хонетид и продуктид значение ареи как орудия прикрепления подчеркивается еще раз.

В заключение приходится повторить давно известную истину: самая слабая сторона палеонтологии — это то, что она изучает только твердые образования. Все мягкое исчезает, казалось бы, бесследно, но это не так. Все мягкие образования, которые прикреплялись к твердым, оставляют на них след. Изучение этих следов на костях позвоночных представляет основной метод современной остеологии. К сожалению, применительно к беспозвоночным этот метод еще слабо развит, и многие следы на твердых образованиях, оставленные мягкими частями тела, мы видим, изучаем, но не понимаем.

К таким следам и относится арея у вымерших брахиопод. У современных форм ее нет, и какие мягкие части тела к ней

прикреплялись, вызывая необыкновенное своеобразие и разнообразие ее формы, мы не знаем.

Настоящая работа представляет попытку определить и наметить эти мягкие части тела. То, что они существовали, — несомненно, но какие они были, мы можем пока только предполагать, но и предположение — это шаг вперед.

ЛИТЕРАТУРА

Основы палеонтологии. Мшанки брахиоподы / Под ред. Т. Г. Сарычевой. М.; Л., 1960. 343 с.

Treatise on invertebrate paleontology. New York, 1965, vol. 1. p. 521.

ДРОБНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ — СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ¹

К. Линней в своей классификации органического мира (1758 г.) выделил две категории видов — современные и ископаемые. Время существования современных биологических видов для него было ясно. Линней считал, что они современны человеку и имеют возраст не более 20 000 лет.

Длительность существования ископаемых, палеонтологических видов Линней не ограничивал. Некоторые виды, например *Atrypa reticularis* L., в первоначальном, широком понимании Линнея, как мы знаем сейчас, жили два периода — силур и девон, т. е. десятки миллионов лет. Линнею эволюция была неизвестна, и он считал, что *Atrypa reticularis* не изменялась. Теперь мы знаем, что за десятки миллионов лет своего существования она непрерывно изменялась. Эти изменения позволили палеонтологам выделить многие десятки видов и даже родов атрипид вместо одного линнеевского вида. Сейчас комплекс форм, считавшихся Линнеем одним видом, рассматривается как семейство *Atrypidae*.

Получилась логически, казалось бы, невозможная вещь. Вид был расчленен на другие виды и даже более крупные подразделения — роды и семейства. Те немногие десятки видов, которые я изучал в Горном институте и сдавал на экзамене по палеонтологии профессору Н. Н. Яковлеву семьдесят лет тому назад, сейчас превратились во многие сотни видов и даже родов. Теперь студенты изучают не виды, а семейства.

Одновременно с палеонтологией далеко вперед шагнула и стратиграфия. Расчленение ранее установленных подразделений на более дробные считается основной задачей современной стратиграфии. Прежние зоны сейчас расчленяются на две, три и более новых зон. Нередко расчленение зон сопровождается расчленением характеризующих их видов организмов. Некоторые исследователи

¹ Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1978, т. 73, вып. 2, с. 3—5.

считают, что выделение новой зоны дает право на выделение новых видов. Иногда так и делается.

Нередко такой подход к установлению новых видов вызывает возражения: говорят, что виды должны выделяться не по зонам, а по морфологическим признакам. Такое возражение является недоразумением. Дело в том, что в процессе эволюции морфологические признаки непрерывно изменяются. Обычно это происходит быстро, и время, необходимое для выделения новой зоны, достаточно для возникновения таких изменений признаков, которые обосновывают выделение новых видов. Поэтому, выделяя новые зоны, не следует бояться выделения новых видов при наличии даже незначительных морфологических отличий. Наоборот, оно в подобных случаях обязательно. Новые зоны должны получить палеонтологическое обоснование.

Иногда мы не выделяем новые зоны, а расчленяем старые зоны на новые, а также на подзоны и более дробные подразделения. Пока эти подразделения не имеют определенного узаконенного названия; обычно употребляется термин свободного пользования «слой». Зона делится на подзоны и слои.

Что же происходит при этом со старыми видами, характерными для зоны? Они тоже расчленяются на более дробные подразделения, для которых нет строго узаконенного обозначения; обычно употребляется термин «мутация», который обозначает разновидность во времени.²

Выделение мутаций зависит от скорости изменения морфологических признаков. Если она значительна, то времени, которое соответствует новым слоям, достаточно для образования новых признаков, обоснованно обуславливающих выделение новых мутаций. В этом случае новый слой характеризуется новой мутацией.

Но бывают случаи, когда признаки изменяются так медленно, что новая мутация становится неуловимой. Тогда появляется задача найти новые признаки, которые бы изменялись с быстротой, достаточной для обоснованного выделения новых мутаций.

Конкретные примеры решения таких задач приводятся в последних работах Д. М. Раузер—Черноусовой, посвященных дробным стратиграфическим подразделениям и их палеонтологическому обоснованию.

На практике расчленение зоны и вида происходит следующим образом. Сначала детально просматривают и записывают разрез, литологически и палеонтологически одновременно. Если зона сложена однородными породами, то ее расчленяют по мощности. После составления детального разреза отдельные слои, богатые фауной или интересные литологически, изучают отдельно, более детально. Обязательно собирают образцы на микрофауну с учетом

² В данном случае речь идет о так называемых ваагеновских мутациях, в понимании палеонтолога В. Ваагена. В генетике термин «мутация» имеет другой смысл и обозначает изменения в наследственной основе организма.

специфики ее отдельных групп, особенно фораминифер и конодонтов. На изучение зоны мощностью 20—30 м требуется не менее 7—10 дней. По простиранию выходы зоны просматривают на 10—20 м. По мощности разрез надо просматривать непрерывно; промежутки допускаются не более 5—10 см.

Надо помнить, что все подразделения зоны и видов имеют часто местное значение и должны быть увязаны, скоррелированы с детализированными разрезами той же зоны прилегающих областей. Корреляция особенно важна для областей с различным фаціальным составом разновозрастных отложений.

Расчленяют старые «широкие» виды, характерные для старых зон, в результате детального изучения изменений основных, определяющих признаков. Все изменения, даже незначительные, должны быть отмечены, чтобы служить обоснованием выделения новых форм, характерных для новых слоев. При расчленении вида его название сохраняется за наиболее древним его подразделением, а более молодые получают новые наименования.

Иногда виды подразделяются на мутации. Но, возможно, лучше эти подразделения называть подвидами. Название «мутации» было дано изменениям вида во времени, но не является общепринятым. Возможны и другие обозначения внутривидовых подразделений. Не допускается лишь использование термина «варриетет», который часто применялся палеонтологами для обозначения внутривидовых категорий, но изъят из употребления в соответствии с кодексом зоологической номенклатуры.

Подразделение зон и характерных для них видов — задача сложная и трудная. Ошибки здесь неизбежны, но бояться их не следует.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА ¹

Этап — это часть пути, чем-нибудь отличающаяся. Развитие органического мира — также длительный путь, в котором выделяются отдельные этапы. В данном случае этап — это отрезок времени (или соответствующая ему толща), в течение которого органический мир (или отдельная группа) обладает отличительными особенностями.

Эти отличия могут быть весьма различными, но должны быть резкими, легко наблюдаемыми. Они колеблются от полного изменения видового состава до появления немногих, но характерных, определяющих форм. Так, например, на Урале позднефаменско-раннетурнейский и позднеурнейский этапы из 82 видов продуктид имеют только один общий вид. Наоборот, появление стрингоцефалов, хазкотирисов и унцифов вполне достаточно для выделения живетского этапа на громадной площади.

¹ Проблемы этапности развития органического мира. Л.: Наука, 1978, с. 11—16. (Тр. XVIII сессии Всесоюз. палеонтол. о-ва [Ленинград, янв. 1972]).

Длительность этапов самая различная. Чаще всего она измеряется отрезками времени, соответствующими образованию горизонтов или зон. Иногда она неизмеримо больше или значительно меньше. При изучении развития среднепалеозойских продуктид Урала мною выделено следующие семь этапов: I — раннедевонско-эйфельский, II — живетский, III — франско-раннефаменский, IV — позднефаменско-раннетурнейский (лытвенский), V — познетурнейский (кизеловско-косьвинский), VI — ранневизейский, VII — поздневизейско—ранненамюрский. Длительность каждого из этих этапов соответствует по времени образованию двух—трех горизонтов. Как отдельный этап может быть выделено время образования этренских ракушнякав Южного Урала, мощностью всего 50—60 см с богатейшей разнообразной и своеобразной фауной.

С другой стороны, вообще вся история органического мира состоит из двух крупных этапов: докембрийский — этап животных без твердых скелетных образований и фанерозойский — этап животных с твердыми скелетными образованиями.

Последовательность этапов так же различна, и вообще этап — это понятие свободного пользования. Иногда этапы непрерывно следуют друг за другом, как, например, прослеженные на основании развития продуктид среднего палеозоя Урала, но иногда этапы могут быть полностью обособлены друг от друга.

Границы этапов чаще всего совпадают с границами обычных стратиграфических подразделений, но и это необязательно. Важно уловить уровень, где происходит изменение состава органического мира. Часто эти изменения совпадают с изменениями литологического состава толщ, включающих остатки данных организмов. По существу границы этапов развития органического мира должны быть основаны на времени и исчисляются абсолютным возрастом. Это часто невозможно, и поэтому при установлении границ приходится прибегать к литологическим и тектоническим данным.

Значительные изменения органического мира почти всегда совпадают с такими же большими изменениями физико-географических условий, в которых живут организмы. Чаще всего это бывает смена моря сушей или перерыв в осадконакоплении в морских бассейнах. В первом случае среди морских отложений появляются пачки и прослои континентальных — базальные песчаники, конгломераты и глины с растительными остатками.

На Урале среди отложений, охарактеризованных продуктидами, подобные пачки и прослои найдены давно в интервале между познетурнейским и ранневизейским этапами в развитии продуктид. Мною дано им название «алатауская свита». Верхняя часть этой свиты — светлые немые кварцевые песчаники и темные углистые глины, одновозрастные с угленосной толщей Среднего Урала. Недавно, просматривая разрезы, мне удалось выделить вторую пачку таких же континентальных песчаников. На р. Рязуяк она залегает в основании слоев, соответствующих этапу. Ранее

я считал ее алатауской свитой, но алатауская свита лежит в основании нижнего визе, а эта пачка в основании верхнего турне. Поэтому ей присвоено новое название — рязякская свита.

Угловые несогласия на границах подразделений, соответствующих этапам, на платформах и в миогеосинклиналях отсутствуют или едва заметны. В эвгеосинклиналях они хорошо развиты и представляют обычное явление. Вообще, если этап действительно существует, а не придуман, то границы его ясны и установление их не составляет труда.

Площадь распространения этапов, как и все в природе, ограничена. Размеры ее весьма различны. Все этапы, выделяемые нами, связаны с континентами. Размеры континентов определяются цифрами порядка нескольких тысяч километров. Эти цифры можно считать максимальными для этапов. Минимальные — немногие километры, иногда меньше. Этренские ракушняки Южного Урала найдены в трех соседних долинах на расстоянии около 30 км. Ни южнее, ни севернее они не найдены. Доманиковые толщи представляют четкие этапы и связаны с резкими изменениями органического мира.

Приблизительные подсчеты размеров иловых впадин, в которых формировались доманиковые толщи, показывают, что среди них преобладают от десятков до немногих сотен километров. В этом отношении этапы значительно уступают основным стратиграфическим подразделениям, даже горизонтам. Можно сказать, что площадь распространения этапов определяется площадью действия тех причин, которые вызывают образование этапов.

Причины образования этапов многочисленны и разнообразны. Основной причиной является изменчивость, прерывистость в развитии всей поверхности земного шара, точнее изменчивость и прерывистость в развитии физико-географических условий, среды, в которой живет органический мир.

Часто эта изменчивость и прерывистость создаются тектоническими движениями. Особенно важны поднятия и опускания континентов и их частей, вызывающие трансгрессии и регрессии моря. На Южном Урале в начале позднеурнейского этапа начались поднятия. Они быстро привели к образованию суши и местами сопровождалась отложением кварцевых песчаников рязякской свиты. Суша существовала недолго, начались новые опускания, которые длились все позднее турне и были причиной образования позднеурнейского этапа. Они обусловили быстрый рост биогермов, сначала кизеловских, затем козьвинских, и отложение между биогермами темных слоистых известняков, внизу кизеловских, вверху козьвинских. Регрессия моря вызвала иммиграцию старой фауны, трансгрессия — иммиграцию новой фауны, резко отличной от старой. Эта новая фауна и существовала весь позднеурнейский этап, включающий в себя кизеловский и козьвинский горизонты.

Похожая последовательность явлений происходила при образовании следующего, ранневизейского этапа. В начале этапа после

образования косьвинских глинистых, железистых известняков происходят быстрые поднятия порядка нескольких десятков метров. Большая часть западного склона Урала и востока Русской платформы становится сушей. На этой суше отлагаются континентальные осадки. Местами их мощность достигает 300 м и они образуют угленосную толщу. На Южном Урале, в долине Усуэли, притока Зилима, прослой континентальных песчаников имеет мощность около 0.5—1.0 м. Его удалось найти в 1960 г. В. Д. Наливкину после тщательных, целеустремленных поисков на границе известняков с косьвинской фауной и известняков с ранневизейской фауной. Многочисленным предшествовавшим исследователям классических разрезов Усуэли найти этот прослой не удавалось. Это позволяет предположить, что ранневизейская суша распространялась на значительно большую площадь, чем сейчас предполагают. Прослой песчаника обнаружен в ряде буровых скважин востока Волго-Уральской нефтеносной области, где он служит репером при каротаже.

При поднятии суши море с позднеурнейской фауной регрессировало. При опускании суши происходит трансгрессия моря с ранневизейской, резко отличной фауной. Возникает вопрос: куда регрессировало позднеурнейское море и откуда шла трансгрессия ранневизейского? На этот кажущийся несложным вопрос ответить очень трудно и пока невозможно.

Положение такое же, как и с сарматским и акчагыльским морями. Сарматское море регрессировало, акчагыльское трансгрессировало, но куда и откуда — неизвестно вот уже больше пятидесяти лет. Где находилось море с переходной сармато-акчагыльской фауной, мы до сих пор не знаем, а Закаспий, единственная область, где оно могло существовать, сейчас изучен достаточно хорошо. Очевидно, это море с переходной фауной мы относим к сармату, или к акчагылу, не умея определить его переходный характер. Вероятно, то же самое происходит и с морем, существовавшим во время отложения угленосной толщи (континентального перерыва). Пока мы не умеем его найти.

Этапы в развитии органического мира, образованные в результате регрессии и последовавшими за ними трансгрессиями, многочисленны и встречаются в различные периоды. Тем не менее искать моря с промежуточной, соединяющей фауной мы не умеем вернее всего потому, что не хотим и не можем понять, что такие моря и фауны должны существовать.

Мы не представляем перерывов, не умеем устанавливать, что было в областях, где не было перерывов; не умеем коррелировать разрезы областей, где были перерывы, с разрезами областей, где перерывов не было. Это представляет одно из самых слабых мест современной стратиграфии и палеофаунистики.

Перерывы и связанные с ними этапы в развитии организмов создаются не только тектоническими движениями. Не меньшее, если не большее значение имеют резкие, катастрофические

изменения физико-географических условий, в которых живет органический мир.

Кроме тектонических причин образования этапов большое значение имеют географические причины. Среди них можно назвать понижения и повышения температуры; изменения количества атмосферных осадков, вызывающие образование гумидных и аридных зон, изменения режима рек, изменения солености. В морях важную роль играют теплые и холодные течения; изменения в их положении вызывают очень большие изменения в развитии органического мира. Географических причин так много, что перечислить их все невозможно.

Как пример частных причин, имеющих ограниченное распространение, можно назвать вулканическую деятельность. Во время извержения вулкана Кракатау было выброшено огромное количество пепла. Пепел покрыл сплошным толстым слоем все дно моря вокруг вулкана на расстоянии в сотни километров. При этом погиб весь бентос, сильно пострадали планктон и даже нектон. Но уже через несколько лет на уплотненной поверхности пепла появилась новая жизнь, новый органический мир. Этот мир значительно отличался от жившего до извержения и послужил началом нового этапа.

Можно возразить, что вулканические извержения — это редкие, обособленные явления, вряд ли могущие оказать влияние на развитие органического мира. В геологических масштабах вулканические извержения — это явления, происходящие очень часто, почти непрерывно. Они распространены на громадных площадях. Многие вулканические пояса имеют протяженность в тысячи километров. В раннем карбоне на восточном склоне Урала в течение сорока миллионов лет вулканическая деятельность имела значительное распространение. Безусловно она оказала влияние на развитие органического мира в вулканических поясах.

Несколько слов о взаимоотношениях этапов развития организмов и ритмов осадконакопления, седиментационных ритмах. По существу эти два явления имеют много общего. Они вызываются одной основной причиной — прерывистостью в развитии поверхности земного шара, сменой эволюционного развития — катастрофами. Оба они зависят от тектонических движений и географических изменений; каждый ритм и каждый элемент ритма имеет свой органический мир. Ритмичность строения толщ обуславливает ритмичное развитие органического мира. Но есть два существенных отличия. Первое — это повторяемость. Характерная особенность ритмов — это их повторяемость. Если бы они не повторялись, они не были бы ритмами. Этапы развития организмов никогда не повторяются и всегда резко отличны друг от друга. Вторая особенность — это геологические размеры. Ритм — явление маленькое и по длительности (мощности), и по площади распространения, и по тем изменениям органического мира, с ними связанного. Этап нередко обладает большими размерами. Он может длиться миллионы лет, соответствовать толщам мощностью

в сотни метров, распространяться на тысячи километров, и изменения органического мира, с ними связанные, значительны. Нельзя объединять ритмы и этапы.

Заслуживают внимания взаимоотношения границ этапов и больших стратиграфических подразделений. Как общее правило, они совпадают, как это и должно быть, но есть исключения. На Урале их два: граница девона и карбона проходит в середине позднефаменского—раннетурнейского этапа, а граница визе и турне — в середине позднеурнейского этапа.

Граница девона и карбона уже давно вызывает горячие споры. У нас принято проводить ее в основании этренских, воклюмериевых и кобейтузановых слоев. В Западной Европе начиная с Польши и Чехословакии ее проводят в кровле этих слоев. Этой же точки зрения придерживаются и некоторые советские палеонтологические стратиграфы. При этой точке зрения границы этапов и системы совпадают. Вопрос очень сложный и трудный и пока нерешенный. Поэтому в своих работах я принимал первую нашу точку зрения. Но сейчас, после анализа последних стратиграфических и палеонтологических материалов, для меня нет сомнений, что ее следует проводить так, как это делается в Западной Европе, и так, как это следует из анализа развития органического мира.

Совершенно ясен вопрос о границе турне и визе. Сейчас официально МСК эта граница принята между кизеловским и косьвинским горизонтами. Кизеловский горизонт сложен светлыми массивными биогермами с богатейшей фауной. Косьвинский горизонт — темными слоистыми известняками с более бедной, хорошо отличающейся фауной. Казалось бы, все в порядке и вопрос решен, но исследования последних лет резко изменили картину. Оказалось, что кизеловские биогермы, как это всегда бывает с биогермами, представляют местные образования, разделенные значительными участками дна моря, на которых отлагались темные слоистые известняки с фауной косьвинского типа. Кизеловские биогермы и косьвинские слоистые известняки замещают друг друга по простиранию, в пределах одного этапа. Некоторым исследователям удалось найти в верхах кизеловских биогермов косьвинские фораминиферы. Это позволило им высказать предположение, что местами все верхнее турне сложено одними биогермами, в других местах — одними темными слоистыми известняками и в третьих — теми и другими в различных взаимоотношениях. В связи с этим проведение границы между турне и визе по основанию косьвинского горизонта потеряло всякий смысл.

Наоборот, граница нижнего визе в основании континентальных отложений точна, постоянна и легко устанавливается как по фауне, так и по каротажным диаграммам. Поэтому она поддерживается геологами-нефтяниками. Все больше и больше она поддерживается и биостратиграфами. Я лично защищаю ее более 30 лет. Граница по основанию нижнего визе совпадает с границей этапов в развитии фауны.

Эти два примера показывают, что выделение этапов помогает

в решении даже таких важных и сложных вопросов, как границы систем и ярусов.

Суммируя, можно сказать, что изучение этапности заслуживает самого серьезного внимания. Оно существенно поможет нам понять, восстановить развитие органического мира.

ИСТОРИЯ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ¹

Твердые органические образования многочисленны и разнообразны. Наиболее распространены образования, поддерживающие мягкое тело, — скелет. Очень часто встречаются образования, предохраняющие мягкое тело, — панцирь. Обычны образования, раздробляющие пищу, — зубы. Как пример более редких образований можно привести шерсть, сохраняющую тепло тела.

Первое основное положение — все твердые образования представляют собой вторичные образования. Они выделяются особого типа клетками, которые называются генеративными. Слон, или покровы, образованные такими клетками, носят название генеративного эпителия.

В общем комплексе клеток тела генеративные клетки имеют второстепенное значение. Трилобит без генеративных клеток трилобитом и остается. Возможно, несколько изменяется форма тела, но все основные органы животного не изменяются. Трилобит да и каждое другое животное могут быть с твердыми образованиями и без них.

Появление твердых образований — это только один из этапов в эволюции. В эволюции трилобитов твердому панцирю предшествовал плотный кожистый покров, не сохраняющийся в ископаемом состоянии.

Нет никакого сомнения в том, что трилобиты существовали в докембрии. У них только не было генеративных клеток. Вполне возможно, что у некоторых групп позднепротерозойских трилобитов был и твердый панцирь. Но когда мы их найдем, мы отнесем их к кембрию, и только потому, что у них есть панцирь. Решающим же служит не твердый панцирь, а степень общего развития групп.

Кембрийские трилобиты разнообразны, многочисленны, широко распространены. В их состав входит ряд высоко специализированных групп. В такой высокой стадии развития появиться внезапно они не могли.

В позднем докембрии им должны предшествовать другие трилобиты, тоже стоящие на достаточно высокой стадии развития. Появление же первых трилобитов, редких, примитивных, однообразных, обладающих локальным распространением, произошло еще раньше.

¹ Палеонтология докембрия и раннего кембрия. — Тр. Всес. симп. (11—14 мая 1976 г., Ленинград). Л., 1979, с. 21—22.

То же отмечается относительно брахиопод. Раннекембрийские брахиоподы многочисленны, разнообразны, широко распространены, в биостратиграфии нередко служат руководящими группами. Они пребывают в стадии, далеко продвинувшейся вперед. Им безусловно предшествовала начальная стадия развития. Эта стадия совпадает с поздним протерозоем, когда у брахиопод еще не было генеративных клеток. Точнее говоря, генеративные клетки были, но выделяли не известь, а кожистую ткань.

Второе важное положение заключается в том, что возникновение твердых образований у различных групп начинается в различное время. У наиболее высокоорганизованных групп (рыб, наутилоидей, гастропод и двустворчатых) оно начинается в ордовике. В. А. Сытова недавно пришла к заключению, что и у ругоз оно также начинается в ордовике. К этому выводу она пришла исходя из высокой степени развития ордовикских ругоз. Им в кембрии обязательно должны были предшествовать более примитивные, низко организованные формы, без твердых образований.

То же самое можно сказать и о моллюсках. Менее ясен вопрос с рыбами. Ордовикские рыбы довольно редки и примитивны. Но предки рыб — неясны.

У трилобитов, брахиопод и ряда других групп твердые образования появляются только в кембрии.

Раньше считалось, что и археоциаты появляются в кембрии, но сейчас твердо установлено, что археоциатоподобные формы жили в позднем протерозое. Они найдены и описаны в ряде мест Евразии и Африки. На Северном Урале описаны проблематичные археоциаты. Весьма вероятно, что в Сибири ряд примитивных археоциатоподобных организмов относится не к кембрию, а к докембрию.

Следует вывод — биостратиграфическая граница между палеозоем и протерозоем, проводимая по основанию кембрия, крайне неудачна и основана на устарелых неточных данных. Она должна быть перенесена ниже, вероятнее всего — в основание венда и его аналогов. Основной критерий определения этой границы — появление первых твердых органических образований у беспозвоночных — должен быть дополнен и другими историко-геологическими данными: тектоническими, литологическими, магнитометрическими и климатологическими.

ПОНТ И АКЧАГЫЛ¹

Одной из главнейших проблем каспийского неогена является вторичное появление фауны сарматского типа в акчагыльском море. Н. И. Андрусов в своей посмертной работе² для объяснения этого появления выдвигал теорию существования гипотетического бассейна, в котором сарматская фауна пережила понтическую эпоху и из которого она мигрировала в акчагыльское море. Где был этот бассейн, Н. И. Андрусов точно не указывал. Детальные исследования последних лет показали, что этот гипотетический бассейн вообще не существовал. Его нет ни на Кавказе, ни в Волго-Эмбенском районе, ни в Туркмении, ни в Северной Персии (Иране). Проблема смены сарматской фауны понтической и вторичного появления ее в акчагыле осталась нерешенной. В настоящей заметке автор выдвигает некоторые положения, могущие помочь в решении этой сложной проблемы.

Общезвестным является факт существования в современных лиманах Черного моря фауны каспийского (понтического) типа с *Adacna*, *Monodacna* и *Dreissenssia*. Подобная же фауна населяет и Азовское море. Таким образом, перед нами факт существования в одном и том же морском бассейне, в одно и то же время фауны средиземноморского типа и фауны каспийского типа. Подобные взаимоотношения существовали не только в современных бассейнах, но и в бассейнах прошлого. Основываясь на этом важном факте, можно наметить следующее положение.

Понтическая фауна одновременна с сарматской и акчагыльской фаунами. Открытое море с нормальной соленостью было населено сарматской и затем акчагыльской фаунами. В это же время в лиманах, обособленных заливах и в больших береговых морях (типа современного Азовского моря) с опресненной водой жила фауна понтического типа.

В среднем миоцене лагунные бассейны с понтической солоновато-водной фауной отсутствовали. В верхнем миоцене — в сарматскую и эотическую эпохи — их существование вероятно.

¹ В кн.: К 45-летию научной деятельности действительного члена ЦНИГРИ доктора геологических наук Н. Ф. Погребова. Л.; М., 1937, с. 116—118.

² A n d r o u s o f f N. Le pliocène de la Russie méridionale d'après les recherches récents. — Mém. Soc. Roy. Sci. Bohêmea. Prague, 1927, 11.

В нижнем и верхнем плиоцене они широко распространены. В конце плиоцена фауна сарматского типа, по-видимому, совершенно вымирает. Возможно, однако, существование ее еще в древнечетвертичную эпоху, одновременно с апшеронской фауной.

В связи с положением лагунных бассейнов резко изменяется и характер разрезов неогена и особенно плиоцена. Возможно одновременное существование непрерывных разрезов следующих типов.

1. В областях с непрерывным существованием нормальных морских бассейнов: 1) четвертичные отложения; 2) акчагыл; 3) сармат.

2. В областях, где развиты опресненные бассейны апшеронской эпохи: 1) четвертичные отложения; 2) апшерон; 3) акчагыл; 4) сармат.

3. В областях, где опресненные бассейны были развиты в течение всего плиоцена: 1) четвертичные отложения; 2) апшерон; 3) понт; 4) мзотис; 5) сармат.

4. В областях, где опресненные бассейны были развиты в течение всего плиоцена и части верхнего миоцена: 1) четвертичные отложения; 2) апшерон; 3) понт; 4) сармат.

5. В областях, где опресненные бассейны были развиты в течение плиоцена и всего верхнего миоцена: 1) четвертичные отложения; 2) апшерон; 3) понт; 4) средний миоцен.

Эти разрезы характерны для областей, где морские и лагунные бассейны существовали непрерывно. Значительно большим распространением пользуются разрезы, где морские и опресненные отложения чередуются друг с другом и с континентальными отложениями. Приведем следующие примеры.

6. В области, где отсутствовали лагунные бассейны: 1) четвертичные отложения; 2) континентальные надакчагылские песчаники и конгломераты; 3) акчагыл; 4) надсарматские континентальные песчаники и конгломераты; 5) сармат.

7. В области, где морские и лагунные бассейны чередуются: 1) четвертичные отложения; 2) апшерон; 3) акчагыл; 4) континентальная толща; 5) понт; 6) мзотис; 7) сармат.

Все эти семь разрезов непрерывны и одновременны, поэтому их можно свести в нижеследующую интересную таблицу, в которой номера колонок соответствуют номерам разрезов.

Все разрезы, входящие в эту таблицу, построены гипотетически. Некоторые из них уже известны; например, разрез 7 — это разрез Апшеронского полуострова; разрез 6 — разрез подножия Западного Копетдага. Другие, по-видимому, не существуют, например разрез 5; существование лагунных бассейнов с понтической фауной, одновременных сармату, сомнительно. Другие разрезы более или менее вероятны. Так, например, разрез 2, по-видимому, соответствует соотношениям, наблюдаемым в районах к северу от современного Каспия, а разрез 1 — соотношениям в районе Кара-Богаз-Гола и Туаркыра, без учета поднятий между сарматом и акчагылом.

Ярусы	Разрезы						
	1	2	3	4	5	6	7
Четвертичные отложения							
Плиоцен	Акчагыл	Апшерон	Апшерон	Апшерон	Апшерон	Наземные толщи	Апшерон Акчагыл Наземные толщи Понт
		Акчагыл	Понт	Понт	Понт		
Верхний сармат	Сармат	Сармат	Мэотис	Понт	Понт	Наземные толщи Сармат	Мэотис Сармат
			Сармат	Сармат			
Средний миоцен							

Необходимо, однако, иметь в виду, что в настоящее время мы имеем не только Черное море с лагунами с каспийской фауной, но и рядом обширное Каспийское море, сплошь населенное одной каспийской фауной. По-видимому, и в плиоцене наблюдалась подобная картина, с той только разницей, что опресненное море с понтической фауной располагалось на западе, а более соленое море — акчагыло-сарматское с опресненными лагунами — лежало на востоке. Очертания этих морей временами очень сильно изменялись, и море с фауной акчагыльского типа проникало по Маньчжунской депрессии далеко на запад.

В заключение можно сказать, что общепринятая схема разреза сармат — понт — апшерон применима только для небольшого района. В других же районах существуют другие, значительно отличающиеся разрезы. В этих разрезах соотношения между свитами с сармато-акчагыльской фауной и свитами с понто-апшеронской фауной могут носить самый различный характер.

Точная параллелизация различных горизонтов сармата и акчагыла, с одной стороны, и понта и апшерона — с другой, представляет сложную задачу, разрешение которой — дело будущего.

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СТРАТИГРАФИИ В СССР¹

Мы, старые геологи, гордимся тем, что развитие советской науки проходило на наших глазах и при нашем активном участии. Мы гордимся тем, что смогли все свои знания, все свои силы, все свое умение отдать социалистическому строительству, всемерному укреплению мощи нашей великой Родины.

¹ Сов. геол., 1957, № 60, с. 25—38.

Среди других бурно развивавшихся наук в СССР была и стратиграфия, развитие которой шло по следующим основным направлениям:

- 1) детализация расчленения основных разрезов по различным регионам;
- 2) изучение фациальных изменений;
- 3) развитие различных методов определения возраста осадочных образований;
- 4) применение стратиграфии для нужд промышленности.

Детализация расчленения основных разрезов. При поисках и разведке требуется максимально точное определение стратиграфического положения месторождений полезных ископаемых. Определения их возраста с точностью до отдела и яруса сейчас уже недостаточно; необходимо определение зоны, горизонта, слоев, с которыми связано тело залежи полезного ископаемого. Поэтому стратиграфическое расчленение вмещающих пород с такой точностью является обязательным.

В качестве примера можно рассмотреть девонские отложения центральных областей Русской платформы. До революции они расчленялись всего на четыре подразделения. В 1935 г. удалось выделить уже вдвое больше — восемь подразделений. Сейчас же детальное изучение литологии, макро- и микрофауны позволило установить двадцать одно подразделение.

Не менее детально расчленены и каменноугольные отложения, что позволило с большой точностью устанавливать стратиграфическое положение угленосных и бокситоносных толщ и ценнейших залежей керамических глин. С еще большей детальностью расчленена угленосная толща Донбасса с ее большим количеством пластов каменного угля и известняков. Это детальное расчленение позволило обосновать корреляцию угольных пластов с высокой точностью. Весьма детально расчленены не только палеозойские, но и юрские, меловые, палеогеновые и неогеновые отложения.

Высокая детализация отложений, ранее возможная только для европейской части СССР, сейчас распространяется все дальше и дальше на восток. Карагандинский угленосный бассейн сорок лет тому назад был почти неизвестен. Мало даже кто знал, где он располагается. Угленосная толща бассейна рассматривалась как единое целое, и поиски пластов угля проводились самым примитивным образом. Сейчас для всего бассейна составлена детальная геологическая карта, где указаны все девять свит, на которые теперь расчленяется угленосная толща. Детальная палеонтологическая и стратиграфическая характеристика дана для всех важнейших пластов и вмещающих их пачек. Все это стало мощным оружием для правильного и точного направления поисковых работ, иногда весьма затрудняющихся сложной тектоникой.

Не менее детально изучены и расчленены угленосные толщи Кузнецкого, Сучанского, Бурейского и даже совсем нового Южнокузнецкого угленосных бассейнов. Не так давно стратиграфия Сибирской платформы была известна только в самых общих чер-

тах. В настоящее время разрез кембрия и ордовика Сибирской платформы по своей детальности служит эталоном для всех прилегающих областей. Подобных примеров можно привести очень много. Они с полной несомненностью показывают те большие достижения, которые имеются в области детализации разрезов.

Эта важнейшая тенденция обеспечена палеонтологическими работами, что является главнейшим условием ее успешного развития. Здесь надо отметить большое продвижение вперед микропалеонтологии и палинологии, этих новых отраслей палеонтологии.

Вторая тенденция в развитии стратиграфии — изучение фациальных изменений, — хотя и шагнула далеко вперед, но все же значительно отстает от первой. До Октябрьской революции ученые и исследователи мало обращали внимания на фациальные изменения. Только наиболее выдающиеся исследователи, как например академики А. А. Борисьяк и А. Д. Архангельский, изучая их, подчеркивали их определяющее значение. Даже такой ведущий стратиграф, как академик Ф. Н. Чернышев, считал сланцево-песчаниковые толщи Западного Урала пермскими (артинскими), а известняковые массивы Приуралья верхнекаменноугольными только по различию их литологического состава.

Кунгурский ярус определялся только по присутствию толщ химических осадков — гипса и соли. Сейчас мы знаем, что толщи химических осадков очень часто имеют артинский возраст. Для кунгурского яруса удалось выделить не только гипсоносные и соленосные толщи, но и толщи типа артинских песчаников, а в восточных районах также и мощные толщи конгломератов и песчаников. У г. Перми были найдены карбонатные слоистые породы с нормальной морской брахиоподовой фауной, а на юге, у г. Актюбинска, даже рифовые известняковые массивы. Оказалось, что артинский и кунгурский ярусы обладают тождественным фациальным составом и очень близкой фауной. Это позволяет поставить вопрос о слиянии этих двух ярусов в один с двумя подъярусами.

Нередки ошибки другого типа — когда две толщи считаются одинаковыми только потому, что они обладают одинаковым фациальным составом. Хорошим примером такой ошибки является определение возраста ашинской свиты Западного Урала. Здесь под морскими среднедевонскими отложениями залегает толща красноцветов, почти некая, которой и было дано название «ашинская свита». Через некоторое время значительно восточнее под морским ордовиком была найдена литологически тождественная свита красноцветов. Ее отнесли к кембрию и, основываясь на литологическом сходстве, отождествили с ашинской свитой. Это отождествление позволило выдвинуть предположение о том, что и первая ашинская свита относится к кембрию.

Предположение получило значительное распространение в литературе. Тем временем в ашинской свите и тождественной с ней верхнебавлинской свите Волго-Уральской нефтеносной области начали находить органические остатки, преимущественно растения

и споры. Определение их с полной несомненностью показало девонский (скорее всего нижнедевонский) возраст ашинской и верхнебавлинской свит. Нижняя «ашинская» свита безусловно имеет кембрийский возраст, что подтвердилось и изучением спор. Сейчас наличие двух ашинских и двух бавлинских свит можно считать окончательно доказанным. Весьма вероятно существование третьих ашинской и бавлинской свит верхнепротерозойского возраста, лежащих еще ниже по разрезу.

Повторение свит одинакового литологического состава сейчас доказано для многих разрезов различного возраста и в различных областях. Оно обуславливается ритмическим осадконакоплением, своеобразным и важным явлением, впервые установленным и изученным советскими стратиграфами.

Фациальный состав отложений определяет распространение многих осадочных полезных ископаемых, поэтому он привлек к себе большое внимание и в некоторых областях детально изучен. Так, например, для Волго-Уральской области коллективом геологов-нефтяников составлен атлас литолого-фациальных карт для всех основных подразделений палеозоя, особенно девона, обладающих наибольшей нефтеносностью. Подобный атлас появляется впервые и по своей детальности представляет выдающееся достижение. Одно из важнейших достижений советской науки — это коллективная работа; яркие проявления ее получили широкое распространение и среди геологических наук.

Третья тенденция — применение различных методов определения возраста — так же, как и первые две, значительно продвинула вперед советскую стратиграфию и явилась причиной ряда важных достижений. Конечно, на первом месте как был, так и остался биостратиграфический метод. В его развитии были сделаны существенные достижения, и сейчас мы гораздо лучше знаем как его положительные, так и отрицательные особенности.

Очень важен факт установления влияния фаций на состав фауны. Оказалось, что существует ряд групп животных, связанных с определенным комплексом фаций и отсутствующих в одновозрастных отложениях, но другого фациального состава. Например, общеизвестный род *Karpinskia* ранее считался характерным, руководящим для нижнего девона. Сейчас мы знаем, что он связан не с нижним девоном, а с массивными рифовыми известняками герцинского типа. В этих известняках представители рода *Karpinskia* встречаются в самых различных горизонтах. Впервые они появляются в верхнелудловскую эпоху, одновременно с началом накопления рифовых известняков; затем мы их встречаем в жединских, кобленцских и даже в эйфельских известняках, слагающих самую верхнюю часть рифовых массивов. Нет сомнения, что если бы накопление рифовых известняков продолжалось в живетскую эпоху, то существовали бы и живетские формы *Karpinskia*.

Очень важно отметить, что в сланцевых толщах, окружающих рифовые массивы и одновозрастных с ними, *Karpinskia* отсутст-

вуют. Наоборот, граптолиты приурочены к определенным сланцевым фациям, очень редко встречаются в слоистых известняках и полностью отсутствуют в массивных известняках. Со слоистыми глинисто-известняковыми фациями связано большинство аммоней, хотя во вторичном залегании они иногда переполняют песчаники. В массивных известняках они крайне редки.

Связь определенных групп животных с определенными комплексами фаций наблюдается постоянно и повсеместно. Она существенно влияет на определение возраста отложений и особенно условий их образования. Однако необходимо помнить, что условия жизни групп животных со временем значительно изменялись. Так, например, брахиоподы в кенозое (кайнозой) и мезозое жили в основном на значительных глубинах, в условиях почти полного отсутствия влияния волн. В палеозое они, наоборот, обитали преимущественно на небольших глубинах, в зоне активного влияния волн. Они замещают, вернее предшествуют пелециподам и гастроподам, позднее заселяющим мелководье.

Из отдельных групп фауны интересны лингулы. Сейчас это типичная морская группа, живущая на самых различных глубинах. В палеозое лингулы жили преимущественно в опресненных мелководных бассейнах. Анализ фаций показывает, что нередко лингулы обитали в пресных водах, пресноводных заливах, лагунах и даже прибрежных озерах. Этот важный факт не всегда учитывается, и нередко лингулы рассматриваются как доказательство нормальной солености морского бассейна, что глубоко ошибочно.

Значение экологии, науки о связи организма со средой, исключительно велико. В ее развитии советские геологи и биологи намного опередили зарубежных ученых.

Далее следует отметить достижения микропалеонтологии и палинологии, этих двух выдающихся отраслей советской науки. Микропалеонтологией сорок лет тому назад занимались только одиночные ученые; как наука она тогда не существовала и даже слово «микропалеонтология» было неизвестно. Оно появилось как результат творчества широких масс геологов не более чем двадцать-двадцать пять лет тому назад. Сейчас же число микропалеонтологов превышает число макропалеонтологов. Развитие микропалеонтологии было обусловлено расширением буровых работ на нефть; она всецело зависит от нефтяной геологии, и большинство специалистов-микропалеонтологов работает в нефтяных научно-исследовательских учреждениях, разбросанных по всему Советскому Союзу. Число их весьма значительно, что служит лучшим доказательством успешности их работы.

Действительно, в нефтеносных районах широко развиты так называемые немые толщи, нередко сами нефтеносные. Расчленение их на стратиграфические горизонты стало возможным благодаря микропалеонтологии. Основное биостратиграфическое значение имеют фораминиферы, но с ними успешно соперничают остракоды, оказавшиеся неожиданно многочисленными и разнообразными. Иногда небольшой кусок керна содержит десятки видов остракод.

На втором месте идут диатомеи и радиолярии. Их распространение ограничено кремнистыми породами, и их сложные и хрупкие скелетные образования сильно страдают при препарировке. Однако и они дали много ценных данных.

Практическое значение микропалеонтологии подчеркивается ее необыкновенным развитием за рубежом, особенно в Соединенных Штатах. Там микропалеонтологией занимаются многие десятки частных предпринимателей и контор различных нефтяных компаний.

Значение спорового анализа чрезвычайно повысилось после того, как было установлено, что споры сохраняются в любых глинистых, тонкозернистых породах даже очень высокой степени метаморфизации, например в метаморфических сланцах и филлитах нижнего протерозоя. Споры разрываються только при перекристаллизации породы, степень же уплотнения на них не влияет. Важно, что даже в протерозойских отложениях споры достаточно многочисленны и разнообразны и комплекс их состоит из многих видов и родов. Начиная с кембрия они являются весьма важной группой, используемой для определения возраста отложений.

Изучение спор началось сравнительно недавно, но уже дало чрезвычайно важные результаты, иногда совершенно неожиданные. Например, некоторые метаморфические толщи срединной части Камчатки многие исследователи считали верхнемеловыми. Изучение спор (других органических остатков в них нет) показало их верхнепротерозойский (синийский) возраст. Наоборот, в верхней, ашинской свите, многими относимой к кембрию, оказался типичный девонский комплекс спор, окончательно решивший вопрос об ее возрасте. Красноцветы терской свиты южного берега Кольского полуострова многие геологи считали девонскими. Споры в них оказались верхнепротерозойскими.

В настоящее время хорошо отличимые комплексы спор найдены в карельской формации, в иотнийских и синийских отложениях и в нижнем кембрии. Это исключительно важное открытие впервые дало палеонтологическое, биостратиграфическое обоснование для определения возраста многих древних толщ, возраст которых вызывал и вызывает ожесточенные споры. Значение этого открытия трудно переоценить.

Естественно, у многих возникает вопрос, что это за растения, споры которых мы находим в таких древних толщах. Дело в том, что подобные споры возникают только в воздушной среде и у настоящих водорослей отсутствуют. Это обстоятельство позволило некоторым исследователям выдвинуть предположения, что древнейшие наземные растения уже существовали в докембрии и кембрии. Это предположение, конечно, ошибочно по той простой причине, что остатки этих растений полностью отсутствуют, что может объясняться только отсутствием самих растений. Если наземные растения действительно существовали, как например в силуре и девоне, то, несмотря на их крайнюю примитивность и небольшие размеры, остатки их в глинистых и песчаных породах встречаются

часто и повсеместно. В ордовике, кембрии и докембрии остатки наземных растений полностью отсутствуют. Это может объясняться только тем, что никаких наземных растений тогда не было.

Откуда же взялись споры? Сейчас выдвинуто новое, весьма правдоподобное предположение, что споры образовывала особая группа растений, давно вымершая, у которой тело растения находилось в воде и было таким же, как и у обычных водорослей, не сохраняющихся в ископаемом состоянии. Верхушка же растения, поднимаясь над водой, все время находилась в воздухе и образовывала спороношения и споры. Эти своеобразные водно-воздушные растения имеют громадное стратиграфическое значение. Благодаря этому палинология приобретает исключительную важность и заслуживает самой активной поддержки.

В противоположность водно-воздушным растениям известковые водоросли сохраняются очень хорошо и остатки их в карбонатных породах встречаются довольно часто. Однако биостратиграфическое значение их спорно. Многие крупные специалисты по известковым водорослям отрицают возможность использования их для определения возраста. Свое мнение они обосновывают тем, что форма тела известковых водорослей крайне изменчива и неустойчива, а внутренние образования слишком примитивны и непостоянны. Действительно, водоросли типа *Collenia* из верхнего протерозоя, кембрия и ордовика фактически неотличимы одни от других. Другие исследователи считают, что существуют достаточно характерные группы известковых водорослей, которые могут быть использованы для определения возраста, например *Newlandia*, характерная для верхнего протерозоя, *Chabakovia* — для кембрия и т. п. На чьей стороне истина, пока неизвестно, и вообще к определению возраста по одним известковым водорослям следует относиться осторожно. По-видимому, массовое нахождение известковых водорослей при отсутствии каких-либо групп животных присуще только одному верхнему протерозою.

Второй метод определения возраста — тектонический — приобретает все большее значение. Тектонические процессы вызывают резкие угловые несогласия, большие перерывы в осадконакоплении, образование ритмически построенных больших толщ (макро- и мезоритмы). Все эти явления крайне важны для установления стратиграфических подразделений и широко применяются для этой цели на практике. Это применение вполне обоснованно и должно быть поддержано.

К сожалению, как это часто бывает, в новом течении есть «перегибы». Иногда считают, что тектонические перерывы имеют повсеместное, планетарное распространение, что все толщи обязательно должны быть ритмически построены. Это, конечно, неверно. Многочисленные наблюдения показали, что на поднятиях нередко большие перерывы и несогласия, которые полностью отсутствуют во впадинах на расстоянии всего нескольких десятков километров. Тектонические движения всегда обладают ограниченной площадью распространения, иногда имеют очень небольшие размеры,

как например у тектонических блоков. Ритмическое строение наблюдается часто, но не всегда.

Следует сказать, что начало тектонических движений не всегда совпадает с границами биостратиграфических подразделений. Тектоника вносит в биостратиграфию существенные изменения, заслуживающие полного внимания. Остановимся на трех примерах.

Первый пример — это граница между нижним и средним карбоном. По данным биостратиграфии, она проводится между намюрским и башкирским ярусами.² Очень часто эта граница проходит в литологически одинаковых толщах с очень близкой фауной и устанавливается с большим трудом и неточно. В то же время между башкирским и московским ярусами, точнее в конце башкирской эпохи, происходят крупные движения, распространяющиеся на громадные площади — фазы герцинской складчатости. Они повсеместно вызывают резкие изменения литологического состава, а в геосинклинальных областях — также и образование угловых несогласий. Во время полевых работ эта тектоническая граница улавливается легко, устанавливается точно и прослеживается на любых площадях. Может быть, более рационально ее и принять как границу между нижним и средним карбоном, а тем самым и как границу между средним и верхним палеозоем.

Второй пример — это граница между палеозоем и мезозоем. По биостратиграфическим данным мы проводим ее между верхней пермью и нижним триасом. При этом в очень многих областях она проходит в однородных толщах с очень сходной фауной. Поэтому установить ее, особенно в полевых условиях, обычно очень трудно. Одновременно выше отложений нижнего триаса на громадных площадях наблюдается резкий перерыв, изменение литологического состава, а в геосинклинальных областях — также ясные угловые несогласия. Все это показывает, что нижний триас фактически является концом палеозоя; в его эпоху происходят последние движения герцинской складчатости. Гораздо правильнее границу между палеозоем и мезозоем проводить не под нижним триасом, а над ним. Однако решение этого вопроса требует серьезного нарушения биостратиграфических традиций.

Третий вопрос — это граница между нижним и верхним мелом. Она проводится между альбом и сеноманом. Эта граница также не совпадает с началом тектонических движений, с началом крупнейшего палеогеографического явления — верхнемеловой трансгрессии. Как показали детальные наблюдения, почти повсеместно верхнемеловая трансгрессия начинается не в сеномане, а в верхнем альбе (враконский горизонт). Граница между верхним альбом и сеноманом устанавливается с трудом и нередко условно. Граница

² С 1974 г., согласно решению МСК СССР, эта граница проводится ниже: в основании башкирского яруса в широком смысле, в состав которого включена большая часть намюра. Нижняя часть намюра, примерно соответствующая намюру А Западной Европы, выделена в серпуховский ярус. (Прим. сост.).

же под верхним альбом легко фиксируется по резким литологическим изменениям и угловым несогласиям. Но и в этом случае преодоление биостратиграфических традиций представляет сложную задачу.

Эти три примера не исчерпывают всех вопросов — их очень много. Большинство из них очень сложно, но важность проблем рано или поздно потребует их решения.

Третий вид определения возраста — это геофизические методы. Обычно они служат для установления границ крупных подразделений, как например поверхности кристаллического фундамента Русской платформы, но развитие техники позволит сейчас отбивать границы и более мелких подразделений, связанные с резкими изменениями физических свойств горных пород.

Для сопоставления скважин, бурящихся без отбора керна (а их сейчас подавляющее большинство), очень большое значение имеет каротаж. Отбивающиеся при его помощи реперные горизонты по точности своих границ не уступают биостратиграфическим горизонтам. В нефтеносных областях каротажные диаграммы используются для установления стратиграфических горизонтов наравне со списками окаменелостей, а нередко и более часто, чем последние.

Четвертая группа методов основана на определении абсолютного возраста горных пород, преимущественно интрузивных, хотя сейчас все чаще применяется для определения абсолютного возраста непосредственно осадочных пород. Пока основной фактический материал состоит из определений возраста различных изверженных пород, выраженных в миллионах лет. Эти определения многочисленны, чрезвычайно важны и интересны. Их значение подтверждается тем, что они в основном соответствуют сравнительным биостратиграфическим определениям возраста.

Надо сказать, что в вопросе определения абсолютного возраста еще много неясного и спорного. Иногда получаемые цифры возраста жил, прорывающих граниты, оказываются больше цифры возраста самих гранитов. Можно привести еще и ряд других частных примеров. Но важно не это, а то обстоятельство, что в основном последовательность эпох магматической деятельности устанавливается правильно, и цифры абсолютного возраста дают возможность определения относительного возраста ряда интрузий, для которых геология часто не имеет достаточных данных.

Совместное применение всех методов определения возраста дало выдающиеся результаты. Их дальнейшее развитие обеспечено. Нет сомнения, что будут найдены и применены новые методы. Все это позволяет считать, что методическая сторона стратиграфических работ находится в хорошем состоянии и имеются все предпосылки для ее дальнейшего улучшения. Особого внимания заслуживают палинология и определение абсолютного возраста.

Четвертая тенденция — применение стратиграфии в промышленности. Наибольшее количество стратиграфических работ связано с нефтяной и газовой промышленностью.

Значительное число их используется в угольной промышленности в связи с тем, что наши многочисленные, нередко громадные угленосные бассейны имеют самый различный возраст и разбросаны по всей территории страны. Значительное количество стратиграфических исследований проводится в связи с поисками, разведкой и эксплуатацией осадочных и осадочно-метасоматических месторождений самых различных металлов — железа, марганца, алюминия, меди, вольфрама, молибдена. Наконец, солидные группы стратиграфов работают на многочисленных и разнообразных месторождениях нерудных полезных ископаемых.

Промышленные работы по стратиграфии не ограничиваются помощью в выявлении полезных ископаемых. Большое число стратиграфов, в том числе ведущих, работают по обслуживанию геологической съемки и опорного бурения — этого нового и важного вида геологических работ. Стратиграфы работают на строительстве транспортных сооружений, капитальных сооружений, на гидрогеологических изысканиях и многих других видах промышленных работ. Можно с полной уверенностью сказать, что промышленное применение стратиграфических работ стоит на должной высоте.

Жалеть приходится об обратном, что у нас слишком мало работ, не связанных с промышленностью, направленных на решение общих теоретических вопросов.

Перейдем теперь к рассмотрению некоторых основных проблем стратиграфии и остановимся прежде всего на двух из них: четвертичной системе и синийском комплексе.

Ч е т в е р т и ч н а я с и с т е м а. Прежде всего несколько слов о названии. Термины «первичная и вторичная системы» оставлены уже давно. Понемногу из употребления выходит и термин «третичная система», особенно сейчас, когда принято выделение палеогена и неогена в самостоятельные системы. Пора подумать и о замене устаревшего названия «четвертичная система». Уже давно академиком А. П. Павловым предложено хорошее и короткое название «антропоген», созвучное палеогену и неогену. Его и можно рекомендовать для широкого употребления. Нет никакой необходимости производить замену внезапно, декретивно, но постепенно нужно переходить на термин «антропоген». Необходимо отметить выдающиеся результаты в деле расчленения четвертичных отложений и установления условий их образования. В этих отношениях четвертичная система изучена лучше многих других.

Однако большие сомнения вызывает вопрос о нижней границе антропогена. Когда я начинал свою геологическую деятельность в 1907 г. на Апшеронском полуострове, эта граница проводилась над бакинским ярусом. В то время бакинский ярус, имеющий ясно складчатый характер и большую мощность отложений, рассматривался как типичный плиоцен. Детальная съемка побережья Каспийского моря, произведенная после Октябрьской революции, показала, что морские отложения бакинского яруса постепенно переходят в речные террасы, которые в свою очередь переходят

во флювиогляциальные отложения и выше — в морены. Таким образом, было доказано наличие оледенения в бакинскую эпоху. Поскольку оледенение считалось определяющим признаком четвертичного периода, бакинский ярус перенесли в антропоген. По-немногу все привыкли к этому, хотя должен сказать, что мне лично все еще хочется перенести бакинский ярус обратно в плиоцен, так как он очень сильно отличается от нормальных четвертичных отложений.

Уже в послевоенные годы было установлено, что и апшеронскому ярусу также соответствуют морены горного оледенения. Был поставлен вопрос о перенесении и апшерона в антропоген, и некоторые учреждения и отдельные специалисты провели это в жизнь. Однако, как показало Всесоюзное совещание по стратиграфии палеогена и неогена, проведенное в Баку в 1955 г., большинство специалистов настаивает на проведении границы по-старому, над апшеронским ярусом.

За прошедшее с тех пор время было доказано, что и акчагельский ярус включает одновременные ему ледниковые отложения. Изучение отложений подножий юго-восточного склона Кавказа и Копетдага позволило мне установить ледниковое происхождение не только акчагельских, но и послесарматских мощных конгломератовых толщ. Это доказало наличие не только акчагельского, но и понтического, а возможно, и мэотического оледенения. Таким образом, оледенение стало особенностью не только антропогена, но и неогена. Положение резко осложнилось и в то же время облегчилось.

Усложняется оно в том случае, если принять старую, ничем не доказанную точку зрения, что оледенение может быть только в антропогене. Тогда к антропогену нужно относить весь плиоцен. Мощность образований плиоцена на Апшеронском полуострове очень велика, не менее 6000—7000 м. Это мощные, сильно складчатые толщи с очень разнообразной фауной, потребовавшие для своего образования громадного промежутка времени. Мощность же антропогена, даже если к нему относить бакинский ярус, не более 200—300 м. Он слабо складчат, обладает однотипной фауной и длительность его сравнительно невелика. При соединении в одно целое таких неравнозначных частей преимущество должно быть отдано большей. Тогда мы должны вообще отказаться от выделения антропогена в самостоятельную систему, отказаться от употребления этого названия и считать, что существует одна неогеновая система с отделами миоцен, плиоцен и плейстоцен. Такое мнение имеет полное право на существование, но уничтожение антропогена, уничтожение четвертичной системы значительно усложняет и затрудняет положение и в первую очередь производственные работы.

Упрощается вопрос, если принять положение, что оледенение не может служить отличительной особенностью антропогена, имея распространение и в плиоцене. Тогда самостоятельность неогена и антропогена остается в полной силе и отпадает надоб-

ность в уничтожении четвертичной системы. Но в этом случае возникает необходимость в других критериях кроме оледенения для обособления антропогена. Такими критериями, во-первых, прежде всего и лучше всего могут быть фауна и флора и, во-вторых, тектонические движения; возможно, помощь окажут и геофизические данные.

На первом месте стоит, конечно, биостратиграфия. Уже давно установлено, что ряд семейств позвоночных, например приматы, копытные, вероятно, и некоторые другие, присущи только четвертичным отложениям. Нет сомнения, что такие руководящие группы существуют и среди беспозвоночных, в частности среди микрофауны, среди фораминифер и остракод. Существуют, конечно, и руководящие флористические группы, в особенности пыльцевые и споровые комплексы. Только опираясь на них, мы можем провести точную биостратиграфическую нижнюю границу антропогена и обосновать его подразделения, нередко имеющие весьма условный и приблизительный характер.

В настоящее время при выделении отделов и более дробных подразделений антропогена обычно опираются на геоморфологические и литологические данные, например на высоту террасы, ее положение, состав отложений, развитие галечников, присутствие морен и т. п. Биостратиграфия же этого периода находится не на должной высоте и значительно отстает от биостратиграфии плиоцена и миоцена. Поднять четвертичную биостратиграфию на должную высоту — неотложная и важная задача.

С и н и й с к и й к о м п л е к с. Выделение и изучение отложений, носящих это название, представляет выдающееся достижение. Во многих областях оно в корне изменило старые точки зрения на отложения, налегающие на метаморфические и кристаллические толщи нижнего протерозоя и археозоя. На Русской платформе, например, такие толщи, сложенные «немыми» песчаниками и глинами, условно относили к среднему девону, удивляясь только их большой мощности. Сейчас в этом «среднем девоне» выделены средний кембрий (ижорские слои), нижний кембрий (балтийский комплекс) и верхний протерозой (синийский комплекс). Выделение это происходило среди ожесточенных споров, которые далеко еще не кончились.

Прежде всего спор идет о самом названии. Кроме названия «синийский комплекс», в переводе — «китайский комплекс», употребляются названия «рифейский комплекс (рифей)», затем эокембрий, поздний докембрий, байкальский комплекс и многие другие. Затем спорят о том, куда эти комплексы относятся. Одни считают эти отложения нижней толщей нижнего кембрия, другие — верхней толщей верхнего протерозоя, лежащей на иотнийской формации; третьи выделяют синийский комплекс в новую систему палеозоя, помещая ее под кембрием и над верхним палеозоем.

Большие споры вызывает и объем синийского комплекса. Одни относят к нему только один валдайский комплекс, т. е. зеленоватые ламинаритовые глины и гдовские песчаники. Другие считают,

что к нему принадлежат все отложения, находящиеся между палеонтологически охарактеризованным нижним кембрием (балтийским комплексом) и метаморфизованной иотнийской формацией, т. е. кроме валдайского комплекса к нему относят волынский и полесский комплексы юго-запада, сердобский комплекс и нижнебавлинскую свиту юго-востока, а также ненокскую свиту севера.

Долгое время были неизвестны взаимоотношения синийского комплекса и метаморфизованного верхнего протерозоя — шокшинских и овручских кварцитовидных песчаников.³ Только недавно буровая скважина, заданная к югу от Свири, вскрыла 400 м верхнедевонских красноцветов. Под ними обнаружена синяя нижнекембрийская глина (64 м), а еще ниже — зеленоватые ламинаритовые глины и гдовские песчаники валдайского комплекса. Под последними залегает своеобразная толща переслаивающихся метаморфизованных пород — кварцитов и филлитов со слабо метаморфизованными сланцами и песчаниками. Внизу толща переслаивания сильнее метаморфизована и приближается к шокшинским кварцитам, которые ее подстилают и в которых скважина была остановлена.

В Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и в Северо-Восточном Китае синийский комплекс, или синийская система, лежит под палеонтологически охарактеризованным нижним кембрием и на метаморфизованном нижнем протерозое. И здесь одни исследователи выделяют его в особую, первую систему палеозоя, другие — относят к верхнему протерозою.

В Западной Сибири, в Средней Азии, Казахстане и на Урале чаще всего синийский комплекс не выделяют, относя его то к нижнему кембрию, то к верхнему протерозою. Однако и здесь во многих районах развиты толщи, которые нельзя отнести к нижнему кембрию потому, что они лежат под морским нижним кембрием и не содержат фауну. Отнесение их к верхнему протерозою затрудняется невысокой степенью метаморфизации, почти такой же, как у кембрия. Такие толщи нередки и их все чаще называют синийским комплексом.

На Урале морского нижнего кембрия почти нет, если не считать тереклинскую свиту в бассейне р. Сакмары. Поэтому мощные немые, или водорослевые толщи, лежащие под морским ордовиком, относят то к рифею (рифей в переводе — Урал), то к кембрию. Основания для того и другого почти одинаковы, но все же отнесение их к протерозою имеет больше оснований, так как просто невероятно, чтобы мощные километровые толщи морских отложений, относимые ко всем трем отделам кембрия и развитые по всему Уралу, несмотря на тщательные поиски, не дали за десятки лет ни одной находки несомненной обычной кембрийской фауны. Для образований верхнего же протерозоя такое отсутствие фауны — явление нормальное.

³ В настоящее время шокшинские песчаники относятся к верхам нижнего протерозоя. (Прим. сост.).

Палеонтологическая характеристика синийского комплекса своеобразна. Ни микро-, ни макрофауна в нем не найдены. В карбонатных толщах, известняках и доломитах нередки массовые скопления известковых водорослей, особенно типа коллений. В песчаных и особенно глинистых толщах найден специфический комплекс спор. Споры найдены во многих областях. Везде они достаточно разнообразны и обладают устойчивыми признаками. Сейчас они являются важнейшей руководящей биостратиграфической группой и во многих случаях позволили точно выделить синийский комплекс. Интересно, что у нас комплекс спор такой же, как и в Северо-Восточном Китае, области стратотипа синийского комплекса.

Вот вкратце положение вопроса о синийском комплексе. Как видно, положение достаточно сложное и в ряде областей требует дополнительных наблюдений. Однако в других областях, нередко ведущих, он изучен вполне достаточно для однозначного решения. К таким областям относится восточная часть СССР, начиная от Сибирской платформы включительно, и Русская платформа. Здесь прежде всего ясно, куда относить синийские отложения — к палеозою или протерозою. Вопрос решает характер фауны. Фауна синийского комплекса, безусловно существующая и достаточно высоко развитая, в ископаемом состоянии неизвестна. Это можно объяснять только отсутствием твердых скелетных образований и раковин у синийских животных. Но возможность нахождения таких животных, вернее говоря их отпечатков и поверхностной пленки, не исключена. И те и другие могут сохраниться в наиболее тонкозернистых и однородных слонистых породах, типа золенгофенских юрских литографских сланцев или известково-глинистых сланцев типа граптолитовых.

Сейчас уже почти позабыта находка американского палеонтолога Волкотта (Walcott), сделанная им около пятидесяти лет тому назад. Он поставил себе задачу найти отпечатки и пленки тел кембрийских животных, лишенных твердых скелетных образований. Долгое время он изучал карбонатно-сланцевые толщи кембрия в Западной Канаде и наконец все-таки нашел поразительные по своей полноте сохранности отпечатки и пленки таких животных, как медузы, голотурии, черви и ракообразные. Нашел их он в среднем кембрии. Это показывает полную возможность нахождения таких же отпечатков, таких же животных и в синийских отложениях, стоит только поставить специальные палеонтологические работы.⁴

Однако пока фауна не найдена, ее отсутствие резко отличает синий от кембрия и других палеозойских систем и, наоборот, сближает его с протерозоем. Нельзя относить к палеозою такие отложения, фауна которых обладает всеми особенностями протерозойских фаун.

⁴ В настоящее время в верхней части бывшего синийского комплекса (венде) обнаружены многочисленные отпечатки бесскелетных животных. (Прим. сост.).

Находки известковых водорослей сами по себе не дают основания решить вопрос о возрасте, но для синия характерно массовое, пороодообразующее развитие известковых водорослей при полном отсутствии пороодообразующих животных. Эта особенность свойственна только протерозою и отсутствует в палеозойских системах. В палеозое известковые водоросли тоже нередко бывают пороодообразующими, но их всегда сопровождают пороодообразующие группы животных: для кембрия это будут археоциаты, для ордовика — табуляты.

Комплекс спор синийских отложений достаточно характерен и своеобразен и, пожалуй, относится к такому типу, который более свойствен протерозою, чем палеозою. Итак, палеонтологические данные заставляют относить синийский комплекс к протерозою, а не к палеозою.

Объем образований синийского комплекса различен. По определению, к нему относятся отложения, находящиеся между палеонтологически охарактеризованным нижним кембрием и метаморфическим нижним протерозоем, т. е. фактически весь верхний протерозой. На востоке СССР так оно и есть на самом деле, но на Русской платформе положение более сложное. Там между нижним кембрием (балтийским комплексом) и метаморфическим нижним протерозоем кроме синийского комплекса лежат иотнийский и суйсарский комплексы, причем в Карелии доказано, что синийский комплекс лежит на иотнийском (шокшинских кварцитопесчаниках). Может быть, более правильно и здесь объединять все отложения, находящиеся между кембрием и нижним протерозоем, в единое целое. Тогда этим отложениям, в состав которых входят несколько комплексов, более правильно присваивать значение формации или системы — синийской формации, синийской системы. Более рационально остановиться на последнем названии — синийская система, так как она имеет достаточно точную палеонтологическую характеристику, что и служит отличием системы от формации, у которой палеонтологическая характеристика отсутствует. Поскольку в карельской формации также найдены споры, достаточные для ее палеонтологической характеристики, есть все основания и ее назвать карельской системой. Тогда название «формация» останется только за подразделениями археозоя.

Если принять это, то к синийской системе на Балтийском массиве и его склонах будут относиться комплексы: валдайский, свирский (южнее р. Свири), ненокский (в окрестностях Архангельска), терский (на побережье Кольского полуострова), иотнийский, суйсарский.⁵ В геосинклинальной области им одновременны гиперборейский комплекс Кильдина и Рыбачьего, метаморфические толщи Канина полуострова и Тимана, включая и те, которые сейчас некоторые геологи без достаточного обоснования относят к кембрию. На западном склоне Урала это будут тождественные

⁵ Суйсарский комплекс в настоящее время относится к нижнему протерозою. (Прим. сост.).

им метаморфические толщи, иногда называемые рифеем, начиная с миньярской свиты и ниже, тоже без основания относимые к кембрию.

На юге платформы к синийской системе будут относиться валдайский, вольтинский, полесский, сердобский комплексы и овручская свита. При таком понимании синийская система Запада и Востока СССР будут тождественны. Это предложение, конечно, требует рассмотрения на пленуме Междуведомственного стратиграфического комитета или на специальном Всесоюзном совещании, а в дальнейшем — на Международном геологическом конгрессе.

Новые системы. Кроме предлагаемой синийской системы есть еще четыре системы, уже утвержденные и проверенные практикой — это ордовик, силур, палеоген и неоген. Ордовикская, или ордовичская, и силурийская системы введены вместо прежних нижнего и верхнего силура. Это введение сейчас общепринято. Обе системы утверждены Междуведомственным стратиграфическим комитетом и редакционными коллегиями обзорных геологических карт в масштабе 1 : 5 000 000 и 1 : 2 500 000. Кроме того, они приняты на стратиграфических совещаниях по унификации разрезов Западной Сибири, Урала, Дальнего Востока и Северо-Востока СССР. Практически применение этого подразделения и название надо считать обязательным везде — и на производстве, и при преподавании.

Выделение ордовика и силура подчеркивает основные проявления каледонской складчатости, основные фазы каледонского магматизма и резкие различия в металлогении. Кроме того, оно вводит общее понимание и общую терминологию с нашими великими соседями — Китаем и Индией, а также со всеми странами английского блока и Соединенными Штатами.

Иногда у нас все еще держатся за термин «готландий», употребляя его вместо силура якобы для того, чтобы не перепутать старый силур с новым. Практика, однако, показала, что никто старый силур с новым не путает и что в новом термине никакой необходимости нет. Почти не употребляется он в мировой практике. Применение же его вызывает действительную путаницу в обмене опытом с Китаем, Индией, Вьетнамом, Индонезией и всеми другими государствами Азии и многими странами Европы и Америки, в которых принято название «силур». Поэтому «готландий» не получил в СССР широкого употребления.

Палеоген и неоген — это две другие новые системы, фактически принятые ведущими стратиграфическими учреждениями.

Стратиграфическая практика решила вопрос о необходимости выделения палеогеновой и неогеновой систем. В 1955 г. это выделение было утверждено на Всесоюзном совещании в Баку, а в 1956 г. принято Междуведомственным стратиграфическим комитетом. Окончательное утверждение вопроса отложили только потому, что он затрагивал интересы ряда демократических республик: Румынии, Венгрии, Болгарии, Польши. Сочли более правильным

рассмотреть его на Международном совещании, которое должно состояться в ближайшем будущем. Положительное решение вопроса и на этом совещании не вызывает сомнения, так как геологи демократических республик неоднократно высказывались за него.

Достижения советских геологов неоднократно получали высокую оценку со стороны наших руководящих учреждений. Эту оценку разделяют со своими товарищами и советские стратиграфы, разделяют вполне заслуженно. Достижения их весьма многочисленны и высокоценны как в производственном, так и в теоретическом отношении. Во многих областях они стоят на первом месте в мире.

Выполняя задание КПСС и Советского правительства, советские стратиграфы с заслуженной гордостью оглядываются на пройденные сорок лет своей работы. Но они знают, что в ряде областей стратиграфии мы все еще отстаем, что и там, где они идут впереди, можно сделать еще больше, добиться еще более высоких результатов. Самознайка чуждо советским ученым, и советские стратиграфы сделают все, чтобы еще больше помочь своим товарищам-геологам в их ответственной и сложной работе, сделают все, чтобы поднять свою любимую науку на еще большую высоту.

ВОПРОСЫ СТРАТИГРАФИИ СССР¹

КЕМБРИЙ

Кембрийские отложения широко распространены в Казахстане, Западной и Восточной Сибири. Изучение их дало исключительно большой палеонтологический и стратиграфический материал, что уже изменило ранее существовавшие представления, но обработка материала не закончена и многие вопросы еще не решены.

Большое значение имело переопределение возраста археоциатовых известняков. Ранее их относили к среднему кембрию. Переопределение показало, что среди археоциат и других групп преобладают инжнекембрийские формы, поэтому археоциатовые известняки стали относить к нижнему кембрию. В результате из многих разрезов средний кембрий исчез. Это в свою очередь послужило основанием для новых палеогеографических построений. После этого такой известный специалист по археоциатам, как А. Г. Вологдин, высказал сомнение по поводу новых определений и предположение, что существуют и среднекембрийские и нижнекембрийские археоциатовые известняки. Эта точка зрения наиболее вероятна. Выпадение всего среднего кембрия из общего процесса осадконакопления трудно объяснимо. Маловероятна и при-

¹ Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1960, т. 37, вып. 2, с. 8—20 (без первых пяти страниц).

уроченность такой своеобразной и разнообразной группы, обладающей мировым распространением, только к одному отделу системы.

В ряде областей отложения, относимые к нижнему кембрию, весьма разнообразны и достигают громадной мощности (4—5 км). Это позволило некоторым исследователям поставить вопрос о выделении нижнего кембрия в отдельную систему, особенно после присоединения к нему мощных карбонатных толщ, ранее относимых к среднему кембрию. Этот вопрос не заслуживает внимания и основан на недостаточной изученности стратиграфии.

Если два предыдущих вопроса основаны на неполноте наших знаний, то третий вопрос, вернее проблема, существует сам по себе, независимо от наших знаний и построений. Это — проблема континентальных отложений кембрия и ордовика, по своей значимости заслуживающих выделения в самостоятельный раздел.

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КЕМБРИЯ И ОРДОВИКА

Эти отложения безусловно существуют (поскольку несомненно, что существовали нижнепалеозойские континенты), но в разрезах нижнего палеозоя они почти неизвестны. Обычно все фации рассматриваются как морские или лагунные даже тогда, когда в них полностью отсутствует морская фауна. Последнее, конечно, ошибочно. Моря кембрия и ордовика были населены богатой и разнообразной, хорошо сохраняющейся фауной. Поэтому отложения, не заключающие в себе остатков этой фауны, не могут быть морскими. К сожалению, это простое и бесспорное положение не учитывается геологами, и случаи отнесения мощных и разнообразных немых толщ, даже карбонатных, к морским неоднозначны.

Казалось бы, это важное обстоятельство облегчает выделение континентальных отложений. Все мощные немые толщи большого распространения должны быть континентальными. Однако этот вывод правилен только для тех толщ, которые подстилаются отложениями с морской фауной. Если же ниже немых толщ нет таких отложений, то возможно и другое решение. Они могут быть морским верхним протерозоем, синийским комплексом, в осадках которого фауна отсутствует. Тогда проблема становится очень сложной, так как обособление континентального нижнего палеозоя от морского верхнего протерозоя по фауне невозможно. Не помогают даже известковые водоросли, коллени и др., так как они растут одинаково хорошо и в морских, и в пресноводных бассейнах. Единственная группа, которая может определить возраст, — это споры земноводных растений. Эти растения тоже росли в бассейнах различной солености, но споры кембрийских и верхнепротерозойских форм хорошо отличаются друг от друга. Кембрийские палинологические (споровые) комплексы, находимые в отложениях без морской фауны, определяют континентальное проис-

хождение этих отложений. В случае нахождения верхнепротерозойских споровых комплексов вопрос о морском и континентальном происхождении остается открытым. Возможно, его решению могут помочь литологические особенности, так как существование на протерозойских материках больших озер маловероятно ввиду отсутствия речных систем. Поэтому все толщи большого распространения, сложенные карбонатными, битуминозными, углистыми и кремнистыми породами, будут морскими. Но все остальные отложения, в частности терригенные, могут быть и морскими и континентальными. Надо надеяться, что детальное изучение и картирование позволят выделить континентальные комплексы фаций, но пока это задача будущего.

ОРДОВИК

Изучение геологии СССР началось с запада, и поэтому были приняты подразделения палеозоя, господствовавшие в Германии. По ним ордовик и силур рассматривались как отделы одной системы. На самом деле такое объединение естественно только для Русской платформы. На Урале и во всей азиатской части СССР (везде, где проявлялась каледонская складчатость) прежние нижний и верхний отделы силура резко разделены рядом угловых несогласий и перерывов, различием простираения складчатых структур, различием в степени метаморфизма, проявлением синорогенных интрузий. Неодинаков и состав фаун. Все эти важнейшие особенности давали полное право на выделение прежних отделов силура в самостоятельные системы. Такое выделение уже давно было принято в Англии, а также в Индии, Китае и других государствах Азии. При составлении первой обзорной геологической карты, охватывавшей всю территорию СССР, в 1937 г. мне как главному редактору карты стала ясна необходимость выделения ордовика и силура в самостоятельные системы. Однако в то время советский восток был изучен мало и мое предложение не было принято. За прошедшие 20 лет в азиатской части СССР были проведены исключительные по размерам геологические работы. Они постепенно показывали полезность моего предложения, и в начале 50-х годов оно было принято на ведущих стратиграфических совещаниях и сейчас является общепринятым при составлении всех геологических карт.

Ордовикская система подразделяется на три отдела. Нижнему отделу в основном соответствуют тремадокский и аренигский ярусы английской схемы, среднему — ландейлский и верхнему — карадокский.² Детальное изучение фауны и стратиграфии показало, что такое сопоставление возможно только в некоторых западных и северных областях. В других областях границы

² В настоящее время в среднем отделе ордовикской системы выделяются лланвирский, лландейлский и карадокский ярусы, в верхнем — ашгиллский ярус. (Прим. сост.).

местных подразделений по фауне не совпадают с границами английских ярусов. Наконец, есть области, где фауна настолько своеобразна, что сопоставление становится невозможным и приходится пользоваться только местными подразделениями.

Так, например, для Сибирской платформы детальное изучение фауны и стратиграфии, проведенное О. И. Никифоровой (1955), показало полную невозможность применения английских подразделений и необходимость разделения отделов ордовика на ряд свит, имеющих местное распространение. Такая практика выделения местных подразделений безусловно полезна и для других областей. При этом обязательны корреляционные таблицы, таблицы сопоставления новых подразделений с подразделениями соседних областей и классическими разрезами.

СИЛУР

Силур принято делить на два отдела: нижний — ландоверский и венлокский ярусы; верхний — ниже- и верхнелудловские ярусы. Западноевропейские комплексы фауны, характеризующие ярусы, прослеживаются далеко на восток. Только на Дальнем Востоке и в Забайкалье состав фауны изменяется и нередко приходится прибегать к выделению местных подразделений.

Наибольшие споры и сомнения вызвал даунтонский ярус. В Англии он представлен лагунными и континентальными отложениями, преимущественно терригенными, нередко красноцветными, со своеобразной фауной. Эти отложения лежат на лудловском ярусе. Совершенно ясно, что лагунным и континентальным фациям должны соответствовать в других областях нормальные морские отложения, преимущественно известняковые с брахиоподовой и коралловой фауной. Теоретически можно предположить, что эти известняковые фации образуют особый ярус, лежащий на лудлове и покрывающийся жедином. Практически более вероятно, что нижняя часть даунтона по простирацию переходит в верхнелудловские известняки, а верхняя — в жединские.

В Советском Союзе фациальные комплексы, тождественные английскому даунтону, пока неизвестны, хотя нахождение их у подножия каледонских хребтов вполне возможно, например на юге Западной Сибири или в Казахской степи. Что же касается морских аналогов, то есть сторонники обеих точек зрения. Удобнее вторая точка зрения, устраняющая необходимость создания нового яруса, неизвестно чем охарактеризованного. Она и получила наибольшее распространение.³

Нерешенной проблемой является вопрос о выделении континентальных силурийских отложений. Широкое распространение их не вызывает сомнения, оно должно соответствовать уже установ-

³ В настоящее время в составе верхнего силура выделяются лудловский и придуловский ярусы. Последний — в морских отложениях и соответствует даунтону. (Прим. сост.).

ленному широкому распространению морских фаций. Однако на практике континентальный силур выделен только в немногих областях. В большинстве же областей он считается девоном или «морским» ордовиком.

ДЕВОН

Открытие в девонских отложениях Русской платформы и Приуралья мощных залежей нефти вызвало детальное изучение их стратиграфии и фауны. В настоящее время девонские отложения здесь изучены более полно, чем в каких-либо других областях мира. Число работ, посвященных им, достигает многих сотен.

Наибольшие споры вызвал вопрос о границе живетского и эйфельского ярусов. Большое число палеонтологов и стратиграфов считают, что отложения, ранее относимые к нижнеживетским, на самом деле являются эйфельскими по наличию в них ряда западноевропейских эйфельских форм. Однако сравнение с более близко расположенными Польшей, Восточным Уралом и Тянь-Шанем еще не закончено и вопрос не может считаться окончательно решенным.

Кроме работ по брахиоподам, табулятам, ругозам и пелециподам, особый интерес представляют многочисленные палеонтологические исследования остатков микроорганизмов: остракод, филлопод, фораминифер и спор, ранее почти не изучавшихся.

В исследовании девона и его фауны и флоры азиатской части СССР также имеются значительные достижения, но все же они меньше, чем для европейской части СССР.

В девонском периоде наиболее резко обособляются две биогеографические провинции — западная и восточная. Для целого ряда эпох у них почти нет общих форм. Тем не менее наши стратиграфы упорно стараются найти на Востоке ярусы Запада, которых там нет. Например, в Центральном Казахстане настойчиво ищут франкский и живетский ярусы, которых там нет совершенно и которые замещаются местными подразделениями с иначе расположенными границами. Подобные попытки делаются и для других областей с такими же сомнительными результатами. Надо выделять действительно существующие подразделения, а не вгонять их в западноевропейские рамки. Корреляция тех и других, конечно, обязательна, но это последующая весьма сложная и трудная работа.

Заслуживают внимания мощные красноцветные континентальные отложения типа древнего красного песчаника Европы, образовавшиеся вдоль подножия хребтов, созданных последними фазами каледонской складчатости и глыбовыми поднятиями складчатых массивов. Эти красноцветы отлагались на обширных предгорных и одновременно прибрежных равнинах. Определяют возраст панцирные рыбы, филлоподы, остракоды и остатки растений, в том числе споры. Эти группы еще недостаточно изучены, поэтому нередко возникают споры о положении того или другого подразделения.

Девонские красноцветы хорошо изучены в обширных впадинах к юго-западу от Сибирской платформы, где мощность их достигает 3000—4000 м, а в Тувинской впадине даже 5000—8000 м. По мощности, фациальному составу и характеру фауны они очень близки древнему красному песчанику Шотландии, у подножия Грампианского каледонского складчатого хребта.

НИЖНИЙ КАРБОН

Нижний карбон тесно связан с верхним девонem и представляет заключительный этап единого длительного макроритма осадконакопления. Он включает мощные угленосные толщи, имеющие большое экономическое значение, — нижнюю часть угленосных толщ Донецкого и Кузнецкого бассейнов, угленосные толщи Подмосковного, Кизеловского и других бассейнов Урала и Караганды. Благодаря этому разрезы нижнего карбона хорошо изучены. Много палеонтологических работ посвящено описанию различных групп фауны и флоры.

Большое внимание привлек вопрос о положении границы между нижним и средним карбоном и о намюрском ярусе. Во многих обширных областях, как, например, на Русской платформе, Урале и в Средней Азии, известняки визейского яруса незаметно сменяются известняками намюрского, а последние также постепенно — известняками башкирского яруса, которые содержат типичную среднекаменноугольную фауну с фузулидами и хориститами. Фауна намюрского яруса имеет нижнекаменноугольный состав, но в верхах его появляются некоторые среднекаменноугольные формы, в том числе хориститы и фузулиды. Выше башкирского яруса происходит резкое изменение литологического состава, и иногда на известняках с угловым несогласием лежат терригенно-карбонатные отложения московского яруса. Таким образом, первые проявления герцинской складчатости не совпадают с изменением фауны, а происходят несколько позднее — в середине среднего карбона. Это обстоятельство затруднило картирование и вызвало предложение проводить границу между нижним и средним карбоном над известняками башкирского яруса, под первой терригенной пачкой и по угловым несогласиям. Сторонники этого предложения полностью пренебрегают палеонтологией и признают только тектонические движения. Это удобно и просто, но неправильно, так как тектонические движения в разных областях начинаются в различное время.

Другие геологи, основываясь на изменениях фауны, считают, что верхнюю часть намюрского яруса, отличающуюся появлением первых среднекаменноугольных групп, надо относить к башкирскому ярусу, а нижнюю — к визейскому.⁴ При этом намюр вообще уничтожается и граница проходит между визейским и башкирским

⁴ См. сноску 2 к с. 43.

ярусами. Такое предложение менее удобно и более сложно, так как в полевых условиях уловить появление первых среднекаменноугольных форм не так легко, а иногда и не удастся. Затем, появление новых групп в разных областях может происходить в разное время, хотя возможность этого крайне ограничена. Сторонников этой точки зрения также немного, как и первой. Большинство придерживается старой точки зрения: граница проходит в основании башкирского яруса, фауна которого легко определяется и в полевых условиях. Существуют и другие точки зрения, но они представляют варианты трех названных.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПАЛЕОЗОЯ

Во время обзорных работ нередко возникает необходимость в более крупных подразделениях палеозоя, чем система. Ранее палеозой делили на две части: нижний палеозой — кембрий, ордовик и силур; верхний — девон, карбон, пермь. Такое подразделение мало распространено. Сейчас более принято тройное деление палеозоя, связанное с проявлением каледонской и герцинской складчатостей.

Нижний палеозой — кембрий и ордовик — включает эпоху наибольшего развития каледонской складчатости, начиная салаирской фазой в верхнем кембрии и кончая наиболее сильной фазой в конце ордовика. Нижний палеозой — это эпоха каледонской складчатости.

Средний палеозой включает силур, девон и нижний карбон. Это эпоха сравнительного орогенического покоя. Синорогенные интрузии, связанные с ней, почти неизвестны. Зато весьма широко развиты эффузии и сопровождавшие их субвулканические интрузии. Они определяются гигантскими разломами, сопровождающими поднятия и опускания материков и нередко достигающими больших размеров. Верхний палеозой — средний и верхний карбон и пермь — это эпоха проявления герцинской складчатости, эпоха грандиозных орогенических движений в геосинклиналях и не менее крупных поднятий и опусканий на континентальных массивах. Ранее системы, входящие в состав верхнего палеозоя, иногда объединялись в одну систему — антраколит. Это объединение не получило распространения.

ВЕРХНИЙ ПАЛЕОЗОЙ

Разрезы верхнего палеозоя наиболее разнообразны и сложны благодаря сильным проявлениям герцинской складчатости. Эта складчатость распространилась на весь Советский Союз, за исключением докембрийских платформ — Русской и Сибирской. Однако и эти платформы подверглись многочисленным и сложным движениям, поднятиям и опусканиям.

К концу кунгурского века палеозойские геосинклинальные области — Западная Арктика, Урал, Тянь-Шань, Казахстан, Алтай, Саяны и Забайкалье — преобразуются в высокие молодые горные хребты. Одновременно докембрийские платформы поднимаются выше уровня моря. Сливаясь с молодыми горными хребтами, они образуют новый громадный северный материк, который еще Э. Зюсс предложил назвать «Ангарским», противопоставляя южному материка — Гондване. Между этими материками располагалась обширная Средиземноморская геосинклиналь. В ее пределах продолжает господствовать морской режим. Морские верхнепермские отложения с рифовыми известняковыми массивами после небольшого перерыва сменяются морским нижним и средним триасом. Подобного типа взаимоотношения встречаются только в Средиземноморской геосинклинали и представляют одну из ее особенностей. Близкая картина наблюдается в альпийской зоне Тихоокеанской геосинклинали.

Интереснейшее явление в истории Гондваны, привлекавшее особое внимание, — это материковое оледенение, яркие бесспорные следы которого распространены весьма широко. В пределах Ангариды, несмотря на детальные исследования, тиллиты материкового оледенения не найдены и почти несомненно отсутствуют. Зато бесспорно верхнепалеозойское оледенение молодых поднимающихся складчатых горных хребтов, в частности Уральских гор. Морены этого оледенения вместе с самими горами давно размыты и уничтожены, но отложения подножий хорошо сохранились, их мощность и состав не оставляют сомнения в развитии оледенения, особенно в нижнепермскую эпоху. В верхнепермских отложениях Приуралья подобные отложения отсутствуют.

Из исследований, связанных с верхним палеозоем, заслуживают внимания исключительно детальные и многочисленные работы Д. М. Раузер-Черноусовой по фузулинидам и другим фораминиферам и ракообразным. Особенно детально изучена стратиграфия нефтеносных, преимущественно карбонатных, толщ востока Русской платформы и Приуралья.

Весьма интересен в теоретическом и экономическом отношении пояс угленосных бассейнов, окаймляющий Ангариду со всех сторон и иногда распространяющийся на ее краевые части. Этот пояс явился областью крупнейшего в истории Земли угленакопления. На севере к нему относится Печорский бассейн с углями кунгурского и верхнепермского возрастов. Далее к востоку идет Таймырская угленосная зона с углями ниже- и верхнепермского возраста, расположенная в южной части Таймырского полуострова. Верхнепалеозойские угленосные толщи занимают громадные площади в западной половине Сибирской платформы. Нижние угленосные свиты относятся к среднему и верхнему карбону и нижней перми, а верхние — к верхней перми. Того же возраста угленосные толщи Кузнецкого и Минусинского бассейнов на юго-востоке Ангариды. Далее к западу по южной окраине Ангариды располагаются Прииртышские месторождения (из них в Экиба-

студе почти сплошная толща угля достигает необыкновенной мощности — свыше 200 м), Карагандинский угленосный бассейн, месторождения Северного Кавказа, Донецкий бассейн. На западе Ангариду окаймляют угленосные бассейны Западной Европы. Во всех этих бассейнах угленакопление происходит на обширных низменных, плоских, почти всегда прибрежных равнинах. Во многих случаях угленосные толщи достигают громадной мощности (в Донецком бассейне 7—8 км) за счет накопления их на обширных, непрерывно опускавшихся, плоских дельтах громадных материковых рек, пересекавших Ангариду. Нет сомнения, что образование Ангариды было одной из причин столь интенсивного и широко распространенного образования мощных угленосных толщ.

Другим экономически важным явлением, сопровождавшим образование Ангариды, было накопление необыкновенно мощных толщ химических осадков и преимущественно ангидрита и галита. Мощность их в Приуральском предгорном прогибе достигает нескольких километров. Среди них встречены крупнейшие залежи калийных солей (Верхнекамский бассейн).

Наконец, в верхнепалеозойских отложениях востока Русской платформы найдены скопления нефти и толщ горючих сланцев (западный склон Урала). Все это делает верхний палеозой весьма важным в экономическом отношении.

Из других проблем можно остановиться на верхнепермских красноцветах и верхоянском молассовом комплексе.

Верхнепермские красноцветы Русской платформы и Приуралья распространены весьма широко и издавна считались пустынными отложениями. Детальные исследования последних лет показали, что среди них присутствуют отдельные пачки озерных и речных отложений и что местами они переходят в морские отложения. Отмечалось, что современные пустынные отложения очень редко бывают красноцветными. На этом основании было высказано мнение о том, что красноцветы не являются пустынными отложениями. Отвечая на это мнение в своей книге «Учение о фациях» (1956 г.), я указал, что в состав пустынных отложений входят речные осадки и осадки пресноводных озер, а многие пустыни непосредственно соприкасаются с морем. Красный же цвет нередко является вторичным, появившимся в результате изменения первичной желтоватой и палеовой окраски.

Верхний палеозой Восточной Сибири отличается двумя особенностями. Первая — это почти полное отсутствие морских фаун среднего и верхнего карбона. Обычно на различных горизонтах среднего палеозоя залегает верхоянский комплекс, заключающий в нижних горизонтах нижнепермскую морскую фауну своеобразного, бореального состава. Вторая особенность — это широкое распространение верхоянского молассового комплекса. Особенно типично он выражен в областях, окаймляющих Сибирскую платформу с северо-востока, востока и юго-востока. Им сложен громадный Верхоянский хребет вместе с хребтами Сетте-Дабан и Джугджур, прослеживающийся от Ледовитого океана до Тихого

(на протяжении свыше 1600 км) и достигающий 150—200 км ширины и 3 км высоты. Верхоянский комплекс — это чрезвычайно мощная толща (10—12 км и больше) терригенных, преимущественно песчаниково-сланцевых пород с подчиненными пачками мергелей и мелкогалечных конгломератов серых и бурых цветов, бедная органическими остатками. Отдельные прослои с морской фауной указывают на присутствие нижней и верхней перми всех отделов триаса, нижней, средней и верхней юры и нижнего мела.⁵ Мощность той части толщи, которая относится к нижней и верхней перми, достигает 3—4 км. По литологическому составу, характеру фаций и распределению фауны верхоянский комплекс тождествен альпийским молассам. Он представляет типичные отложения подножия молодого складчатого хребта, одновременно с поднятием интенсивно разрушавшегося. Поскольку на западе располагалась платформа, поднимающийся хребет примыкал с востока к равнине, теперь занятой Верхоянским хребтом. Временами в нижнепермскую эпоху и более резко в верхнепермскую эпоху хребет превращался в систему гористых островов: море проникало с востока и севера на Верхоянскую равнину, отлагая пачки глин и мергелей со своеобразной бореальной фауной, свойственной арктическим областям. Среди верхнепермской фауны интересны громадные иноцерамоподобные пеллециподы, определявшиеся ранее как *Aphanaia*, а сейчас относимые к новому роду *Kolymia*.

МАКРОРИТМЫ МЕЗОЗОЯ И КАЙНОЗОЯ

В осадконакоплении, как показали исследования многих советских геологов, нередко проявляются периодичность, повторяемость, ритмичность. В «Учении о фациях» (1956 г.) я предложил выделять три категории ритмов осадконакопления. Макроритмы представляют громадные комплексы отложений мощностью от нескольких сотен до нескольких тысяч метров, соответствующие большим промежуткам времени, периодам или нескольким эпохам. Морские макроритмы начинаются трансгрессией и заканчиваются регрессией и состоят преимущественно из морских отложений, хотя временами встречаются небольшие пачки континентальных осадков. Континентальные макроритмы сменяют морские, начинаясь регрессией и заканчиваясь трансгрессией. Слагаются они преимущественно континентальными отложениями.

Мезоритмы соответствуют отделам системы или ярусам. Их мощность обычно от нескольких десятков до немногих сотен метров.

Микроритмы — наименьший комплекс ритмически образующихся отложений. Размеры их весьма разнообразны: наимень-

⁵ По более поздним данным, верхоянский комплекс включает отложения от среднего карбона до средней юры. (Прим. сост.)

шие соответствуют сезонам года и даже отдельным климатическим явлениям, например большим дождям, песчаным бурям и т. п.; наибольшие отвечают горизонтам и зонам.

Макроритмов в мезозое и кайнозое всего пять: первый включает нижний и средний триас и по существу представляет заключительную часть верхнепалеозойского макроритма; второй — это верхний триас, средняя и нижняя юра; третий — верхняя юра и нижний мел; четвертый — верхний мел и палеоген; пятый — неоген и антропоген.

Макроритмы гораздо более соответствуют палеогеографическим изменениям, проявлениям тектоники, литологическим и палеонтологическим комплексам, чем системы. Поэтому дальнейшее изложение располагаем по макроритмам. В геологической практике последние еще не получили распространения. . . , хотя, например, на обзорных геологических картах уже нет таких подразделений, как меловая и третичная системы, а употребляются только более дробные подразделения — нижний мел, верхний мел, палеоген, неоген. Крайне редко не удастся подразделить триас и юру. Обычно и они распадаются на отделы и группы отделов. Возможно, в дальнейшем есть смысл макроритмы рассматривать как новые системы.⁶ Геологическая практика будущего покажет рациональность этого предложения.

НИЖНИЙ И СРЕДНИЙ ТРИАС

Отсутствие установившегося подразделения нижнего триаса на ярусы отмечалось неоднократно. Л. Д. Кипарисовой (1956) — одним из лучших советских специалистов по триасу — предложено расчлнить нижний триас на два яруса: нижний — индийский и верхний — оленекский. Названия происходят от рек Инда (Индуса) и Оленека.

Важной особенностью нижнего триаса является повсеместно наблюдающаяся его теснейшая связь с пермью. Нижний триас как бы заканчивает то, что уже началось в перми.

На Русской платформе и в Донецком бассейне красноцветы верхней перми сменяются такими же красноцветами нижнего триаса. В областях, примыкающих к северной части Каспия, . . . сланцы и песчаники верхней перми сменяются такими же сланцами и песчаниками нижнего триаса, образуя единую мощную толщу.

На Северном Кавказе, в Южной Армении и на Памире морские известняки и сланцы верхней перми после небольшого перерыва, а иногда и без него, сменяются такими же известняками и сланцами нижнего триаса. Важно, что в этих областях нижнетриасовые отложения постепенно переходят в среднетриасовые, на которые

⁶ Д. В. Наливкин полагал, что на основе макроритмов может быть усовершенствована шкала общих стратиграфических подразделений. (Прим. сост.).

с резким перерывом и угловым несогласием ложится верхний триас. В этих разрезах видно, что нижний и средний триас представляют единое целое. Обычно же средний триас выпадает из разрезов и на нижний триас или на палеозой с угловым несогласием налегает верхний триас.

Как видно на разрезах Тянь-Шаня, Дальнего Востока и северо-востока Сибири, последние проявления герцинской складчатости и последние синорогенные интрузии происходили и в верхней перми и в нижнем триасе. На этом заканчиваются герцинский тектонический и магматический циклы.

Наконец, на Сибирской платформе, Таймыре и в Кузнецком бассейне в перми и нижнем триасе одинаково идет накопление терригенных континентальных толщ, нередко угленосных, сопровождающееся трапповым магматизмом. Различие только количественное: в перми преобладают терригенные породы, а в триасе — вулканогенные; местами исчезает и это различие, как например в области между устьями рек Хатанги и Лены.

ВЕРХНИЙ ТРИАС, НИЖНЯЯ И СРЕДНЯЯ ЮРА

Верхний триас, нижняя и средняя юра, — эпоха наибольшего распространения суши. Даже в Средиземноморской геосинклинали широкое распространение получают угленосные толщи (например, в Грузии, Туркмении и на Памире). Наибольших размеров угленосное накопление достигает на восточном склоне Урала, в Тургайской впадине, Центральном Казахстане и Тянь-Шане. Мощность угленосных толщ достигает 2—5 км. Чаще всего угленосные толщи отлагаются на предгорных равнинах или равнинах между горными массивами. Эти горные массивы и хребты возникают в результате первых фаз киммерийской складчатости.

Несмотря на то что стратиграфии, флоре и пресноводной фауне континентальных отложений этого возраста посвящено значительное число работ, ряд вопросов требует дальнейшего разрешения.

Морские отложения верхнего триаса развиты... в Средиземноморской и Тихоокеанской геосинклиналях. Лейасовое и среднеюрское моря уже ингрессируют на платформы, в Поволжье и в бассейне р. Виллюй.

ВЕРХНЯЯ ЮРА И НИЖНИЙ МЕЛ

К этому времени относится первая большая трансгрессия на Ангариде. Море покрывает всю восточную часть Русской платформы, соединяя Северный океан с Тетисом — морем, заполнявшим Средиземноморскую геосинклинали. Большие площади море занимает на Западно-Сибирской низменности. С его отложениями связаны толщи битуминозных сланцев и залежи горючих газов.

По всей Арктике и Восточной Сибири нижняя часть разреза, относящаяся к верхней юре и валанжину, сложена преимущественно морскими отложениями, среди которых своеобразны ауцелловые слои, относящиеся к волжским ярусам и валанжину. Сланцы и пески с ауцеллами достигают мощности 2000—3000 м. На ауцелловых слоях лежат континентальные отложения значительной мощности (сотни метров) и нередко угленосные.

На Северном Кавказе, в Крыму, Туркмении, Южном Таджикистане и на Памире большого развития достигают мощные, нередко рифовые известняки. Местами они битуминозны и с ними связаны выделения горючих газов и нефтеносность.

На южном склоне Кавказа значительного развития и мощности достигают флишевые толщи, указывающие на близость поднимающихся горных хребтов и проявления последних фаз киммерийской складчатости.

В Восточной Сибири — в областях, прилегающих с востока к Сибирской платформе, — заканчивается образование верхоянского молассового комплекса, достигающего мощности 10—12 км. Но наиболее важное в народнохозяйственном отношении явление — это колымские синорогенные граниты, связанные с колымской (нижнемеловой) фазой киммерийской складчатости.

Сравнительно небольшие, но весьма многочисленные массивы гранитов разбросаны на громадной площади в бассейнах рек Колымы, Индигирки, Яны и в Восточном Забайкалье. Они несут золотое и редкометалльное оруденение больших размеров. Многочисленные месторождения золота, олова, вольфрама и молибдена в корне изменили экономику нашего Северо-Востока. В почти безлюдных просторах возникли новые поселки и города.

ВЕРХНИЙ МЕЛ И ПАЛЕОГЕН

Верхний мел — это эпоха новой громадной морской трансгрессии, особенно больших размеров достигшей в западной части Ангариды — в областях, примыкающих к Средиземноморской геосинклинали. Отдельно необходимо упомянуть трансгрессию в Западно-Сибирской низменности. . .

Верхнемеловые отложения Средиземноморской геосинклинали и прилегающих областей весьма разнообразны и привлекли к себе значительное внимание в связи с поисками нефти, фосфоритов, цементного сырья и составлением обзорных геологических карт республик. Интересные верхнемеловые фауны описаны сотрудниками Геологического института Академии наук Грузинской ССР. Новыми являются многочисленные микропалеонтологические работы, посвященные преимущественно фораминиферам и, в меньшей степени, остракодам и радиоляриям. Большие работы подготавливаются по рудистам и иноцерамам также и для более северных областей.

Важной особенностью Средиземноморской геосинклинали и

прилегающих областей является необыкновенное количество карбонатных осадков. Толщи известняков, мергелей и белого мела достигают громадной мощности, нередко во многие сотни метров, и занимают площади, протягивающиеся на сотни и тысячи километров. Что служит причиной такого исключительного карбонатонакопления, пока сказать трудно. Несомненно, что определяющим явился расцвет многих групп животных и растений, выделяющих известь, но весьма вероятно большое усиление химических процессов и бактериальной деятельности в почти неотличимых друг от друга отложениях прошлого. Продолжается накопление мощных километровых толщ флиша, для которого также отмечается повышение содержания извести. Известняковый флиш представляет ценное сырье для цементной промышленности.

Из отдельных палеогеографических деталей отметим своеобразный состав верхнемеловых отложений в Центральном и Южном Памире, где они состоят из красноцветов (небольшой мощности) и развиты на небольших обособленных участках. Эти красноцветы резко отличаются от мощных карбонатных толщ с морской фауной Северного Памира и Каракорума и указывают на существование верхнемеловой суши. Возможно, эта суша уходит и в пределы Северного Пакистана и Индии. По-видимому, она была обширным низменным пустынным островом.

Если в пределах Средиземноморской геосинклинали верхний мел обладает всеми признаками геосинклинальных формаций, то на Ангариде он имеет столь же ярко выраженный платформенный тип. На западе — на Русской платформе и Западно-Сибирской низменности — широко распространены морские отложения, горизонтально лежащие глины, мергели и пески небольшой мощности с северной фауной. На восточной части Ангариды развиты исключительно континентальные пески и глины с остатками растений и пресноводной и наземной фауны.

Верхний мел Тихоокеанской геосинклинали в областях преобладания альпийской складчатости (на Сахалине, Камчатке и хребте Сихотэ-Алинь) снова становится типичным геосинклинальным мощностью в несколько тысяч метров. Он интенсивно складчат и метаморфизован, состоит из трех комплексов фаций — морского, угленосного и эффузивного. Фауна своеобразная, резко отличающаяся от западных фаун.

Палеоген слагает верхнюю половину седиментационного цикла, начинающегося верхним мелом. Он обладает таким же распространением и сложен такими же комплексами фаций. Отличается он в основном составом фауны и резким сокращением количества карбонатных осадков. Большое распространение получают терригенные осадки и породы, обогащенные кремнеземом, в частности опоки — кремнистые глины.

На Ангариде и в окраинных областях Средиземноморской и Тихоокеанской геосинклиналей в олигоцене начинаются поднятия, в результате которых морские отложения сменяются континентальными.

На Северном Кавказе и в Крыму эти поднятия влияют на образование своеобразной майкопской толщи. Она сложена мощными километровыми толщами глин и песков, нередко заключающих большие скопления нефти. Очень редкая и своеобразная фауна, трещины, усыхания и волноприбойные знаки указывают, что майкопская свита отлагалась в прибрежных областях мелкого обособленного моря типа современных ваттов Нидерландов и Дании. В Северных Карпатах майкопу соответствует менилитовая свита такого же состава и происхождения, а также нефтеносная. Микропалеонтологии палеогена посвящено большое число работ, нередко ведущих.

НЕОГЕН И АНТРОПОГЕН

Макроритм осадконакопления отличается резким преобладанием континентальных отложений, занимающих громадные площади. Сокращаются размеры морей. Отступление моря, начавшееся в олигоцене, продолжается все время. Современная эпоха — это эпоха наибольших континентальных массивов, эпоха наибольшей концентрации морей в океанических впадинах.

...Неоген и антропоген — это эпоха наибольших поднятий материков и молодых складчатых хребтов, нередко возвышавшихся над морем в виде цепи удлиненных по простиранию, гористых, нередко вулканических островов.

В эпоху больших поднятий отдельные острова сливаются друг с другом, образуя длинные, узкие и высокие перешейки, тянущиеся на многие сотни и даже тысячи километров. Автор предложил таким перешейкам название «макроперешеек». В современную эпоху макроперешейки не существуют, но если представить себе, что Курильские острова сольются друг с другом и соединят Камчатку с Японией, а Япония сольется с Корейским полуостровом, то возникнет макроперешеек, тождественный аналогичным образованиям прошлого.

В пределах Средиземноморской геосинклинали макроперешеек возник в среднем миоцене. На востоке он начинался на Памире, далее проходил по Северному Афганистану, Хоросанским горам, через массив Эльбурса, Малый Кавказ, Малую Азию и Балканы, соединяясь с Альпами. Его целесообразно назвать *Средиземноморским перешейком*, так как он обособил замкнутое внутреннее Сарматское море от Тетиса.

В олигоцене, нижнем и среднем миоцене макроперешеек еще представлял цепь островов. В проливы между островами проникало море, и поэтому в отложениях этого возраста мы еще встречаем нормальные морские фауны.

Начиная с верхнего миоцена (сарматского века) после образования макроперешейка все бассейны юго-запада СССР обособляются от открытого моря и представляют более или менее опресненные замкнутые водоемы (например, современное Каспийское

море). Открытое море сохраняется только на юго-востоке СССР, Сахалине, Курильских островах и Камчатке. Неоген здесь сложен чередованием тех же трех комплексов фаций (морских, угленосных и эффузивных), что и палеоген. С морскими и лагунными отложениями на Сахалине связаны промышленные скопления нефти.

Антропоген (четвертичные отложения) широко распространен и весьма разнообразен по фациальному составу. Отсутствуют только тропические фации, в том числе и коралловые рифы. Все же фации субтропической, умеренной и холодной зон представлены полностью. При подразделении четвертичных отложений их генезис является ведущим критерием, так же как и возрастные отличия.

По возрасту четвертичные отложения подразделяются на четыре отдела — нижний, средний, верхний и современный. Каждый из отделов делится на горизонты в зависимости от степени изученности. Так, например, в четвертичных отложениях Западной Сибири выделяется 16 горизонтов, причем для каждого из них выделяются основные генетические разновидности — морские, ледниковые, речные отложения и т. п. Степень изученности четвертичных отложений в различных областях различна; нередко удается выделить только четыре отдела.

Один из главных вопросов изучения — положение нижней границы четвертичных отложений. Основные критерии — следы оледенения, проявления складчатости и изменения органического мира. Наиболее часто применяется первый критерий, и граница проводится в основании горизонта с первыми следами оледенения. Сопоставление морских отложений с ледниковыми показало, что последние развиты в отложениях апшеронского и акчагыльского ярусов, в настоящее время относимых к верхнему плиоцену. Ряд геологов предлагает понизить границу, перенеся ее в основание апшеронского и даже акчагыльского ярусов. Мощность этих ярусов часто достигает 1000—2000 м, они складчаты и несколько метаморфизованы. Включение их в антропоген в корне изменило бы существующие сейчас его характеристики. Детальное изучение показало, что в состав сарматских отложений (верхний миоцен) входят мощные конгломераты подножий, которые могли образоваться только в условиях горного оледенения. Таким образом, если придерживаться ледникового критерия, то к четвертичным отложениям надо отнести не только весь плиоцен, но и верхний миоцен; вернее считать, что оледенение существовало не только в антропогене, но и в неогене и не может служить основанием для проведения границы между ними.

Проявления складчатости и связанные с ними перерывы и угловые несогласия нередко помогают расчленять четвертичные отложения, но только в горных областях. Однако и здесь остается нерешенным вопрос, какие отложения относятся к плиоцену и какие к четвертичным отложениям (плейстоцену). При решении этого вопроса необходимо будет принимать во внимание состав фауны и флоры. К сожалению, на территории СССР резко преобладают

континентальные отложения, плохо охарактеризованные макропалеонтологически. Очень важные результаты дает микропалеонтология: изучение спор, пыльцы, диатомей, остракод. Вероятно, они и лягут в основу точного решения вопроса.

СТРАТИГРАФИЯ В СССР¹

Стратиграфия возникла при дифференциации исторической геологии. Классические монографии Ф. Н. Чернышева по девону Урала, С. Н. Никитина по юре центральных областей — типичные стратиграфические работы. Правда, тогда их стратиграфические термины не называли. Это были геологические труды, связанные с геологической картой. Стратиграфия существовала как недифференцированная часть геологии, а позже — как часть исторической геологии.

В советской геологической практике стратиграфия представляет собой основную, определяющую, ведущую науку. На ней базируется вся геологическая съемка. На стратиграфию опираются все поиски, разведка и освоение месторождений горючих полезных ископаемых. Стратиграфия сейчас находится в полном расцвете и развивается как единое целое. Науки, которые от нее обособились, — учение о фациях, палеогеография и палеофаунистика — не нарушили ее целостности. Они тесно связаны друг с другом. Без анализа характеристики фаун невозможно выделение фаций. Обособление фаций, установление их взаимоотношений — основа палеогеографии. Развитие этих трех наук шло различно, но имеет много общего.

Палеофаунистика как самостоятельная отрасль знаний выделяется редко. Ее название в геологических работах встречается нечасто. Методическая часть ее проработана не полностью, но основное содержание ее — описание фаун — представляет неотъемлемую часть каждой стратиграфической работы. Количество таких описаний громадно, но обобщение их, установление методики их составления — дело будущего. Палеофаунистика находится в начальной стадии развития.

Учение о фациях продвинулось дальше, но все еще не стало стандартной, оформившейся наукой. Есть несколько учебных пособий, ряд методических инструкций, в ряде вузов учение о фациях включено в преподавание, на производстве анализ фаций и их сопоставление получили еще большее распространение, чем описание фаун. Блестящим завершением анализа фаций являются атласы литолого-фациальных карт по отдельным стратиграфическим подразделениям. Для европейской части СССР они уже изданы.² Для всего Советского Союза составление таких карт под

¹ Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1967, т. 53, вып. 2, с. 3—8.

² Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. М., 1961, ч. 1; 1962, ч. 2. (Прим. сост.).

общим руководством академика А. П. Виноградова заканчивается.³ Эта выдающаяся работа заслуживает особого внимания. Она имеет исключительное производственное значение. По составлению подобных карт СССР занял первое место в мире. Тем не менее и учение о фациях находится в начальных стадиях своего развития и ему предстоит большое будущее.

Палеогеография — это уже вполне сложившаяся, общепризнанная наука. Идут только споры, куда ее отнести — к географическим или геологическим наукам. Скорее она является промежуточным, связующим звеном. Результаты палеогеографических исследований печатаются и в географических и в геологических изданиях. Это понятно, так как производственное значение палеогеографии исключительно велико. Палеогеографическая обстановка определяет образование залежей каменного угля, формирование битуминозных пород, промышленную концентрацию руд многих металлов.

В создании и развитии палеофаунистики, учения о фациях и палеогеографии очень много сделал академик А. А. Борисяк. Его с полным правом можно считать творцом этих наук: из старой, дряхлеющей исторической геологии он выделил новаторские дисциплины: палеофаунистику, учение о фациях и в первую очередь — геологию СССР.

Стратиграфия — наука непрерывно развивающаяся. Несколько лет тому назад казалось, что это развитие достигло своего максимума, что все основные задачи решены. Многочисленные стратиграфические совещания, которые прошли по всем основным областям СССР, казалось, решили почти все главнейшие вопросы. Но перед советской геологией встала новая задача — детальная геологическая съемка важнейших горнопромышленных областей. Такая съемка началась (предполагается ее большое развитие), но оказалось, что некоторые из выполненных карт не отличаются высоким качеством. Основная причина этого — отсутствие детальных стратиграфических схем, которые соответствовали бы масштабу съемки. Новые карты фактически явились повторением старых мелкомасштабных на новой топографической основе.

Составление новых, детализированных стратиграфических схем и опорных разрезов — исключительно трудная, сложная и большая по объему задача. Решить ее силами уже существующего Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий невозможно. Эти учреждения необходимо дополнить новыми, региональными стратиграфическими комитетами или комиссиями. Основную работу должны вести региональные учреждения силами своих стратиграфов. Центральные учреждения останутся для руководства и помощи региональным. В эту помощь, конечно, должен входить и контроль. Создание региональных

³ Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. М., 1967—1969, т. I—IV. (Прим. сост.).

стратиграфических комитетов⁴ — это привлечение к организационной работе новых сотен стратиграфов.

Детализация стратиграфических схем для такой громадной территории, как СССР, — большая работа. Кроме организаторов в нее будут вовлечены тысячи других специалистов. Им предстоит детальные, кропотливые исследования, которые надо провести в кратчайшие сроки. Будут составлены тысячи разрезов. Региональные комитеты их сопоставят, изучат и сведут в десятки региональных разрезов. Обобщение и корреляция этих разрезов — дело Межведомственного стратиграфического комитета. Детализация разрезов в свою очередь потребует детализации стратиграфических подразделений, а последняя — детализации палеонтологических работ.

Сейчас стратиграфия дифференцируется по четырем направлениям: биологическому, литологическому, тектоническому и геохимическому. Намечается пятое направление — геофизическое. Раньше биостратиграфия была господствующей составной частью стратиграфии. Сейчас она уже уступила место другим частям. Иногда даже высказывается легкомысленное мнение, что биостратиграфия — вообще наука крайне неточная; чем меньше опираться на нее, тем лучше. Это, конечно, вредное мнение. Органический мир настолько многочислен и разнообразен и развивается так быстро, что до сих пор изучение его дает нам основной, наиболее важный материал для выделения стратиграфических подразделений. Особенно важен он для характеристики drobных подразделений, соответствующих небольшим промежуткам времени.

Палеонтология оказывает наибольшую помощь при составлении детальных разрезов, при их сопоставлении, при детальной геологической съемке. Как пострадала бы нефтяная геология без использования данных палеонтологии и микропалеонтологии. Сколько миллионов рублей было бы потеряно на пустые буровые, на бесплодные поиски нефтяных горизонтов. Нет, палеонтология и сейчас по праву занимает ведущее место в стратиграфии. Но палеонтологи не должны забывать, что они слабо знают органический мир прошлого и особенно его развитие, столь сложное, причудливое и в то же время закономерное.

Литостратиграфия — название, которое принадлежит тем стратиграфическим исследованиям, которые опираются на литологию, изучение вещественного, петрографического состава слоев земной коры. При первоначальном расчленении разрезов горные породы легко определяются, тогда как органические остатки даже не всегда обнаруживаются. В начальных стадиях работы литология является решающей. Затем она часто становится бессильной. По литологии нельзя определить возраст, нельзя коррелировать разрезы отдаленных областей. Классический пример этого —

⁴ Такие комитеты (РМСК) сейчас работают во всех основных регионах СССР. (Прим. сост.).

известная ошибка выдающегося геолога И. В. Мушкетова. Основываясь только на литологическом составе, он сопоставил массивные верхнеюрские известняки Гиссарского хребта с массивными нижнекаменноугольными известняками Южного Урала. Последние он хорошо знал и отнес по аналогии первые к нижнему карбону. Ошибка И. В. Мушкетова вполне понятна, так как известняки по внешнему виду и составу неотличимы друг от друга. К сожалению, ряд литологов переоценивает свои возможности и, пренебрегая палеонтологией и палеогеографией, допускает существенные ошибки.

Тектоностратиграфией можно назвать тектонические исследования, определяющие последовательность и возраст стратиграфических подразделений. Тектоника имеет существенное значение для стратиграфии, для установления границ больших подразделений — систем, отделов, ярусов. Тектонические перерывы и несогласия дают важные указания на положение стратиграфических границ. Иногда только анализ тектонических структур позволяет решить вопрос о повторении разрезов.

Однако геологи часто склонны переоценивать действенность тектоники и делают ее чем-то вездесущим и всемогущим. Это наносит вред и тектонике и стратиграфии. Так, например, правильно объясняя ритмическую слоистость или просто смену в разрезах глин песками изменением скорости течения в реках, неверно считают увеличение скорости течения следствием тектонических поднятий бассейна реки. Бассейн поднимается, скорость увеличивается — отлагаются пески. Бассейн опускается, скорость уменьшается — отлагаются глины. Такие примитивные рассуждения не учитывают, что скорость и количество воды в реках определяются засухами и дождливыми периодами. Во время засух уровень воды в реках резко снижается и отлагаются тонкие прослой глин. Время дождей — время отложения более мощных слоев песка. Тектоникой обусловлены крупные изменения в разрезах, а второстепенные, особенно литологические и локальные, — следствие географических явлений. Недооценка географии нередко приводит наших литологов к существенным ошибкам.

Геохимическая стратиграфия основана на определении абсолютного возраста пород, однако геохимические процессы вызывают и ряд литологических изменений в разрезах. Если эти изменения распространяются на большие площади, они служат целям корреляции разрезов. Определение абсолютного возраста — одно из важнейших достижений мировой науки в области стратиграфии. Впервые стало возможным получать не относительные сопоставления и выводы, нередко субъективного характера, а цифровые данные, дающие возможность точного и объективного сопоставления по всему земному шару. Как у всякого нового метода, у метода определения абсолютного возраста есть еще слабые, недостаточно выясненные места. Так, например, установлено, что более молодые складчатости изменяют содержание изотопов до цифры, соответствующей этой складчатости. На Кав-

казе не оказалось пород древнее верхнего палеозоя, эпохи герцинской складчатости, хотя там заведомо есть граниты, которые перекрываются кембрийскими археоциатовыми известняками. Подобные омоложения устанавливались неоднократно. Как их устранять и исправлять, пока неизвестно, но нет сомнения, что и эта задача будет решена советскими геохимиками.

Очень интересно резкое различие в количестве лет, соответствующих более или менее одинаковым стратиграфическим подразделениям. Пока намечаются три шкалы, подсчеты по которым отличаются друг от друга приблизительно в десять раз. Первая шкала приложима для антропогена, вторая — для кайнозоя, мезозоя и палеозоя, третья — для докембрия.

Геофизическая стратиграфия — применение геофизических методов к изучению пластов земной коры — быстро расширяется. Остановимся только на двух примерах — каротаже и земном магнетизме. Каротаж — анализ сопротивления, которое слои различного состава оказывают прохождению волн различного происхождения. Каротажные кривые буровых скважин составляются быстро, обходятся дешево и позволяют довольно точно коррелировать разрезы скважин, особенно расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Каротаж настолько прост, точен и удобен, что в нефтяной практике при известных условиях вытесняет даже такое могущественное средство, как микропалеонтология. Если каротаж позволяет определить мельчайшие литологические изменения разрезов, то земной магнетизм открывает возможность решать вопросы планетарного масштаба. Эта интересная и важная область исследований имеет большое будущее.

Много еще можно говорить о детализации и дифференциации стратиграфии за советский период, но и то, что сказано, показывает, как далеко продвинулись эти два процесса. Оба они исключительно важны и дали крупнейшие производственные и теоретические результаты.

Основная особенность советского периода — это критическое отношение ко всем абсолютам. Абсолют — общепринятое, общепризнанное бесспорное мнение или положение, стоящее в основе нашей работы. Первый, самый большой абсолют — это палеонтология. Все мы считали ее основой основ, непогрешимой и бесспорной. Увы, сейчас от непогрешимости осталось немного, наши палеонтологические работы полны ошибок и неточностей. Основа основ ушла в прошлое, осталась одна простая основа. Но эта простая основа, полная погрешностей и вызывающая невероятные споры, была, есть и долгое время будет нашим самым важным материалом, важнейшей базой стратиграфической работы.

Значение литологии, тектоники, геохимии и геофизики все больше возрастает. Значение их несомненно, без них стратиграфические построения часто неполноценны, но все же по сравнению с палеонтологией они занимают второстепенное положение.

Наиболее серьезный соперник палеонтологии — метод определения абсолютного возраста. Уже сейчас этот метод является ведущим в стратиграфии и дает ценнейшие данные для детального расчленения антропогена. Но для неогена и палеогена, мезозоя и палеозоя палеонтология незаменима, на ней покоятся наши важнейшие выводы.

Что же явилось причиной крушения непогрешимости палеонтологии? До революции палеонтологические работы велись немногими крупными специалистами. Они были теснейшим образом связаны друг с другом, спорили, консультировались и, что самое главное, сравнивали свой коллекционный материал. Их определения основывались не на сравнениях с картинками, а на тщательном, кропотливом сравнении с оригиналами. Это придавало определениям большую объективность и точность: *Atrypa reticularis* Т. Давидсона и *Atrypa reticularis* Ф. Н. Чернышева — это одно и то же.

В наше время палеонтологов многие сотни, вероятно уже тысячи. Среди них преобладает молодежь, работающая в разных концах Советского Союза. Довольно много палеонтологов средней квалификации концентрируется в больших городах. Встречаются они друг с другом крайне редко, еще более редко сравнивают свои коллекции, а положение начинающих палеонтологов совсем тяжелое. Если человек работает в Якутске, Магадане, Красноярске или Душанбе, то получить ему командировку в центр почти невозможно. И получается, что вид, определенный одним палеонтологом, не имеет ничего общего с видом, определенным под тем же названием другим палеонтологом. В результате качество определений резко ухудшилось, они стали субъективными, личными, и пользоваться ими для сравнения надо очень осторожно. Доверие к ним стратиграфов резко упало. Обособленность, разъединенность молодых специалистов — большое зло. Палеонтологическое общество устраивает ежегодно сессию, на которую приезжают сотни палеонтологов, но молодежи среди них немного. Межведомственный стратиграфический комитет всячески поощряет организацию местных семинаров, совещаний, коллоквиумов с широким привлечением молодежи, но и их явно нехватает. Нужны серьезные меры, чтобы резко повысить обмен опытом.

Другим пороком является крайне ограниченная публикация палеонтологических работ, особенно больших монографий. Большое число иллюстраций удорожает книги, тираж их ограничен, а распространение требует длительного времени.

В результате некоторые геологи, впадая в крайность, заявляют, что палеонтология устарела, от нее надо отказаться и перейти к другим методам стратиграфических исследований. Это заявление основано на полном незнании положения дела со стратиграфией. Сейчас отказаться от палеонтологии — значит просто прекратить все детальные стратиграфические исследования, в настоящее время наиболее нужные и актуальные, особенно в связи с детальной геологической съемкой и нефтяной геологией. Деталь-

ные стратиграфические схемы можно составлять только с применением биостратиграфии.

Конечно, необходимо расширять все методы стратиграфических исследований и находить новые, но это не только не устраняет биостратиграфию, но еще более поддерживает ее. Важнейшей особенностью советской стратиграфии является все более и более усиливающееся взаимодействие наук: географии, тектоники, геохимии, геофизики, биологии и других, к которым относится, например, метеорология, в частности наука о ветрах. Эта наука имеет большое значение для правильного понимания стратиграфии континентальных толщ, для понимания необычайного переноса микроорганизмов, который происходит благодаря ураганам, бурям и смерчам. Так, около Владивостока (ст. Кавалерово), за 50 км от моря, недавно из грозового облака с дождем стали падать медузы. Были ли они живыми — неизвестно, но дожди с живыми рыбами, которые плавали в дождемерах или прыгали по земле, наблюдались неоднократно. В 1954 г. катастрофический ураган «Газель» с о-ва Гаити принес на берег Северной Каролины (за 1500 км) куски бамбука, зеленые кокосовые орехи и, что самое удивительное, — тяжелые тропические раковины и тяжелый бокал из черного дерева с надписью «Сделано в Гаити».

То, что ураганы и бури делают с микроорганизмами, просто невероятно. Диатомеи — пресноводные и морские — свободно, часто и постоянно переносятся на тысячи километров. Пресноводные формы падают в море, а морские — на сушу. Рассеивание диатомей происходит над всей поверхностью средних широт. Отсутствует оно только у экватора и полюсов. Поэтому диатомеи как указатели условий существования не имеют никакого значения. Пыльные бури, поднимающиеся над древними аллювиальными равнинами Сахары, несут громадные массы красной пыли через Средиземное море, Южную Европу и даже через Альпы, до Средней Европы. К. Эренберг более 120 лет тому назад определил в этой пыли остатки 150 микроорганизмов, в том числе разнообразные диатомеи, спикулы губок и, что самое удивительное, — морские фораминиферы. Вероятно, фораминиферы принадлежали к псаммону — комплексу организмов, аналогичному планктону и нектону, но жившему в солоноватых подземных водах Сахары. Этот псаммон был захоронен в аллювии Сахары и пыльными бурями перенесен в Европу. Близкие виды фораминифер и сейчас живут в солоноватых потоках Сахары и Каракумов. Поражает их морской облик. Зоологи считают их реликтами фауны, населявшей моря, когда-то покрывавшие область Сахары и Каракумов.

Метеорологические работы показывают, что озерные слоистые отложения, развитые среди пустынных толщ, принесены ветром, а слоистость зависит от периодичности бурь, переносящих пыль. Вероятно, глинистые прослои и примеси в углях тоже образованы ветрами и бурями, и мы недооцениваем громадного участия, которое эоловые пески, алевролиты и глины принимают в строении угленосных толщ.

Очень трудно в кратком очерке дать обзор развития советской стратиграфии, обзор труда тысяч специалистов за полстолетия. То немногое, что мне удалось сказать, все же ясно показывает громадный объем, сложность и поразительное разнообразие труда, проведенного советскими стратиграфами. Я горжусь тем, что мне удалось вместе с ними принять участие в этой выдающейся работе с первого года Советской власти и до славного юбилейного пятидесятого года.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ К ПРОБЛЕМЕ ГРАНИЦЫ СИЛУРА И ДЕВОНА¹

Установление границ между системами, в частности границы между силуром и девонем, представляет большую и сложную задачу международного характера. Решить ее можно только усилиями ученых всех стран мира, в ней заинтересованных.

Большой вклад в эту работу сделали геологи Чехословакии во главе с Иозефом Свободой. Весьма интересные и важные данные получены по ФРГ (проф. Г. К. Эрбен) и Бельгии (проф. М. Леконт). Исключительное значение имеют работы, проведенные в Канаде (д-р Д. Мак-Ларен).

Подведение итогов этих исследований было сделано на международных симпозиумах по границе и стратиграфии силура и девона в Праге в 1958 г., в Бонне—Брюсселе в 1960 г. и, специально по девонской системе, в Калгари в 1967 г.

В СССР силур и девон распространены на очень больших площадях и весьма разнообразны. В изучении их достигнуты существенные результаты. Обсуждение этих результатов, их критическое рассмотрение было задачей Симпозиума, проведенного в СССР в 1968 г. В нем приняли участие геологи 22 стран. Среди них было очень много ведущих специалистов в этой области. Это придало работе Симпозиума большое значение. Работы, печатаемые в его трудах, отражают последние достижения в изучении силура и девона. В большинстве статей излагается содержание докладов, сделанных на совещаниях в Ленинграде, но ряд статей включает в себя результаты оживленных и содержательных дискуссий во время экскурсий и после них во Львове.

Во время этих дискуссий были высказаны самые различные мнения о положении границы между силуром и девонем. Большинство участников высказывалось за проведение границы в основании слоев с *Monograptus uniformis* под влиянием выдающихся успехов, достигнутых в изучении граптолитов. Однако это мнение было отнюдь не единственным. Английские геологи и палеонтологи указывали, что поскольку силур и девон были установлены в Англии, то английский материал является решающим. Этот материал

¹ В кн.: Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Л., 1971, т. 1, с. 3—4. (Тр. III Междунар. симпоз.)

в настоящее время находится в стадии обработки и изучения. Поэтому они просили не выносить окончательных решений, что и было принято. Окончательные решения перенесены на Международный геологический конгресс 1972 г. в Канаде.

Мое личное мнение таково. Устанавливать положение любой границы между системами по развитию одной группы организмов, даже такой распространенной, как граптолиты, недопустимо. Только корреляция развития всех основных групп животных и растений даст материал, достаточный для обоснования границы. Особенно важно развитие микроорганизмов, фораминифер, конодонтов, остракод и спор. Развитие граптолитов должно быть сопоставлено с развитием брахиопод, трилобитов, ругоз, табулят, цефалопод, возможно пелеципод и гастропод, и во всяком случае — микроорганизмов и ископаемых водорослей.

На Симпозиуме неоднократно поднимался вопрос о стратотипе. Большинство участников считало, что для характеристики границы достаточно одного-двух стратотипов. Это мнение глубоко ошибочно. Для характеристики границы необходима корреляционная таблица с сопоставлением многих стратотипов: отдельный стратотип — для границы, проходящей среди континентальных отложений, в частности древнего красного песчаника; другой — для лагунных, гипсоносных и соленосных отложений; третий — для рифовых известняков; четвертый — для слоистых, обломочных известняков; пятый — для сланцевых толщ и шестой — для песчаниково-сланцевых терригенных морских толщ. Наверно, понадобятся и другие. Таблица, в которой они будут сопоставлены, даст тот стратотипический материал, который с достаточной полнотой охарактеризует строение пограничной зоны. Один стратотип должен быть заменен таблицей стратотипов.

Среди участников Симпозиума было много геологов-палеонтологов, к которым отношусь и я. Для нас «палеонтология — это все» и одних палеонтологических данных для проведения границы вполне достаточно. На самом же деле, граница между системами — это граница между периодами истории Земли, а в историю Земли входит не только история органического мира. Наоборот, история Земли и ее периодизация отнюдь не определяются одной историей органического мира. Биосфера по сравнению с литосферой, гидросферой и атмосферой — совершенно второстепенная вещь. Не биосфера определяет историю трех других сфер, наоборот, ее история целиком зависит от истории других сфер; это ясно каждому. Периодизация истории Земли — это прежде всего периодизация времени. Время может быть выражено только абсолютным возрастом. Об абсолютном возрасте на Симпозиуме не было сказано ни слова.

Участники симпозиума восторгались действительно великолепными разрезами в Подолии, по Днестру. В этих разрезах наиболее резкое изменение в истории Земли совпадает со сменой морских известняков и глин наземными красноцветными песчаниками. Это изменение прослеживается на громадных площадях, целых

материках. Оно, к сожалению, не привлекло достаточного внимания участников Симпозиума.

Эти два примера показывают, что большая и плодотворная работа Симпозиума была в основном ограничена изучением изменений органического мира — биостратиграфией, но эти изменения мы изучали без всякого внимания к тем причинам, которые их вызывали. Такое изучение не может быть совершенным.

Мне хочется пожелать, чтобы в дальнейшей нашей работе были учтены как можно полнее изменения литосферы — тектонические движения, гидросферы — трансгрессии и регрессии и атмосферы — климатические изменения.

Мне кажется, что граница по верхней поверхности жединского яруса, прослеженная по всему земному шару, будет больше всего отвечать этим пожеланиям.

ОЧЕРК ГЕОЛОГИИ ТУРКЕСТАНА. ТЕКТНИКА¹

Среди тектонических движений можно выделить два основных типа: эпейрогенические и складкообразовательные — пликативные. При эпейрогенических движениях слои различного возраста резко отличаются по фациальному характеру, залегая в то же время согласно или, точнее говоря, параллельно и почти параллельно. Так, например, в Тургайской области среднеолигоценовые морские глины параллельно покрываются песчаниками с аквитанской флорой. При складкообразовательных движениях слои различного возраста, даже представленные одинаковыми фациями, залегают с резким угловым несогласием. Пример — несогласное налегание морского мела на палеозой.

Эпейрогенические движения есть не что иное, как поднятия и опускания громадных материковых массивов и их отдельных частей, слагающих основание для лежащих на них более молодых толщ. Причина складкообразовательных процессов не вполне выяснена.

Нет никакого сомнения, что часть их тоже связана с эпейрогеническими движениями материковых массивов и является не чем иным, как изгибанием осадочных толщ по окраинным зонам массивов. Другая же часть вероятнее всего связана с горизонтальными передвижениями материковых массивов. Горизонтальное движение материка всегда вызывает смятие окружающего его шлейфа осадочных отложений. Меньшее значение имеет смятие слоев интрузиями глубинных изверженных пород. Все эти три фактора принимали участие в образовании горных кряжей Туркестана.²

И эпейрогенические и складкообразовательные движения сопровождаются нарушением целостности слоев и, следовательно, трещинами, сбросами и надвигами. При эпейрогенических колебаниях наиболее развиты и резко выделяются сбросы. При складкообразовательных наибольшего размера достигают надвиги-шарьяжи.

¹ В кн.: Д. В. Наливкин. Очерк геологии Туркестана. Ташкент; М. 1926, с. 176—184.

² Термин «Туркестан», употреблявшийся в отечественной литературе до начала 30-х годов, — примерный синоним понятия «Средняя Азия». Включает бассейны рек Сырдарья, Амударья и Тарима. (Прим. сост.).

Пликвативные процессы приурочены к определенным, сравнительно непродолжительным эпохам. Зато в эти эпохи складкообразование захватывает чрезвычайно большие площади, иногда распределяющиеся по всему земному шару. Соответственно и в Туркестане складкообразование происходило в те же эпохи, что и в других областях Европы и Азии. Хорошо намечаются альпийская, герцинская и каледонская складчатости. Весьма возможно проявление и более древних складчатостей, как на это указывают докаледонские граниты и резкие несогласия внутри докаледонских толщ. Малая изученность этих толщ мешает точному обособлению древних складчатостей.

Каледонская складчатость в Западной Европе и Северной Америке происходила на границе верхнего и нижнего силура,³ в верхнем силуре и нижнем девоне. В эту же эпоху и в Туркестане происходят складкообразовательные процессы, вызывающие несогласное залегание среднего палеозоя на более древних свитах. Наиболее отчетливо выражена каледонская складчатость в северных дугах, где она хорошо изучена в Каратау и западной части Таласского Алатау. Здесь на интенсивно дислоцированных нижнесилурийских и более древних толщах с резким несогласием залегают отложения верхнедевонской — нижнекаменноугольной трансгрессии, дислоцированные значительно слабее. Верхнедевонская трансгрессия и присутствие песчанниковых толщ с наземной средне-нижнедевонской флорой, указывают, что в верхнем силуре силурийские и более древние толщи были собраны в складки и образовали горный хребет. Этот горный хребет был окраинной цепью суши, лежавшей дальше на северо-восток. В течение нижнего и среднего девона он интенсивно денудировался, но все же был границей для распространения верхнедевонского моря. Время проявления каледонской складчатости — конец верхнего силура и начало нижнего девона, как это можно предположить по нахождению венлокских известняков и песчаников с нижнедевонской флорой.

К проявлениям каледонской складчатости относятся:

1) несогласное залегание среднепалеозойских сланцевых толщ на более древних кристаллических сланцах и гнейсах в Чаткальском хребте; 2) несогласное залегание тех же толщ в Терской-Алатау, где в основании среднего палеозоя лежат конгломераты; 3) базальные конгломераты в среднепалеозойской сланцевой толще района Хан-Тенгри.

Весьма вероятно, что ряд хребтов, входящих в северные и отчасти центральные дуги, был создан уже каледонской и более древними складчатостями. Сюда относятся Кызылкумские возвы-

³ Ныне принято считать, что каледонская складчатость началась в кембри (салаирская фаза). По современной терминологии, верхний силур — силур, а нижний силур — ордовик. (Прим. сост.).

шенности, Нуратау, Чаткальский хребет, Каратау, Таласский Алатау, Александровский (Киргизский)⁴ хребет, Кунгей-Алатау, Терсей-Алатау и группа Хан-Тенгри.⁵ Несомненно, что к ним можно будет присоединить ряд хребтов восточного Тянь-Шаня, сейчас еще мало изученных.

Менее ясно проявление каледонской складчатости в южных и центральных дугах. В центральных дугах весь средний палеозой, начиная от верхнего силура и кончая нижним карбоном, представлен непрерывной серией морских отложений. Присутствие же в ряде мест в основании верхнесилурийских сланцев мощных слоев конгломератов указывает на то, что здесь каледонская складчатость проявлялась на границе между нижним и верхним силуром. Палеозой южных цепей слишком еще мало изучен. Можно привести только указание К. И. Богдановича на несогласное залегание в восточном Памире среднепалеозойских глинистых сланцев и более древних кристаллических сланцев и гнейсов.

Герцинская складчатость происходила в верхнем палеозое: среднем и верхнем карбоне, перми и нижнем и среднем триасе. Герцинская складчатость является основным фактором в процессе создания рельефа Туркестана. Ею и последовавшей денудацией был создан рельеф, обусловивший очертания всех мезозойских морей, рельеф, в низинах которого располагались юрские болота и озера. В различных областях Туркестана герцинская складчатость достигала различной степени интенсивности.

В северных дугах она проявлялась сравнительно слабо. Каменноугольные и девонские известняки образуют большие, обычно нормальные антиклинали и синклинали. Каменноугольные красноцветные песчаники по своему сложению почти неотличимы от верхнетретичных. Подобным характером обладают каменноугольные и девонские отложения Чаткальского хребта, Таласского Алатау, Каратау, Александровского (Киргизского) хребта и Нарынского края (бассейн р. Нарын). Возможно, эта особенность была вызвана тем, что все эти области лежат на ангарском материке,⁶ на большем или меньшем удалении от его края.

Совершенно иную картину дают хребты центральных дуг, расположенные по самой окраине ангарского материка: Туркестанский, Зеравшанский, Каратегинский, Алайский и Кокшалтау. В них девонские и каменноугольные отложения чрезвычайно сильно измяты и образуют самые разнообразные складки, нередко изоклиналильные и опрокинутые; есть ряд указаний на образование герцинских шарьяжей. Все отложения сильно метамор-

⁴ Здесь и далее в скобках приводятся ныне принятые географические названия. (Прим. сост.).

⁵ По современным представлениям, в Кызылкумских возвышенностях, хребте Нуратау и Чаткальском хребте проявилась более поздняя, герцинская складчатость. (Прим. сост.).

⁶ Д. В. Наливкин под ангарским материком понимал Сибирскую платформу с присоединившимися к ней каледонскими складчатыми сооружениями. (Прим. сост.).

физованы. В общем степень дислоцированности девона и карбона Алайского хребта приблизительно такова же, как и нижнего силура Каратау.

Несомненно проявилась герцинская складчатость и в южных дугах, но здесь она замаскирована позднейшей альпийской складчатостью. Герцинской складчатостью был создан юго-западный выступ ангарского материка, в который входят Афганистан, Северная Персия (Северный Иран) и Бухара. На этом выступе росли те же рэтическая и юрская флоры, что и на всем ангарском материке.

В Дарвазе нижний триас лежит согласно с верхним палеозоем, что указывает на то, что складкообразование происходило не раньше среднего триаса.

Альпийская складчатость начинается в верхнем мелу и происходит до настоящего времени. Пликативные процессы этой эпохи развиты главным образом в южных дугах, где они достигают необыкновенной силы и размеров. В центральных дугах они значительно слабее и отсутствуют в северных. К сожалению, малая изученность южных цепей, лежащих в труднодоступных Горной Бухаре и Памире, мешает восстановлению полной картины. Мезозойские и даже палеогеновые морские отложения собраны в ряд складок гигантских размеров, нередко изоклинальных и опрокинутых. Ряд исследователей указывает на существование шарьяжей, но эти указания пока основаны на слишком беглых, маршрутных работах и требуют дальнейшего изучения. Во всяком случае интенсивность складчатости настолько велика, что существование шарьяжей вполне возможно. В хребтах Петра Великого (Петра Первого) и Заалайском морской мел и палеоген подняты на громадную высоту (свыше 5000 м) и слагают высочайшие вершины, покрытые вечными снегами. Даже третичные конгломераты поднимаются выше снеговой линии. Все породы сильно метаморфизованы, так что верхнемеловые известняки иногда по внешнему виду неотличимы от палеозойских. Обширное распространение морского палеогена указывает на то, что основная фаза складчатости началась в неогене. Есть ряд указаний на возможное существование и более ранних фаз. Тектонические движения не закончились и в настоящее время, что подтверждается частыми землетрясениями и дислоцированностью новейших отложений.

В центральных дугах — Туркестанском хребте, долине Зеравшана, Алайском хребте, Ферганском хребте, Нарынском крае, центральном и восточном Тянь-Шане — мезозойские и третичные отложения, морские и наземные — все испытали складкообразовательные процессы, но в значительно более слабой степени, чем в южных дугах. Соответственно слаба у них и степень метаморфизации пород. Как пример можно привести верхнемеловые отложения Ферганы. Они собраны в ряд складок, нередко значительных, разбиты сбросами и даже небольшими надвигами и вообще носят ясные следы пликативных движений. Но большая часть складок является простыми антиклиналями и синклиналями со

сравнительно пологими крыльями. Породы почти не метаморфизованы и даже глины сохраняют свою пластичность; конечно, ничего похожего на метаморфизованные известняки и глинистые сланцы верхнего мела Заалайского хребта здесь нет. Точно так же мощные толщи юрских наземных песчаников, сланцев и конгломератов, слагающие южную часть Ферганского хребта, собраны в ряд складок, но эти складки широкие, большие, нормальные, с пологими крыльями. И в центральных дугах резкое несогласие и, следовательно, резкое проявление пликативных движений наблюдается только на границе палеогена и неогена. Юра, нижний и верхний мел и палеоген залегают согласно.

Наконец, в северных дугах мезозойские и третичные отложения или лежат горизонтально, или образуют пологие складки, еще более простые, чем в центральных дугах. По-видимому, и эти складки являются следствием вертикальных, эпейрогенических движений палеозойских массивов и связанных с ними изгибаний окраинных зон более молодых толщ.

Общий очерк пликативных процессов

Характер складчатости в различных областях схематически представлен в следующей таблице.

Складчатость	Северные дуги	Центральные дуги	Южные дуги
Каледонская	Сильная	Сильная (?)	Сильная (?)
Герцинская	Слабая	Сильная	Сильная (?)
Альпийская	Отсутствует	Слабая	Сильная

Из этой таблицы хорошо видно постепенное уменьшение интенсивности складчатостей при движении на север и северо-восток, по направлению к окраинам ангарского материка. Складчатые зоны постепенно наращивали ангарский материк и, припаваясь к нему, постепенно теряли свою пластичность, оставаясь способными только к дизъюнктивным движениям. Очертания материка были главной причиной, обусловившей направление и форму складчатых дуг. В настоящее время тектоника Туркестана изучена недостаточно и все существующие схемы ее, даже самые последние (Д. И. Мушкетов, Кобер, Леукс), являются в значительной части условными.

Для герцинской складчатости наибольшее значение имела юго-западная оконечность сибирского щита,⁷ которая в верхнем палеозое занимала область киргизских степей (Казахского мелко-сопочника) и Прибалхашскую впадину. Окаймляя ее, складчатые дуги получают то почти широтное NWW направление, то почти меридиональное NNW. По-видимому, значение имел и материковый массив, занимавший область Устюрта, Аральскую впадину

⁷ См. сноску 6 к с. 80.

и Кызылкум, но роль его еще мало выяснена. Для альпийской складчатости значение имели два материковых массива — на севере и на юге — окраины которых, особенно северного, имели почти широтное направление.

О связи герцинских и альпийских складок

Выше уже было отмечено, что простираение палеозоя в Алайском хребте, вызванное герцинской складчатостью, не совпадает с простираением хребта, а режет его под острым углом. Благодаря этому все свиты, простираясь ONO—WSW, уходят в Алайскую долину. Казалось бы, естественно ждать их продолжения в Заалайском хребте, но там ничего подобного нет. Там залегают мезозой и кенозой, сначала с широтным направлением, а дальше на восток с NW—SO направлением, а на запад, в Бухаре, — с SW—NO. Вероятнее всего это объясняется тем, что на палеозой Алайского хребта, обладающий герцинскими направлениями складчатости, надвинут с юга мезозой и кенозой, обладающие другим направлением складчатости. Этот своеобразный контакт наблюдался и отмечен рядом исследователей — Клеббельсбергом (1922 г.), Д. И. Мушкетовым (1924 г.) и многими другими. Нередко этот своеобразный контакт палеозоя и мезозоя, тянувшийся более чем на 300 км, объясняют как гигантский сброс. Более вероятно, что это не простой сброс, а явление более сложное, типа гигантского шарьяжа. Схема распределения простираций хорошо видна на рис. 1. Из него видно, что герцинские и альпийские простираения в этой области независимы друг от друга. Направление альпийских дуг совпадает с очертаниями мезозойского материка; особенно это очевидно из сравнения соответствующих частей рис. 1 и рис. 2 на севере у Алайского хребта и на востоке у Таримской области, в мезозое и палеогене представлявшей сушу.

Об основных простираениях

Схема основных простираций (рис. 1) в общем совпадает со схемой Д. И. Мушкетова (1924). Основными различиями являются следующие.

Складки земной поверхности аналогичны волнам поверхности моря. Морские волны сливаются и интерферируют, также сливаются и интерферируют складки земной коры. Поэтому слияние складок и слияние простираций вполне естественно и необходимо. Это положение отражено на рис. 2. Установлено слияние чаткальского простираения с нуратинским. Благодаря этому наметилась замкнутая область, соответствующая Ферганской котловине. Эта область отчетливо ограничивается и на картах распространения верхнепалеозойского и верхнемелового морей.

Противопоставлены герцинские направления Алайского хребта, Каракума, Урюкских гор и альпийские Заалайского хребта и Кашгарского хребта.

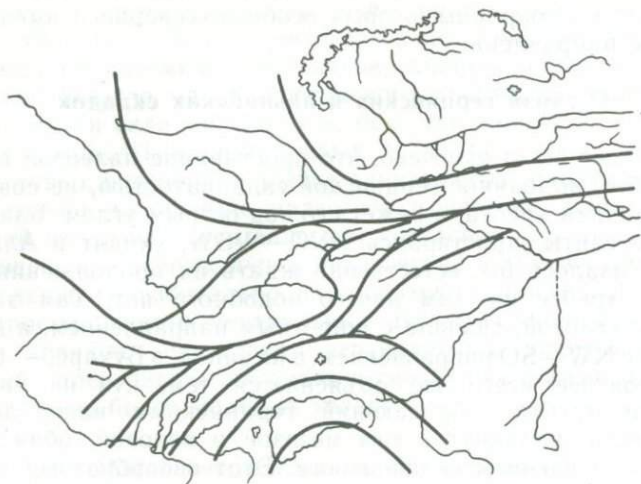


Рис. 1. Схема направлений основных простираций.

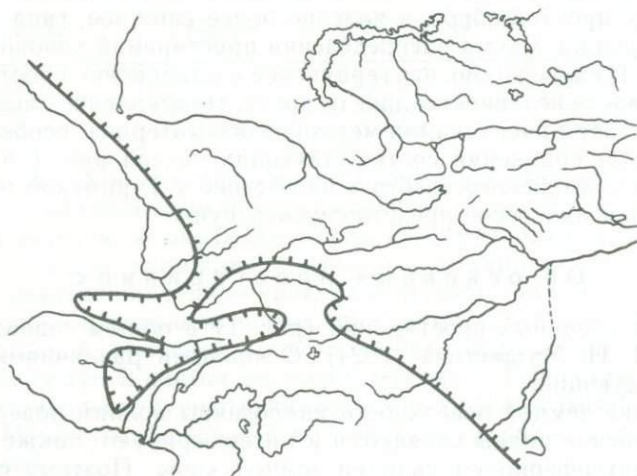


Рис. 2. Схема очертаний верхнемелового моря.

Эпейрогенические движения

Четвертичные и третичные. Интенсивные складкообразовательные движения, захватившие южные и отчасти центральные дуги, в северных дугах сопровождалась значительными эпейрогеническими передвижениями отдельных массивов. Эти передвижения отдельных массивов происходят и в настоящее время и вызывают видимые на поверхности сбросы и сопровождающие их землетрясения. Эпейрогенические движения четвертичной и третичной эпох наиболее легко устанавливаются изучением современного рельефа, особенно речных долин и распространения каспийской фауны. Геологическое строение и история у Каратау и Таласского Алатау вполне одинаковы и тождественны таковым Урала. Однако Каратау действительно напоминает Урал, а Таласский Алатау представляет высочайшую горную цепь, увенчанную вечными снегами. Нет сомнения, что такое различие в рельефе связано с поднятием Таласского узла, происходившим не позже неогена. Это движение, по-видимому, и вызвало своеобразную складчатость в мезозое и палеогене Ташкентского района. По-видимому, аналогичные эпейрогенические движения палеозойских массивов происходили и в центральных дугах. На это указывают наблюдения Дэвиса над характером речных долин южного и северного склона Алайского хребта.

Эпейрогенические движения происходили в течение всего мезозоя и палеогена и представляют цикл ряда опусканий и поднятий, наиболее хорошо видимых в западной части Туркестана. Большая часть этого цикла, содержащая верхнемеловые и палеогеновые движения, была описана выше. Ей предшествует среднеюрское опускание, захватившее Бухару и Памир и нижнемеловое поднятие.

Палеозойские движения. Из них хорошо прослеживается среднепалеозойское опускание. Оно поражает площадью своего распространения, так как захватывает не только весь Туркестан, но и Западный Урал, Мугоджары, Киргизские степи, (Казахский мелкосопочник), Алтай. По-видимому, это связано с опусканием значительной части сибирского и балтийского щитов.⁸ Начинается оно в среднем девоне и в ряде местностей выражается так называемой среднедевонской трансгрессией. Но эта трансгрессия представляет собой не самостоятельное явление, а лишь первую фазу грандиозной трансгрессии. Максимум развития эта трансгрессия достигла в визейскую эпоху. В среднем карбоне она сменилась быстрым поднятием ангарского материка, предшествовавшим герцинской складчатости. Это поднятие и вызвало несогласное налегание наземных угленосных каменноугольных отложений на морские известняки, наблюдающееся в северных дугах. Местами это поднятие происходило в несколько фаз и сменя-

⁸ По современной терминологии, Сибирской и Восточно-Европейской (Русской) платформ. (Прим. сост.).

лось кратковременными опусканиями, дававшими прослой известняков с морской фауной (верхний карбон Джунгарского Алатау).

Общий очерк тектонических движений

Суммируя данные о пликативных и эпейрогенических движениях, мы замечаем, что в геологической истории Туркестана эпохи пликативных и эпейрогенических движений в общем сменяют друг друга. Намечается следующая последовательность: I — складчатость на границе протерозоя и палеозоя; II — нижнепалеозойская эпоха эпейрогенических движений; III — каледонская складчатость; IV — среднепалеозойская эпоха эпейрогенических движений; V — герцинская складчатость; VI — мезозойско-палеогеновая эпоха эпейрогенических движений; VII — альпийская складчатость.

Необходимо заметить, что границы эпох складчатости и эпох эпейрогенических движений не совпадают, а несколько перекрывают друг друга.

Основываясь на периодичности явлений в истории Земли, можно в кратких чертах набросать историю геологического будущего Туркестана. Эпоха складкообразования сменяется эпохой континентального режима, обычно пустынного или полупустынного, в свою очередь сменяющегося морской трансгрессией. В настоящее время Туркестан переживает эпоху континентального режима. В ближайшем будущем, через несколько сот тысяч лет, она должна кончиться и на месте бесконечной безжизненной, выжженной солнцем пустыни будет простираться безбрежное вечно подвижное синее море.

ПЕСКИ И ТЕЧЕНИЯ¹

Главным фактором, обуславливающим величину зерна морских осадков, является движение воды: приливы, отливы и течения. Отлагается ли на морском дне ил, песок или образуются галечники, — все это зависит от скорости движения воды. Глубина здесь является только вторичным, косвенным фактором. Нередко наблюдающееся уменьшение зерна осадков по мере увеличения глубины бассейна объясняется тем, что в этих случаях по мере увеличения глубины постепенно уменьшается и скорость движения воды. Но встречаются и другие случаи, когда по мере увеличения глубины скорость движения воды увеличивается. В подобных случаях, наоборот, на меньшей глубине будут отлагаться илы, на большей — пески. Так, например, у западного берега Норвегии, по данным Нансена,² в области шельфа, на глубинах от 150 до 250 м отлага-

¹ Вестн. Геол. ком., 1927, т. 2, с. 1—9.

² Nansen F. The bathymetrical features of the North Polar Seas. — In: The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896. 1904, vol. IV. Pl. XIV, fig. 20, 21.

ются ил и тонкозернистый песок. На континентальном же склоне на глубине до 600 м дно покрыто грубозернистым песком, гальками или даже совершенно обнажено.

ГЛАВНЫЕ ДАННЫЕ

Полную сводку данных по вопросу о распространении, размерах и влиянии движений воды мы находим в монографии Нансена.³

Вертикальное распространение влияния волн зависит от их величины, достигая 150—200 м. По берегам открытого моря во время штормов гигантские волны приводят в движение ил и мелкозернистый песок на глубинах 150—200 м, поднимая их на поверхность моря. Обычно же влияние волн даже во время сильных бурь сказывается на глубине немногих десятков метров. По берегам же неглубоких заливов влияние волн распространяется на глубину до 15—20 м.

В зоне прибоя наибольшее влияние на распределение осадков имеют обратные токи воды, направленные от берега в глубь бассейна. С глубиной они постепенно ослабевают, не нарушая обычного распределения осадков: галечник — песок — ил. Вне зоны прибоя волны вызывают своеобразные горизонтальные колебания воды, иногда весьма резкие и сильные, подобные колебаниям сита. Эти горизонтальные колебания играют большую роль в распространении более тонкозернистых осадков, поднимая их и унося в зоны с более слабыми движениями воды.

Движения воды, вызываемые приливами и отливами, имеют только местное значение и то на глубинах немногих десятков метров. Но в некоторых заливах они достигают громадной силы, выметая дно начисто и далеко унося все осадки, включая и гальки.

Весьма большое значение, пока еще не вполне оцененное, имеют морские течения. Нансен⁴ на основании многочисленных наблюдений пришел к выводу, что вдоль берегов Скандинавского полуострова, в Каттегате, Скагерраке, Норвежском канале и по западному побережью морские течения обладают весьма значительной силой. Нередко на глубинах до 150—200 м они достигают такой скорости, что уносят все илистые частицы. На Норвежском шельфе к северу от 62° с. ш. глина и песчаная глина обычно не встречаются выше 200 м. Все более высокие части покрыты песком и галькой, а на высочайших местах лежит почти всегда грубый материал, грубый песок, галька и камни или выходят скалы. Очевидно, что весь глинистый ил смывается с более высоких частей шельфа или никогда не достигает стадии осаждения; тонкозернистый песок также смывается прочь, но он отлагается в более глубоких частях; песчаный ил отлагается еще глубже,

³ Там же, с. 135—145.

⁴ Там же, с. 143—144.

а чистый ил — в глубочайших впадинах шельфа или на континентальном склоне. Глубина, на которой мы встречаем глинистый или песчанистый ил на шельфе, может сильно различаться в зависимости от того, существуют ли быстрые движения воды или нет. «В тех местах, где континентальный склон сравнительно крутой, верхняя граница сплошных зон глинистого ила, песчанистого ила и чистого ила обычно лежит на глубине 600—800 м».⁵ На разрезе № 19 Нансена мы видим, что песчанистый ил поднимается на глубину 800 м. Выше идет песок с камнями до глубины 200 м; затем тонкозернистый песок — глубина 194 м; песок с галькой — 160 м; песок — 160—175 м и т. д. На разрезе № 14: песчанистый ил до глубины 800 м; песок — 800—600 м; камни — 500—225 м; песок с камнями — 200—80 м; галечник — 80—70 м; голые скалы — 70—0 м. В разрезе № 21: песчанистый ил — до 600 м; песок — 600—500 м; песок с камнями — 500—350 м; песок — 350—218 м.

В той же монографии Нансена приведен ряд непосредственных измерений скорости морских течений на различных глубинах. Особенный интерес представляют измерения, проведенные Петерсоном в Каттегате и Скагерраке и приведенные ниже.

Станция	Положение	Глубина, м	Глубина наблюдения, м	Скорость течения, см/с
SO	57°40' N. Lat. 11°25' E. Long.	70	60	16.5
		80	60	61
		90	80	36
		88.5	80	35
S II	57°55' N. Lat. 10°37' E. Long.	140	60	32.2
		137	130	18
		133	120	27
S III	58°12' N. Lat. 10°29' E. Long.	298	280	17
		252	240	18
		142	135	19.8
S IV	58°13' N. Lat. 11°10' E. Long.	110	100	32
S VI	—	120	110	5.8
S VII	58°45' N. Lat. 9°50' E. Long.	516	450	18
S X	58°36' N. Lat. 10°34' E. Long.	175	165	50
	Smygehuk	40	35	37
	N. W. Bornholm	75	70	45

Они с полной несомненностью свидетельствуют о силе течений и их поразительном влиянии на распределение осадков. Этот факт при-

⁵ Там же, с. 143.

водился рядом геологов; особенное значение придает ему Willis,⁶ который указывает, что донные течения особенно сильны в эпиконтинентальных морях и архипелагах, где они играют большую роль в образовании тех или других осадков.

Весьма интересны соотношения скорости течений и величины зерна осадков, ими переносимых, также приводимые Нансеном.⁷

Ct/sec	
0.29	— мельчайшие частицы раковин глобигерин.
2.9	— большие обломки раковин глобигерин.
7.7	— начало размывания тонкозернистой глины.
15.0	— поднимает тонкозернистый песок.
20.0	— поднимает песчинки величиной с льняное зерно.
21.3	— поднимает тонкозернистый пресноводный песок.
30.5	— переносит мелкую гальку.
33.7	— размывает морской песок.
40.0	— передвигает округленные гальки в 6 мм в диаметре.
61.0	— перекачивает гальку в 26 мм в диаметре.
124.7	— переносит гальки величиной в орех.

Теперь остановимся на некоторых соотношениях между движениями воды и образующимися при этом осадками.

Бассейны со слабым прибоем и без течений — обособленные заливы, замкнутые бухты, лиманы, эстуарии. Галечники отсутствуют. Зона песка если и имеется, то крайне узкая, у самого берега. Все дно покрыто черным, вязким, дурно пахнущим илом, нередко с большим содержанием H_2S и серного колчедана. Ил нередко покрывает все дно бассейна вплоть до береговой линии и тогда отсутствует даже зона песка. Нередко в массе ила встречаются отдельные большие песчинки и обломки, чаще всего заносимые сильными ветрами. Фауна состоит из немногих гастропод и пеллципод, питающихся водорослями и гниющими органическими остатками. Эти формы отличаются от форм, живущих на глубоководном илу, толстой раковиной. Когда содержание сероводорода значительно, то пустые раковины постепенно и сравнительно быстро растворяются. Нередко все следы фауны исчезают, и образуется совершенно немая сероватая или черная глина со стяжениями серного колчедана.

Примерами подобных бассейнов могут служить: область так называемых «Watten» по восточному берегу Немецкого моря; восточные берега Дании, где среди многочисленных песчаных островов отлагается один ил; Азовское море, где зона песка очень узка и все дно покрыто илом; Финский залив, Ботнический залив и многие др. В тропиках такие области также нередки. Наиболее известны мангровые заросли, в которых и берега илистые, и все

⁶ Willis B. Principles of Paleogeography. — Science, 1910, N. S. XXXI, p. 241—260.

⁷ Nansen F. The bathymetrical features of the North Polar Seas. — In: The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896. 1904, vol. IV, p. 139.

дно моря сплошь покрыто вязким вонючим илом. Для мангрового ила очень характерно большое количество растительных остатков, иногда в пониженных частях, во впадинах, скопляющихся в огромных массах. Другой интересной особенностью мангровых лесов является развитие скоплений устриц, которые здесь живут не на дне моря, а прирастают к корням и стволам деревьев. После смерти животного раковина падает на дно, и толстостенные устрицы попадают в ил, с которым при жизни они совершенно не связаны. Береговые илы постепенно переходят в глубоководные и граница между ними незаметна. Площадь, занятая береговыми илами, нередко бывает весьма значительна, и они тянутся вдоль берега на десятки и сотни километров.

Бассейны с сильным прибоем и слабыми течениями — большие открытые заливы; невысокие берега открытого моря с хорошо развитым шельфом; обширные, замкнутые бассейны. Области нормального распределения осадков. В зоне прибоя образуется галечник или грубозернистый песок; дальше идет зона песка, сменяющаяся зоной песчаного ила и, наконец, зоной чистого ила. Здесь мы встречаем правильную зависимость между глубиной и величиной зерна осадков. Столь распространенное мнение, что чем грубее осадок, тем меньше глубина этих бассейнов, является вполне справедливым. Но чрезвычайно важно другое обстоятельство — что подобная зависимость обязательна только для этого типа бассейнов и что у всех других типов она отсутствует. К сожалению, об этом нередко забывают.

Остановимся на характеристике зон того или другого типа осадков. Конгломераты всегда тянутся узкой полосой вдоль берега. Ширина их редко достигает нескольких десятков метров. Фауна в них отсутствует благодаря перетиранию непрерывно движущимися гальками. Пески начинаются или прямо от уровня моря, или на некотором расстоянии от него. Первый случай мы имеем на песчаном шtrandе (пляже), второй — на галечном. Ширина зоны песков также невелика; невелика и глубина их распространения. По берегам Лионского залива, описанным в классической монографии Thoulet,⁸ граница песков совпадает с глубиной 10—15 м, реже 20 м. За зоной песка идут зоны песчанистого ила и глинистого песка и дальше — область чистого ила. Зоны илистого песка и песчаного ила также тянутся вдоль берега в виде полос несколько шире полосы песка. Чистый ил занимает главную часть дна Лионского залива, на континентальном склоне незаметно переходя в глубоководный синий ил.

В бассейнах рассматриваемого типа обычно береговые течения слабы и не влияют на распределение осадков. Но иногда течения достигают значительной скорости, и тогда последовательность зон песка, песчанистого ила и чистого ила нарушается. Посреди площадей, занятых чистым илом, вдруг появляются участки не-

⁸ Thoulet M. J. Etude bathylithologique des côtes du Golfe du Lion. — Ann. Inst. Oceanogr., 1912, t. IV, Fasc. VI.

правильных, округленных и вытянутых очертаний, занятые песчаным илом и даже песком. В направлении от берега получается следующая последовательность: галечник — песок — песчаный ил — чистый ил — песок — песчаный ил — чистый ил. В этих случаях зависимость между глубиной и величиной зерна осадка нарушается и при увеличении глубины величина зерна осадков не уменьшается, а, наоборот, увеличивается. Такие области являются переходом к бассейнам следующего типа.

В постоянно движущихся галечниках пояса приобья органические остатки отсутствуют. Даже мертвая ракуша и та перетирается между гальками. Редка ракуша и в зоне песка, состоявшая главным образом из зарывающихся пелеципод, гастропод и плоских ежей — *Scutella*, *Clypeaster*. Интересны скопления ракуши в береговых валах, на песчаных штрандах, выше уровня моря. Эти скопления в ископаемом состоянии будут иметь вид типичных известняков-ракушнякав и как таковые будут рассматриваться как мелководные отложения. На самом же деле такие ракушняки являются столь же важным и бесспорным доказательством присутствия береговой линии, как конгломераты. Их главные отличия: окатанная, битая ракуша; присутствие в цементе грубозернистого песка; нередкие известковые или железистые корки на раковинах.

В зонах песчаного и чистого илов ракуша встречается спорадически, иногда совершенно отсутствуя, иногда встречаясь довольно часто на более или менее значительных площадях. При этом, мертвая ракуша находится вместе с живой. В областях с сильными донными течениями нередко образуются скопления мертвой ракуши — будущие известняки-ракушняки.

Бассейны с сильными донными течениями. В зависимости от быстроты течений и связи их с образующимися осадками можно выделить три области: 1) области, в которых отлагаются только грубозернистые осадки; 2) области, в которых никаких осадков не отлагается; 3) области, в которых морское дно размывается.

К областям первого типа относится шельф и континентальный склон Норвегии, Каттегат и Скагеррак, подробно описанные выше. Вероятно, подобная картина наблюдается и у берегов других континентов, обладающих узким шельфом, омываемым сильными течениями. Примером могут служить западные берега Южной Америки. Весьма сильные течения развиты в Индо-Малайском архипелаге, Североамериканском полярном архипелаге, в ряде проливов и т. п. Во всех этих областях грубозернистые осадки — пески и даже галечники — встречаются на больших глубинах, до 600—800 м. Далее аналогичное явление наблюдается у крутых, обрывистых берегов. Очень хороший пример приведен в монографии Thoulet.⁹ Вдоль всего низменного берега Лионского залива песок и галечник не встречаются глубже 20 м; там же, где берег

⁹ Там же.

режут Пиренеи, общий уклон морского дна становится более крутым, течения усиливаются и песок с галькой встречается до глубины 30, затем 50 и наконец, у мыса Creus, до глубины свыше 230 м.

Весьма интересные данные о распространении зеленого глауконитового песка с фосфоритовыми конкрециями приведены у Walther'a.¹⁰ Величина зерен глауконитового песка около 0.2 мм, иногда достигая 1 мм и больше. У берегов Калифорнии на глубинах от 180 до 550 м был найден темно-зеленый и черный глауконитовый песок с зернами величиной почти исключительно около 1 мм. На Игольной банке у юго-восточной оконечности Африки на глубине 180—270 м зерна не только больше 1 мм, а иногда сливаются в стяжения величиной в несколько сантиметров. В Торресовом проливе на глубине 280 м глауконитовый песок отличается светлым и бурым цветом. По окраине Гольфстрима, на восточном берегу Северной Америки, зона глауконитового песка лежит на глубине 60—100 м. Все эти многочисленные указания с полной несомненностью устанавливают большое распространение областей, в которых на сравнительно больших глубинах, во много десятков и даже сотен метров, встречаются грубозернистые пески и даже галечники.

Области второго типа, в которых никакие осадки неотлагаются, известны мало благодаря трудности их установления. Можно привести пример Ла-Манша, в котором на глубине нескольких десятков метров дно покрыто крупными валунами. Эти валуны, вероятно, образовались еще в четвертичный период в зоне приобья или в речной долине. При опускании континента они оказались на современной глубине и должны были покрыться песком и илом. Отсутствие этого песка и ила и объясняется тем, что очень сильное донное течение уносит все осадки, кроме крупных галек. Второй пример — это плато Пурталеса, образующее подводный уступ вдоль восточного берега Флориды на довольно значительной глубине. Это плато сложено известняками. Его поверхность омывается Гольфстримом, уносящим все осадки и продукты разрушения. Поверхность плато представляет голую известковую плиту шириной в несколько километров и длиной во много десятков километров. На ней нет ничего, кроме прирастающих и присасывающихся форм.

Области третьего типа, в которых течения настолько сильны, что размывают морское дно, известны еще меньше, опять-таки благодаря трудности их установления. Детальные измерения, производившиеся вдоль берегов, позволили составить точные профили рельефа морского дна. Сравнением этих профилей за несколько десятков лет установлен факт интенсивного размывания морского дна на глубине в несколько десятков метров. На небольших глубинах подводная абразия производится волнами, а на больших главную роль играют уже течения.

¹⁰ Walther J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1893—1894.

Из одного сопоставления фактов, иллюстрирующих деятельность донных течений, ясно, какое большое значение имеет эта деятельность для палеогеографических построений. Особенно велико ее значение для определения глубины бассейнов прошлого.

Обычно считается, что чем грубозернистее осадок, тем на меньшей глубине он образовался. Теперь же мы знаем, что в области шельфа на глубинах до 200 и даже до 600—800 м это положение часто ошибочно. В одном и том же заливе, на одной и той же глубине, но в различных местах, отлагаются галечник, песок, песчаный ил и чистый ил.

Затем большое влияние морские течения оказывают на мощность осадков. На одной и той же глубине, на одинаковом удалении от берега отлагаются то мощные толщи глин и песков, то менее мощные пласты конгломератов, или, наконец, ничего не отлагается или даже, наоборот, морское дно размывается.

Последние два случая весьма важны для реконструкций смены моря и суши. Мы видим, что на больших участках морского дна в течение значительных промежутков времени может не образовываться никаких осадков. Благодаря этому в разрезе определенная свита исчезает, получается «перерыв в отложении». Подводные течения нередко размывают морское дно, образуя впадины, карманы, углубления, заполняющиеся осадками после ослабления или прекращения течения. Тогда не только виден «перерыв в отложении», но более молодые слои будут залегать на «размытой поверхности» более древних. Наконец, подводная абразия создает не только впадины, но и возвышения. По склонам тех и других будут накапливаться новые осадки. Залегание этих осадков будет соответствовать подводному рельефу и, возможно, будет резко различно с залеганием коренных пород, выходящих на морском дне.

Что же в конце концов получится? Получается: «перерыв в отложении», «размытая поверхность», «угловое несогласие». Какие же мы сделаем выводы? Мы имеем смену моря суши, проявление горообразовательных процессов, эпоху денудации и новую морскую трансгрессию! На самом же деле все объясняется деятельностью морских течений.

Нелепо, конечно, объяснять все, что происходит на земной поверхности, все гигантские палеогеографические циклы, деятельностью течений. Но, с другой стороны, существует ряд гипотетических смен моря и суши, происходящих на небольших участках в течение очень непродолжительного времени и в толще морских осадков. Эти смены безусловно требуют к себе критического отношения.

Как пример возьмем глауконито-фосфоритовые фации и остановимся на нескольких конкретных случаях. Начнем с верхней части разреза подмосковной юры и ее объяснения таким выдаю-

щимся знатоком фациальных условий, как А. Д. Архангельский.¹¹ Ниже мы даем сопоставление разреза¹² и его истолкования.¹³

Начало нижневолжского века ознаменовалось перерывом в отложении осадков, причем при последовавшей трансгрессии верхнекимериджские слои были перемыты до основания.

Смена зоны *P. Panderi* зоной *V. virgatus* также сопровождалась, по-видимому, колебанием равновесия водных масс, так как в глауконитовом песке, которым начинается зона *V. virgatus*, вместе с фосфоритами, носящими характер конкреций, встречаются и обломки фосфоритовых желваков, что указывает на размывание подстилающего слоя.

Смена фосфоритоносных песков глинами и последних снова песками, которая наблюдается в зоне *V. virgatus* и зоне *Rh. oxyoptycha*, свидетельствуют о том, что при отложении этих осадков берег первоначально находился в сравнительной близости от Москвы, и море было мелководным; за этим последовало расширение площади бассейна и его углубление, а в конце рассматриваемого века бассейн вновь сократился и обмелел.

На основании литологических особенностей разреза А. Д. Архангельский устанавливает отступление моря, образование суши, трансгрессию моря, вторую трансгрессию («колебание равновесия водных масс»), обмеление моря, углубление его и новое обмеление. Все это происходит в одну короткую эпоху волжского яруса. Если мы прибавим еще трансгрессию на границе юры и мела, то получим в одну волжскую эпоху три трансгрессии, причем эти трансгрессии совершенно не связаны ни с континентальными, ни с лагунными отложениями — весь разрез состоит исключительно из морских отложений. Необходимо иметь в виду еще то, что глауконитовые пески с фосфоритами и черные глины с аммонитами являются сравнительно глубоководными отложениями, связанными с глубинами не меньше нескольких десятков метров. В свете вышеизложенного становится ясным, что глауконитовые пески с фосфоритовыми гальками не только не указывают на смену моря сушей, но, наоборот, являются наиболее глубоководными осадками разреза. Они указывают на возникновение больших глубин, связанное с образованием очень сильных течений. В эпоху максимального развития течений все осадки уносились и даже,

V. i. P. Глауконитовые пески с фосфоритовыми конкрециями двух генераций. В песках фауна зоны *P. Panderi* в черных, окатанных фосфоритовых желваках фауна Кт. S.

V. i. v. Темно-зеленый глауконитовый песок, содержащий две генерации фосфоритов: черные обломки и буровато-коричневые конкреции.

V. i. v. Слой неправильных типичной конкреционной формы фосфоритов, залегающих в глауконитовом песке.

Черная глина, становящаяся все более песчанистой по мере движения вверх и переходящая в глинистый песок.

V. i. Темно-бурые и темно-зеленые глауконитовые пески с огромным количеством *Rh. oxyoptycha*.

¹¹ Архангельский А. Д. Обзор геологического строения Европейской России. Т. II. Средняя Россия. Пгр., 1922. 000 с.

¹² Там же, с. 237—239.

¹³ Там же, с. 286.

возможно, размывались ранее отложившиеся слои. Оставались только одни окатанные, обглаженные, обточенные фосфоритовые гальки. Ходы от сверлящих моллюсков, находимые в фосфоритовых гальках, не могут служить доказательством зоны приобья. Всверливание у пелелипод развивается как защита от сильных движений воды. Сильные донные течения относятся к таким движениям воды, которые вызывают всверливание, как это, например, наблюдается на плато Пурталеса. Таким образом, сверлящие пелелиподы еще раз подтверждают существование сильных донных течений. Суммируя, можно сказать, что особенности разреза верхней части юры и частью нижнего мела Подмосковского района проще и естественнее объясняются не многочисленными трансгрессиями, а появлением сильных морских течений и изменением их силы, направления и положения.¹⁴

Другой яркий пример возьмем из юрских отложений восточной части Пензенской губернии. На р. Мокше близ с. Рыбкина¹⁵ наблюдается следующий разрез:

Q	Песчанистый суглинок
VIn _g ₂	Серые и зеленовато-желтые пески с прослоями песчанистых фосфоритов и обычной фауной. Фосфоритовый конгломерат с окатанными фосфоритовыми ядрами <i>Keplerites</i> Coweri, <i>Cardioceras</i> sp., ауцеллами и <i>Belemnites lateralis</i> .
Cl.m.	Сероватые пески с <i>Cosmoceras</i> Jason.

Этот разрез обычно объясняют как нижнемеловую трансгрессию, размывшую волжский ярус, киммеридж и оксфорд. Базальным конгломератом этой трансгрессии и является слой З. И здесь основным фактом, противоречащим существованию эпохи моря (средний келловей), эпохи суши и эпохи трансгрессии (валанжин), является отсутствие континентальных и лагунных отложений. Опять более просто объяснять разрез проявлением деятельности сильных течений, существовавших в оксфорде, киммеридже и в волжскую эпоху. Эти течения уносили все осадки, оставляя только фосфоритовые конкреции различного возраста и грубозернистый песок. В Рыбкинском разрезе интересно отметить нахождение нижнекелловейского *Keplerites* Coweri в слоях над неразмытым средним келловеем. И этот факт, не объяснимый трансгрессией, легко объясняется размыванием и переносом течениями.

Весьма интересные соотношения наблюдаются и в южной России, на границе между мелом и палеогеном.

¹⁴ Неудобство столь частых и непродолжительных трансгрессий и регрессий, конечно, не могло ускользнуть от такого специалиста-палеогеографа, как А. Д. Архангельский, и он заменяет одну из них неопределенным понятием «колебание равновесия водных масс».

¹⁵ Архангельский А. Д. Обзор геологического строения Европейской России. Т. I. Юго-восток Европейской России. Вып. 2. 1926, с. 197.

«Всюду имеются более или менее резко выраженные следы перерыва осадочного процесса, сказывающиеся — то в некотором угловом несогласии, то в прослойках конгломератов и неровностях поверхности меловых пород, то крайне резкой петрографической смене осадков, то, наконец, в отсутствии верхних горизонтов меловых отложений. Получается впечатление, что на границе мелового и третичного периодов происходили значительные перемещения водных масс, покрывавших до сих пор поверхность Русской равнины, и превращение весьма значительных участков последней в сушу».¹⁶ А. Д. Архангельский совершенно правильно отметил существование «значительных перемещений водных масс». Повторяется та же картина, что и в верхнюю юру. Допускаемые трансгрессии и смены моря и суши также кратковременны, также связаны только с морскими отложениями и также выражаются глауконито-фосфоритовыми фациями. И здесь проще и естественней представлять «перемещения водных масс» как образование сильных и длительных морских течений.¹⁷

Вообще глауконитовые пески с фосфоритовыми гальками и конкрециями нередко связывают со сменой моря и суши, считают их доказывающими трансгрессии и т. п. Однако необходимо помнить, что глауконито-фосфоритовые пески являются типичным примером сравнительно глубоководных песков и в зоне приобья неизвестны. Поэтому при объяснении условий их образования прежде всего приходится рассматривать эту фацию как сравнительно глубоководную. Она развита на глубинах от нескольких десятков до нескольких сот метров. Другая ее особенность — это неразрывная связь с сильными морскими течениями.

Морские течения — это могущественные, неотвратимые, то постоянные, то изменчивые силы, незримо проявляющиеся под спокойной поверхностью моря. Они подхватывают песчинки и то выносят их в вечно живую, вечно подвижную зону приобья, то увлекают в мертвенные, холодные глубины континентального склона.

¹⁶ Архангельский А. Д. Введение в изучение геологии Европейской России. Пгр., 1923, с. 113.

¹⁷ В этом случае оказался прав А. Д. Архангельский. Перерыв в основании палеогена связан не с подводными течениями и размывом осадков, а с обширной регрессией датского века, охватившей всю платформу, за исключением Прикаспийской впадины. (Прим. сост.).

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ В КЕНОЗОЙСКУЮ ЭРУ¹

(Речь, произнесенная на открытом годовом заседании
Научного совета Геологического комитета
12 февраля 1928 г.)

ЗНАЧЕНИЕ СКЛАДЧАТОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

Площадь, занятая недислоцированными отложениями, больше, чем площадь, занятая теми же отложениями, но собранными в складки. Чем интенсивнее складчатость, тем больше это различие. Для простых складок оно невелико, но для изоклинальных и сложных весьма велико.

Эти факты общеизвестны и на них нередко обращалось внимание в геологической литературе. Тем не менее на значение их для палеогеографических построений до сих пор не обращено должного внимания. На палеогеографических картах береговую линию проводят там, где она наблюдается в природе. Для недислоцированных отложений это правильно, но для отложений, собранных в складки, — ошибочно, и эта ошибка тем больше, чем сильнее складчатость.

В различных областях Средней Азии встречаются морские верхнемеловые и палеогеновые и континентальные нижнемеловые и юрские отложения. Они залегают согласно и собраны в одинаковые складки. Их границами-берегами являются древние палеозойские хребты. И меловые заливы и юрские депрессии лежат между этими хребтами. Меловые и юрские отложения собраны в ряд складок нередко значительных размеров, многочисленных и сильно сжатых. Поэтому, конечно, современные границы этих отложений и их береговая линия не совпадают с первоначальными. Так как давление при образовании складок происходило с юга, то естественно для нахождения первоначальной границы нужно современную границу передвинуть на юг. Зная, что этими границами являются палеозойские хребты, мы приходим к важному выводу, что современное положение палеозойских хребтов значительно отличается от их первоначального положения. В первоначальном положении их разделяли гораздо более широкие долины. Изменилось несколько и направление хребтов.²

Перейдем к конкретным примерам. В хребте Каратау, в средней пониженной части, располагается область, занятая юрскими и меловыми отложениями. Она в виде сравнительно узкой полосы вытягивается по простиранию хребта. С каждой стороны она огра-

¹ Изв. Геол. ком., 1928, т. 47, № 2, с. 153—161.

² Вопрос о том, следует ли (и на сколько) распрямлять складки при определении первичной ширины бассейнов осадконакопления — важная и интересная проблема, нерешенная до сих пор. (Прим. сост.).

ничена палеозойскими грядами, являвшимися ее естественными границами в момент отложения осадков. Мезозой, в настоящее время более или менее сильно дислоцированный, образует ряд складок, иногда довольно крутых. Выпрямляя эти складки, мы должны раздвинуть и палеозойские гряды. Таким образом, мы видим, что в мезозое Каратау состоял из двух самостоятельных гряд, сложенных палеозойскими отложениями. Эти гряды были разделены широкой и длинной впадиной, ширина которой достигала нескольких десятков километров. Эта впадина в юрский период представляла болотистую низменность, на которой располагался ряд озер. В верхнемеловую и палеогеновую эпохи история этой впадины, уже значительно заполненной горизонтально лежащими юрскими отложениями, не вполне ясна. В течение большей части эпохи здесь также была суша, но временами существовали какие-то водные бассейны, в которых отлагались известняки с однообразными гастроподами. Возможно, что эти бассейны были следами верхнемеловой или палеогеновой трансгрессии, прорвавшейся в Каратаускую впадину. Возможно также предположение, что эти известняки — озерные образования; это подтверждается однообразием и своеобразием фауны.

Дальше к югу следующей областью развития дислоцированных мезозойских и палеогеновых отложений являются так называемые чули — холмы, расположенные между долинами рек Арыси и Келеса. В этой области формы складок своеобразны, имея вид больших и маленьких брахиантиклиналей. Также собраны в складки и нередко поставлены на голову мезозойские и палеогеновые отложения по окраинам Пскемского и Чаткальского хребтов. Несомненно, что эта складчатость вызвана сдвижением Каратау и Чаткальского хребта, точнее — приближением Чаткальского хребта к Каратау. Каратау не двигались на север, что доказывается недислоцированными кенозойскими осадками на их северном склоне. Поэтому для выпрямления складок мезозоя мы должны отогнуть палеозойский Чаткальский хребет на юго-восток или, возможно, отодвинуть на юг колоссальный массив изверженных пород, занимающий южную часть этих гор. Сравнительно слабая складчатость мезозоя в районе чулей показывает, что и передвижения палеозойских массивов были невелики.

Гораздо более значительные передвижения испытали хребты центральных дуг или, кратко говоря, Тянь-Шань. Рассматривая геологическую карту Средней Азии, мы видим, что между северными и центральными дугами почти сплошной полосой располагается ряд более или менее крупных бассейнов, заполненных мезозойскими и палеогеновыми отложениями. Сюда относятся: Ферганская и Нарынская долины, бассейн Иссык-Куля, Кульджинский район и область Богдо-ола. Во всех этих бассейнах мезозой и палеоген собраны в ряд складок, иногда многочисленных и крутых. И здесь образование складок связано с движением палеозойских хребтов, служивших южной границей этих бассейнов, т. е. с движением Тянь-Шаня с юга на север. И опять,

восстанавливая палеогеографию верхнемеловой эпохи, выпрямляя складки, мы должны считать, что в эту эпоху Тянь-Шань и северные дуги располагались друг от друга на значительно большем расстоянии, чем в настоящее время. В это время между ними располагалась низменность, по своим физико-географическим особенностям весьма близкая к низменности, разделяющей сейчас Киргизскую степь (Казахский мелкосопочник) и северные дуги Туркестана. Западная часть этой низменности была покрыта морем; на восточной располагался ряд озер и протекали реки, впадавшие в эти озера.

Наконец, в южных дугах и особенно на Памире мезозой и палеоген измяты чрезвычайно интенсивно. В одном Заалайском хребте вкрест простиранию насчитывают до 30 складок, нередко изоклинальных и лежащих. Складчатость настолько интенсивна и сложна, что современные границы мезозойских и палеогеновых отложений не могут дать ни малейшего представления о границах соответствующих морских бассейнов. Единственно, что можно сказать, это то, что передвижения массивов, вызвавшие складчатость мезозоя, были весьма значительны и также шли с юга на север. Эти передвижения захватили всю область Тетиса и их первоисточником является, вероятно, движение Индостанского полуострова. Для восстановления первоначальных очертаний Тетиса мы должны отодвинуть Индостан далеко в Индийский океан. При этом резкий изгиб Гиндукуша, Памира и Гималаев сгладится и границы Тетиса значительно расширятся.

Суммируя все вышеизложенное, можно сказать, что складчатость отложений имеет большое значение для палеогеографических построений. Благодаря тому, что это не принимали во внимание, многие палеогеографические схемы требуют изменения.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СРЕДНЕЙ АЗИИ В ВЕРХНЕМЕЛОВУЮ ЭПОХУ

Распространение моря и суши видно на геологической карте Туркестана, изданной Геологическим комитетом. Нельзя не отметить резко намечающуюся восточную границу распространения моря. Эта граница в виде почти прямой линии пересекает всю Среднюю Азию. Очень интересно, что она совершенно не считается с современным рельефом. Только на севере она совпадает с хребтом Каратау. Дальше на юг она пересекает снеговой Чаткальский хребет, затем идет вдоль несуществовавшего тогда Ферганского хребта и пересекает Алайский хребет. Но наиболее интересно положение ее на юге, где она идет вдоль подножия Кашгарского хребта по границе Таримской впадины. Казалось бы, что в этом нет ничего особенного: граница моря проходит вдоль горного хребта, и море заливает низменность. Но на самом деле, что и интересно, море занимало место высочайших снеговых массивов, а Таримская низменность представляла возвышенность, служив-

шую пределом для распространения моря. Здесь мы видим пример наиболее резкого несоответствия между современным рельефом и рельефом, существовавшим в столь недавнюю эпоху.

В то время Таримская котловина представляла безжизненную тропическую пустыню, весьма похожую на современную Сахару. У подножия песчаных и каменистых возвышенностей, окаймлявших ее, плескалось темно-синее, теплое море — Тетис. Ничего подобного современному Памиру в верхнемеловую и палеогеновую эпохи, конечно, не существовало. Но, вероятно, здесь не было открытого океана. Палеозойские и докембрийские массивы в виде отдельных островов поднимались над уровнем моря. По их берегам располагались коралловые рифы и рудистовые банки.

Западная часть центральных дуг также была погружена в море, образуя ряд островов. Очертания этих островов могут быть нанесены только схематически. Ташкентский район и Ферганская депрессия были разобщены низким холмистым полуостровом, соединявшим Чаткальский хребет с Туркестанским хребтом. Архипелаг островов уходил далеко на северо-запад в Кызылкум. Между ним и Каратау располагался обширный Ташкентский залив, на севере соединявшийся с Тургайским проливом. Мугоджары и южная оконечность Урала также были в значительной степени погружены в море, образуя ряд островов и полуостровов. На западе и юге Среднеазиатское море соединялось с Тетисом и Южнорусским морем. Но и здесь над его безбрежной поверхностью поднимался ряд островов: Мангышлак, Копетдаг и другие.

Физико-географические особенности верхнемелового континента значительно отличались от современных. Пенепленизация достигла максимума развития. Высоких гор альпийского типа не было. На месте современных колоссальных массивов, увенчанных вечными снегами и покрытых многочисленными ледниками, располагался мелкосопочник, почти безводный, разделенный широкими песчаными долинами с медленно текущими реками и озерами-болотами. Климат был значительно жарче современного, позволявший жить гигантским динозаврам, обитавшим в зарослях в речных долинах, в болотах и по берегам озер.

На юге располагалась громадная Таримская пустыня, едва возвышавшаяся над уровнем Тетиса. С севера ее ограничивала зона мелкосопочника, соответствующая современному Тянь-Шаню, но лежавшая несколько южнее. На месте главных северных дуг — Таласского Алатау, Александровского (Киргизского) хребта и Кунгей-Алатау — располагалась следующая зона мелкосопочника, также вытянутая в широтном направлении. Между этими зонами располагалась обширная депрессия, состоявшая из ряда бассейнов: фергано-нарынского, иссык-кульского и кульджинского. Эти бассейны были значительно шире современных. Разделявшие их перешейки были очень пологие. Общая картина депрессии была весьма близка к картине современных бассейнов рек Чу, Или и оз. Балхаш: широкие плоские долины и впадины, заполненные песчано-глинистыми отложениями, полупустынные,

широкие, медленно текущие реки, мелкие озера, болота. Главные отличия от современной эпохи зависели от более жаркого, субтропического климата.

Рельеф северо-восточной части Средней Азии мало отличался от современного.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СРЕДНЕЙ АЗИИ В ПАЛЕОГЕНОВУЮ ЭПОХУ

Палеогеновая эпоха делится на две части: нижний палеоген — палеоцен и эоцен и верхний палеоген — олигоцен. Нижний палеоген характеризуется максимальным развитием морской трансгрессии и сравнительной устойчивостью физико-географических особенностей. Верхний палеоген — это эпоха развития гигантских складкообразовательных процессов, максимума достигших на границе с неогеном. Создаются громадные альпийские хребты, море быстро отступает на запад, резко изменяя очертания береговой линии.

Общий характер поверхности Средней Азии мало отличается от того, что мы наблюдали в верхнем мелу. Основное различие заключается в том, что опускание западной части Средней Азии достигает наибольших размеров. Море заходит дальше в мелкосопочник; размеры островов уменьшаются; Чаткальский полуостров опускается ниже уровня моря, образуя Чаткальский пролив, соединявший бывшие Ферганский и Ташкентский заливы. В Каратау море, возможно, на короткий срок проникало во внутреннюю впадину. На севере образовался обширный залив, глубоко вдававшийся между хребтом Каратау и мелкосопочником Киргизских степей (Казахским мелкосопочником). Тургайский залив несколько расширился, но Мугоджарский архипелаг, по-видимому, исчез, соединившись с Южноуральским полуостровом.

Характер поверхности суши не изменился — тот же мелкосопочник, те же обширные депрессии. Только климат стал холоднее. Динозавры исчезли, уступив место какой-то другой, пока совершенно неизвестной фауне.

На границе между эоценом и олигоценем начинаются первые крупные проявления складкообразовательных процессов. Эта фаза альпийской складчатости захватывает только южные дуги, но в их пределах проявляется весьма интенсивно. На Памире, в Горной Бухаре, в Северном Афганистане, в Северо-Восточной Персии (Северо-Восточном Иране), в Копетдаге образуются складчатые горные хребты, местами поднимающиеся выше снеговой линии. Эти хребты сливались друг с другом и образовывали непрерывный гигантский пояс. Этот пояс оказал большое влияние на олигоценовые морские бассейны. Из области южных дуг море отступило на север. Южные бассейны почти обособились от среднеазиатских, так как сообщение между ними сохранилось только на юго-западе. Среднеазиатские бассейны в сущности образовали один громад-

ный Среднеазиатский залив, тесно связанный с западноевропейскими и южнорусскими морями.

В течение всего олигоцена горообразовательные процессы в южных дугах продолжались с неудержимой силой. Под давлением с юга отдельные массивы палеозойских и докембрийских пород, сближаясь друг с другом, медленно ползли на север. В своем движении они увлекали и сминали мезозойские и палеогеновые отложения, лежавшие на них, между ними и перед ними. В более ослабленной степени, но тем не менее значительно, это движение на север захватывает и центральные дуги. Ферганонарынская, иссык-кульская и кульджинская депрессии сдавливаются, уменьшаются в размерах. Выполняющие их отложения собираются в ряд складок. Горизонтальные передвижения сопровождаются вертикальными. Эти вертикальные передвижения выражаются в поднятии всего пояса центральных дуг — как мелкосопочника, так и депрессий. Ферганский залив поднимается и высыхает. На месте мелкосопочника поднимаются снежные хребты Тянь-Шаня.

На северных дугах горизонтальные движения не отразились, так же как и вертикальные, и к концу палеогена эти дуги имели вид мелкосопочника, аналогично современным Чу-Илийским горам. Исключение составляют Чаткальский и Таласский Алатау, поднявшиеся вместе с центральными дугами.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СРЕДНЕЙ АЗИИ В НЕОГЕНОВУЮ ЭПОХУ

Для неогена наиболее характерным является постепенное и медленное поднятие всей северной части Средней Азии. В результате этого поднятия море постепенно сокращается в своих размерах, отступая на запад и затем разбиваясь на ряд бассейнов.

В истории развития морей неогена можно наметить три эпохи. Первая — это нижний миоцен. В эту эпоху очертания и особенно характер морских бассейнов были весьма близки к олигоценовым. Существовал такой же обширный среднеазиатский залив, также находившийся в непосредственном соединении с южными морями через Западную Персию (Западный Иран) и Армению. Наиболее отличаются его очертания на востоке. Здесь море отсутствует в районе бывших Ферганского залива, Ташкентского залива, Зеравшанского архипелага, Тургайского пролива. Но большая часть Кызылкума, по-видимому, еще была покрыта морем.

Во вторую эпоху, эпоху сарматского моря, складкообразовательные движения в области Тетиса развиваются настолько, что сообщение с южными морями прерывается. Образуется обширное, замкнутое, несколько опресненное море-озеро, носящее название Сарматского. Это море занимало всю северо-западную часть Средней Азии. Возможно, оно широким и длинным Келифским заливом вдавалось между центральными и южными дугами.

Наконец, третья — плиоценовая — эпоха характеризуется тем, что сокращение морских бассейнов развивается еще дальше. Громадное Сарматское море разбивается на ряд бассейнов, один из которых — Арало-Каспийское море — занимает северо-западную часть Средней Азии. Но размеры этого моря несколько меньше соответствующей части Сарматского моря. Келифский залив исчезает.

Характер поверхности континента мало отличается от олигоценового. В южных дугах окончательно намечаются основные орографические элементы и их дальнейшее изменение зависит от консервирующего влияния ледниковых покровов и разрушающего влияния речной эрозии. В центральных дугах слабо проявляются как горизонтальные, так и вертикальные движения. Первые к концу эпохи затухают. По всему поясу центральных дуг развивается оледенение. Конфигурация центральных депрессий к концу эпохи становится тождественной современной. Северные дуги, по-видимому, сохранили прежний вид мелкосопочника.³

В северо-восточной части Средней Азии после отступления палеогеновых и неогеновых морей образуются обширные низменности. Для этих низменностей можно наметить интересное изменение климата. В верхнеолигоценовую эпоху по ним бродили гигантские индрикотерии, передвигались странные халикотерии и бегали разнообразные носороги. В миоцене фауна сохраняет приблизительно тот же характер. Стадами пасутся мастодонты, бегают столь же разнообразные носороги. В плиоцене же фауна резко изменяется и вместо хоботных и носорогов появляется степная фауна, для которой отличительной особенностью являются стада гиппарионов. Соответственно изменялся и климат. В верхнем олигоцене и миоцене он был влажным, теплым, субтропическим, в плиоцене же он становится сухим, более холодным, степным. Вероятно, и в дальнейшем изменение климата шло в этом же направлении, и в четвертичную эпоху степь сменяется еще более сухой и безжизненной полупустыней.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СРЕДНЕЙ АЗИИ В ЧЕТВЕРТИЧНУЮ ЭПОХУ

Изменение морей продолжало развиваться в прежнем направлении, в сторону уменьшения их площади и распада на небольшие бассейны. На месте обширных плиоценовых морей, глубоко заходивших на север, образуются современные Каспийское и Аральское моря, занимающие гораздо меньшую площадь.

³ В целом идеи Д. В. Наливкина об истории развития рельефа Средней Азии в мезозое и кайнозое подтвердились. Спорными остаются предположения об оледенении в неогене, а также о горизонтальных перемещениях массивов палеозойских и докембрийских пород в олигоцене и неогене. Правда, сам Д. В. Наливкин в последующих работах этих вопросов не касался. (Прим. сост.).

На поверхности континента южные и центральные дуги сохраняют тот же характер и изменения в них связаны почти исключительно с деятельностью рек и ледников. Горизонтальные движения отсутствуют, вертикальные — ничтожны и выражаются в мелких перемещениях, сопровождающихся землетрясениями и гигантскими обвалами. Эти обвалы значительно влияют на отдельные участки речной системы, образуя подпруды и озера.

Но, конечно, наиболее поразительным явлением, связанным с четвертичной эпохой, являются вертикальные поднятия в северных дугах. Начало этих поднятий установить трудно. Возможно, оно относится еще к неогену, но, вероятно, наибольшее проявление их относится к четвертичной эпохе. Продолжаются они и в настоящее время, в особенности в средней части северных дуг — Кунгей-Алатау и Заилийском Алатау.

Палеозойские и докембрийские массивы этого района начали сравнительно быстро и плавно подниматься. В своем поднятии они иногда захватывали куски покрова из морских палеогеновых отложений, лежавшего на них. Сейчас мы находим эти куски на высотах до 2000—2500 м, выше основной площади. Интересно, что эти куски мало измяты и изменены, что указывает на то, что поднятия древних массивов носили характер глыбовых поднятий, мало изменявших внутреннее строение и поверхность этих массивов. Размеры поднятий увеличивались от концов пояса северных дуг к его середине. Максимальные поднятия мы наблюдаем в Таласском Алатау, Чаткальском хребте, Александровском (Киргизском) хребте, Заилийском Алатау, Кунгей-Алатау и Джунгарском Алатау. Западная оконечность пояса — Каратау — испытала очень слабое поднятие. Северная часть северных дуг, начиная с Чу-Илийских гор, поднятию не подвергалась, так же как и Киргизская степь (Казахский мелкосопочник).

Эти вертикальные движения вызвали чрезвычайно резкие изменения во всем характере местности. Полупустынный, равнинный, безводный, голый, каменистый, выжженный солнцем мелкосопочник в течение короткого промежутка времени превратился в высокогорную, альпийскую страну, увенчанную вечными снегами, прорезанную многочисленными бурными потоками, покрытую богатой растительностью. Мы видим чрезвычайно эффектный пример омоложения целой области. Старческий, дряхлый, рассыпающийся в песок мелкосопочник превратился в молодую, мощную, скалистую альпийскую страну.

РАЗВИТИЕ РЕЛЬЕФА СРЕДНЕЙ АЗИИ И ЭПОХИ ОЛЕДЕНЕНИЯ

В верхнемеловую и нижнепалеогеновую эпохи денудация палеозойских массивов достигла максимума. Поверхность этих массивов представляла слабо всхолмленную равнину с невысокими, пологими, округленными возвышенностями. При таком рельефе, конечно, не было и следов оледенения. Это представлено на рисунке (разрез I).

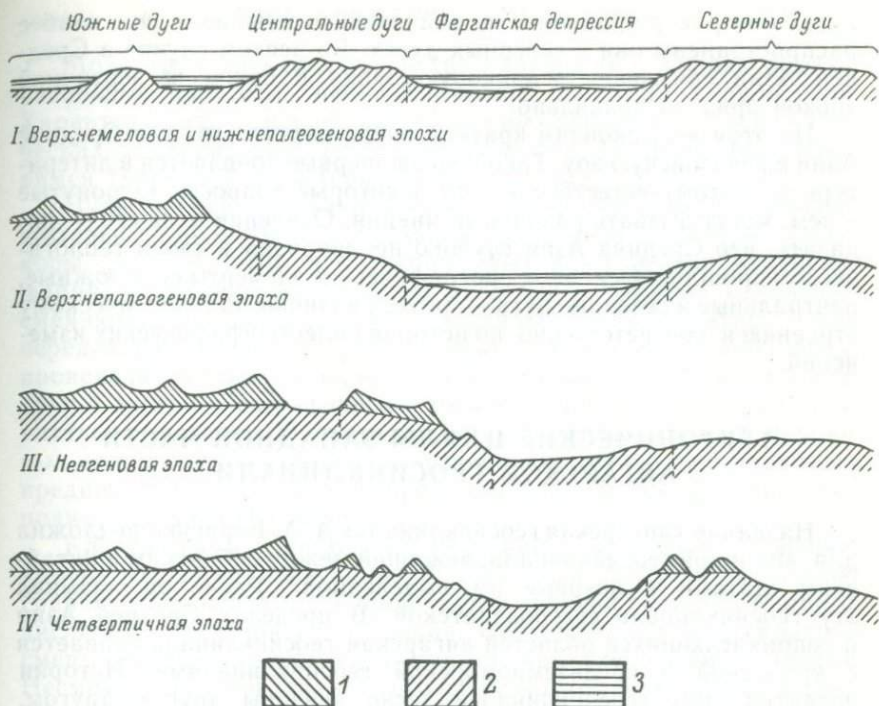


Схема изменения рельефа Средней Азии.

I — предполагаемое оледенение; 2 — континентальные массивы; 3 — морские бассейны.

В конце эоцена и начале олигоцена в южных дугах создаются могучие хребты альпийского типа. Мощные толщи наземных конгломератов и песчано-глинистых отложений, отлагавшиеся у подножия этих хребтов, указывают на развитие на этих хребтах снегового покрова и оледенения. Центральные и северные дуги по-прежнему представляют мелкосопочник (разрез II).

К концу верхнепалеогеновой эпохи поднятия захватывают и центральные дуги. В неогене эти дуги поднимаются выше снеговой линии и подвергаются оледенению. Северные дуги все еще остаются мелкосопочником (разрез III).

Наконец, в четвертичную эпоху поднятия распространяются и на северные дуги. Большая часть их поднимается выше снеговой линии и на них развивается оледенение (разрез IV).

Таким образом, мы видим, что нельзя говорить о какой-то единой одновременной ледниковой эпохе для всей Средней Азии. В южных дугах ледниковая эпоха продолжалась часть верхнего палеогена, неоген и четвертичную эпоху и, наконец, в северных дугах — только четвертичную эпоху. Возможно, с этим связано и то, что в южных дугах следы древнего оледенения развиты весьма широко и достигают громадных размеров; в центральных

дугах они распространены, но значительно меньше, и еще слабее распространены они в северных дугах. Во всяком случае в Средней Азии связывать ледниковую эпоху с одной четвертичной эпохой вряд ли правильно.

На этом мы закончим краткий очерк палеогеографии Средней Азии в кенозойскую эру. Такой очерк впервые появляется в литературе и поэтому естественно, что некоторые вопросы, затронутые в нем, могут вызвать различные мнения. Основная цель его — показать, что Средняя Азия глубоко неоднородна в своем геологическом прошлом. Основные орографические элементы ее — южные, центральные и северные дуги — резко различны по геологическому строению и соответственно по истории палеогеографических изменений.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АНГАРСКОЙ ГЕОСИНКЛИНАЛИ¹

Название «ангарская геосинклиналь» А. А. Борисяк предложил для обширной геосинклинали, лежащей между сибирским и китайским щитами и впервые им выделенной.² Ранее он называл эту геосинклиналь североазиатской. В пределах Средней Азии и соприкасающихся областей ангарская геосинклиналь сливается с уральской и средиземноморской геосинклиналями. Истории развития трех геосинклиналей тесно связаны друг с другом. Поэтому в настоящей работе затронута не только ангарская геосинклиналь, но и прилегающие части уральской и средиземноморской.

К западной части ангарской геосинклинали отнесены Киргизская степь (Казахский мелкосопочник), Тарбагатай и палеозойские цепи Средней Азии. Восточная часть значительно больше по площади и обладает более сложным геологическим строением. История ее разработана А. А. Борисяком, и в его работе мы находим разрешение вопросов, затронутых в настоящей статье.

Изучая историю развития западной части ангарской геосинклинали, мы видим проявление следующих эпох горообразовательных процессов.

I — внутрипротерозойская складчатость; II — протеро-палеозойская складчатость; III — каледонская складчатость; IV — варисцидская складчатость; V — киммерийская складчатость; VI — альпийская складчатость.

¹ В кн.: Труды III Всесоюзного съезда геологов, 20—26 сент. 1928 г. Ташкент, 1930, с. 69—80.

² По современной терминологии — Сибирская и Китайская платформы. Вместо термина «Ангарская геосинклиналь» в настоящее время используются термины «Центрально-Азиатская геосинклиналь» или «Монгольская геосинклиналь». (Прим. сост.).

Можно наметить следующие типы движений — складкообразовательные процессы, эпейрогенические движения и пульсации. Характеристики складкообразовательных процессов и эпейрогенических движений достаточно общеизвестны. Поэтому мы остановимся только на характеристике пульсаций.

Пульсациями называются сравнительно быстрые и непродолжительные поднятия и опускания небольших участков земной коры. Эти поднятия и опускания вызывают резкие изменения фаций, сохраняя их согласное залегание. Морские отложения сменяются лагунными и континентальными и обратно. Такое чередование фаций в сравнительно непродолжительную эпоху происходит неоднократно, но все эти отложения залегают согласно друг с другом. Географическое распространение пульсаций сравнительно невелико. Области пульсаций располагаются в окраинных зонах континентальных массивов. Интересно, что пульсации предшествуют крупным и продолжительным эпейрогеническим поднятиям данной области.

Классическим примером пульсаций являются донецкие каменноугольные пульсации. В Донецком бассейне в течение сравнительно небольшого промежутка времени происходят многочисленные поднятия и опускания. Они вызывают многократную смену морских известняков лагунными угленосными свитами. Несмотря на чередование столь резко отличающихся фаций, все соли залегают согласно. Донецкие пульсации проявляются на сравнительно небольшой площади Донецкого бассейна. Эта площадь располагается в окраинной зоне Русской платформы. За эпохой пульсаций следует медленное поднятие, закончившееся образованием громадного ангарского материка.

Другой пример — это ферганские мел-палеогеновые пульсации. В Ферганской долине в течение сравнительно небольшой эпохи времени происходят многочисленные поднятия и опускания. Они вызывают многократную смену морских известняков и мергелей лагунными гипсоносными и соленосными толщами. Несмотря на чередование столь резко отличающихся фаций, все слои залегают согласно. Ферганские пульсации проявляются на сравнительно небольшой площади Ферганской долины. Эта площадь располагается в окраинной зоне евразийского материка. За эпохой пульсаций следует поднятие, закончившееся образованием громадного евразийского материка.³

Следующий пример — это киргизские (казахстанские) девоно-турнейские пульсации. В Киргизской степи (Казахском мелкосо-

³ Впоследствии было установлено, что мел-палеогеновые пульсации, аналогичные ферганским, проявились на значительных площадях, охватывающих Юго-Западный Таджикистан, Северный Афганистан и Кашгарию и располагающихся действительно в «окраинной зоне евразийского материка», или в южной части эпипалеозойской платформы, по современной терминологии. (*Прим. сост.*).

почнике) в течение сравнительно непродолжительной эпохи происходят многочисленные поднятия и опускания. Они вызывают многократную смену морских известняков лагунными песчано-глинистыми толщами с растительными остатками. Несмотря на чередование столь резко отличающихся фаций, все слои залегают согласно. Киргизские пульсации проявляются на сравнительно небольшой площади Киргизской степи (Казахского мелкосопочника). Эта площадь располагается в окраинной зоне сибирского материка. За эпохой пульсаций следует медленное поднятие, закончившееся образованием громадного ангарского материка.⁴

Эти примеры показывают правильность общей характеристики и в то же время однообразие проявления пульсаций.

ВНУТРИПРОТЕРОЗОЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ

В областях развития протерозойских отложений иногда намечаются две свиты: одна — гнейсово-кристаллически-сланцевая и другая, значительно менее метаморфизированная, — глинисто- и песчанисто-сланцевая. Резкое различие в степени метаморфизации делает вероятным предположение о том, что эти свиты разделены эпохой складчатости. Подобная картина наблюдается, по данным Д. И. Яковлева, в Чу-Илийских горах. Там обе свиты несогласно прикрываются нижним силуром, фаунистически охарактеризованным.

ПРОТЕРО-ПАЛЕОЗОЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ

Протеро-палеозойская складчатость разделяет протерозой и палеозой и выражается в их несогласном залегании. Весьма вероятно проявление протеро-палеозойской складчатости в южных дугах. В них нижний палеозой с нижнесилурийской (ордовикской) фауной и протерозой — сланцево-гнейсовые толщи — резко различаются по степени метаморфизации. Условия залегания неясны, так как все свиты интенсивно и одинаково измяты последующими складчатостями.

В центральных дугах пока еще не найдены области, где бы нижний палеозой (кембрий) и протерозой соприкасались. Поэтому нет возможности говорить и о проявлениях протеропалеозойской складчатости.

Наиболее обширно и ясно проявляется эта складчатость в северных дугах. Здесь каледонская и герцинская складчатости были сравнительно слабы и не замаскированы более древние складчатости. Уже в Каратау и Александровском (Киргизском) хребте существует резкое различие в степени метаморфизации. Нижний

⁴ Суперплатформы Лавразия (Ангарида), по современной терминологии. (Прим. сост.).

палеозой представлен малоизмененными известняками, глинистыми сланцами и песчаниками; в протерозое же развиты кристаллические сланцы, гнейсы и другие сильно измененные породы. Условия залегания неясны.

Наиболее отчетливую картину мы имеем в Чу-Илийских горах, по весьма интересным и важным данным Д. И. Яковлева. Здесь нижний палеозой и протерозой не только представлены различно метаморфизованными толщами, но и разделены ясно выраженным несогласием.

Вероятно проявление протеро-палеозойской складчатости и в Киргизской степи (Казахском мелкосопочнике). Но здесь древние толщи изучены очень мало и соотношения между нижним палеозоем и протерозоем неясны. К протерозою относятся развитые в Кокчетавском районе кристаллические, слюдяные, кварцевые и хлоритовые сланцы. Нижний палеозой представлен кембрием и нижним силуром (ордовиком) и развит в восточной и юго-восточной частях степи.

КАЛЕДОНСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ

В южных дугах нижний и средний палеозой изучены мало. Еще менее известны их взаимоотношения и, следовательно, также мало данных о проявлении каледонской складчатости. Нижний палеозой пока найден только в долине Язгулема; в этом же районе широко развит и средний палеозой — верхний силур (силур) и девон. Но благодаря чрезвычайно интенсивной позднейшей тектонике соотношения их остались невыясненными. Дальше на север, в Дарвазе, широко распространены верхнесилурийские (силурийские) известняки, отдельными массивами лежащие на более древних сланцевых толщах. Но и здесь осталась невыясненной причина такого залегания — позднейшая тектоника или трансгрессия, последовавшая за каледонской складчатостью. Затем еще К. И. Богданович указал несогласное залегание девона на более древних толщах в Восточном Памире. В общем можно сказать, что в южных дугах проявление каледонской складчатости вероятно, но пока несомненных доказательств еще нет.

В центральных дугах каледонская складчатость замаскирована варисцийской. Нижний палеозой наиболее полно развит в двух областях — в центральной части Туркестанского хребта и у подножия Алайского хребта между реками Араван и Исфайрам (Исфара). В обеих областях он представляет особую свиту, но одинаково метаморфизованную с окружающим средним палеозоем. Есть указания на несогласное залегание среднего палеозоя на нижнем, но эти указания пока не подтверждены фаунистическими данными.

Наиболее благоприятное место для изучения древних складчатостей представляют северные дуги. Это объясняется тем, что варисцийская складчатость проявлялась здесь слабо, а альпийская

почти не проявлялась. Другим благоприятным фактором является одинаковое и широкое распространение как среднего, так и нижнего палеозоя. Изучая соотношения среднего и нижнего палеозоя, можно выделить четыре основных типа разрезов, характеризующих эти соотношения.

Во всех разрезах нижний палеозой представлен одинаково: сланцы, песчаники и известняки с нижнесилурийской (ордовикской) фауной. Они сильно дислоцированы и часто стоят почти на голове.

В разрезах первого типа средний палеозой начинается морским верхним силуром (силуром). Благодаря незначительной распространенности этого типа разрезов, соотношения между морскими верхним силуром и нижним силуром⁵ остались невыясненными. В разрезах второго типа нижняя часть среднего палеозоя сложена континентальной красноцветной свитой, соответствующей, вероятно, по возрасту верхнему силуру, нижнему и среднему девону. Эта красноцветная свита несогласно лежит на нижнем палеозое. Красноцветная свита покрывается верхнедевонскими или визейскими известняками. Этот тип пользуется наибольшим распространением. В разрезах третьего типа красноцветная свита отсутствует и на нижнем палеозое несогласно залегают отложения верхнедевонской трансгрессии. Эти отложения представлены мощной толщей темных слоистых известняков. В основании этой толщи иногда развита небольшая свита красноцветных песчаников и конгломератов, иногда же эта свита почти отсутствует. Третий тип также встречается довольно часто. Более редок четвертый тип, характеризующийся непосредственным и несогласным наложением на нижний палеозой отложений визейской трансгрессии. Эта трансгрессия обычно начинается небольшой свитой песчаников и конгломератов. Вверху они переходят в мощную толщу известняков.

Подобные соотношения, по-видимому, наблюдаются и в киргизских степях. К сожалению, здесь соотношения между нижним и средним палеозоем почти не изучены.

Мы видим, что в северных дугах проявления каледонской складчатости ясны и широко распространены. В центральных дугах они менее ясны, менее распространены, но несомненны. Наконец, в южных дугах они вероятны. Что касается фаз каледонской складчатости, то в Средней Азии наблюдается только древняя фаза — таконийская, или древнекаледонская. Эта фаза относится к эпохе между нижним и верхним силуром. Более юные фазы — арденская, происходившая между лудловским и даунтонским ярусами верхнего силура, и эрийская, происходившая между даунтонским ярусом верхнего силура и нижним девоном, — в пределах Средней Азии отчетливо неизвестны. Более того, в централь-

⁵ Как указывалось выше, до начала 60-х годов под нижним силуром понимался ордовик, под верхним — силур: (Прим. сост.).

ных дугах весь верхний силур представляет одну согласную толщу, постепенно переходящую в нижний девон. Здесь юные фазы каледонской складчатости не проявлялись.⁶

ВАРИСЦИЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ

По постановлению III Всесоюзного геологического съезда название «варисцийская» должно заменить более распространенное в русской литературе название «герцинская».

Намечаются две основные фазы варисцийской складчатости, происходившие в западной части ангарской геосинклинали. Древняя фаза относится к концу среднего карбона и вызывает несогласие между верхним и средним палеозоем. Юная фаза обуславливает несогласие между верхним палеозоем и мезозоем. В пределах ангарской геосинклинали юная фаза проявляется между пермью и триасом, но в южных дугах Средней Азии она происходит между нижним и средним триасом.

В южных дугах варисцийская складчатость в значительной степени замаскирована альпийской. В особенности это сказывается во взаимоотношениях между верхним палеозоем и мезозоем. Столь ясная картина в центральных дугах здесь затушевывается благодаря интенсивной дислоцированности как и верхнего палеозоя, так и мезозоя.

В Южном Памире пока еще недостаточно данных для изучения древней фазы. Только в долине Карасу, между мазаром Тахта-булак и оврагом Куталь намечается значительное различие в условиях залегания и в степени метаморфизации между фузулиновой свитой и более древними палеозойскими породами.

Также неясна и юная фаза. В тех районах, где мезозой соприкасается с верхним палеозоем, условия залегания и степень метаморфизации у них одинаковы. Получается представление об отсутствии или слабом развитии этой фазы. Этому несколько противоречат конгломераты, найденные Гайдном в долине Горумды между верхнепалеозойскими ваханскими сланцами и массивными «памирскими» известняками мезозоя. Но в другом месте Гайдн указывает на согласное залегание сарыкольских верхнепалеозойских сланцев и тех же памирских известняков.

Немного больше данных дает Северный Памир. Отчетливо намечается начало варисцийской складчатости между средним и верхним палеозоем. На это указывают конгломераты в основании верхнего палеозоя, обнаруженные в долине Акбайтала. Но самое важное — это резкое изменение литологического состава. Средний

⁶ По современным данным, северная часть северных дуг (Северный Тянь-Шань) является каледонской геосинклинальной системой, развивавшейся в кембрии и ордовике. Каледонское складкообразование было здесь основным. В центральных дугах оно установлено в западной их части, в Кызылкумских возвышенностях и хр. Нуратау. В южных дугах каледонская складчатость не проявлялась. (Прим. сост.).

палеозой представлен сильно измятыми нормальными морскими отложениями — глинистыми сланцами и известняками. Верхний же палеозой — это мощная толща менее измененных, преимущественно грубообломочных отложений. Весьма характерно значительное развитие яркоокрашенных пестроцветных песчаников, сланцев и конгломератов. Интересно также значительное развитие вулканической деятельности, дающее громадные массы туфового материала. Важно и чередование морских и лагунно-континентальных фаций.

Подтверждением варисцийской складчатости является резко несогласное налегание меловой свиты на палеозой. Меловая свита в основании сложена конгломератами с палеозойской галькой. Конгломераты переходят в мощные красноцветные немые песчаники предположительно нижнемелового возраста. Красноцветная свита прикрывается мергелями и мергелистыми известняками с верхнемеловой фауной. Меловая свита прослежена от Зорташкола до Музкола и дальше на восток она найдена Гайдном у перевала Кызыл-джик. Везде она несогласно налегает на палеозой неизвестного возраста.

Широко развиты верхнепалеозойские отложения в Дарвазе. И здесь не вызывает сомнения проявление древней фазы — начало варисцийской складчатости на границе между средним и верхним палеозоем. Верхний палеозой представлен такой же пестрой и разнообразной толщей, резко отличающейся от подстилающих ее среднего и нижнего палеозоя, как и в Северном Памире верхний палеозой постепенно переходит в согласно залегающую красноцветную толщу, заключающую в себе нижнетриасовую фауну, которая и заканчивает разрез. Таким образом, здесь конец варисцийской складчатости намечается между нижним и средним триасом.

В Дарвазе, Каратегине и дальше на запад, во всем Таджикистане вплоть до Бухарского оазиса, — везде мезозой резко несогласно налегает на палеозой. Древнейшим горизонтом мезозоя является верхний триас. Следовательно, и здесь варисцийская складчатость закончилась до эпохи верхнего триаса; вероятно, так же как и в Дарвазе, между нижним и средним триасом.

Наиболее полно, широко и ясно развиты проявления варисцийской складчатости в центральных дугах. Основные особенности строения центральных дуг созданы варисцийской складчатостью. Отчетливо намечаются и обе фазы. Древняя выражается в несогласном залегании верхнего палеозоя на среднем и в резком различии в составе и характере фаций. Юная фаза вызывает несогласие между палеозоем и мезозоем.

Древняя фаза варисцийской складчатости связана обычно с верхнепалеозойской трансгрессией на дислоцированные средний и нижний палеозой. Такая трансгрессия указана В. А. Николаевым для Нуратау и С. Ф. Машковцевым для Карамазарских гор (долина р. Ангрэн). Но особенно полно развита она в Ферганской долине как на северном, так главным образом и на южном

склоне, в Алайском хребте. Верхний палеозой представляет мощную толщу конгломератов и песчаников с подчиненными прослоями известняков и глинистых сланцев. В известняках найдена фауна верхов среднего и верхнего карбона. Верхний палеозой значительно слабее дислоцирован и менее изменен, чем средний палеозой; а лежит на нем несогласно.

Подобная же картина наблюдается в центральных дугах и дальше на восток. В нарынских хребтах, по данным В. Г. Мухина, верхний палеозой согласно покрывается и связан с нижним триасом, но это требует дальнейшего палеонтологического подтверждения.

Еще более распространены перерыв и несогласие между палеозоем и мезозоем. Мезозой несогласно налегает на различные горизонты палеозоя, включая в их число и верхний палеозой. Наиболее древним горизонтом мезозоя является континентальный верхний триас, наиболее молодым верхнего палеозоя — морской верхний карбон. Поэтому конец варисцийской складчатости — юную фазу — условно относят к эпохе между пермью и триасом. Несколько противоречат этому только данные для Нарынского края, указывающие на возможное окончание варисцийской складчатости между нижним и средним триасом, так же как и в Дарвазе.

Северные дуги в своих основных чертах были созданы каледонской и более древними складчатостями. К началу варисцийской складчатости они представляли собой мощные слитные массивы, плохо поддававшиеся дальнейшим складкообразовательным процессам. Поэтому варисцийская складчатость проявилась в северных дугах сравнительно слабо.

В северных дугах верхний палеозой представлен мощной толщей грубообломочных континентально-лагунных отложений. Характерно также очень большое количество продуктов вулканической деятельности, особенно туфов. Чаще всего эта толща налегает на нижний карбон — визейский ярус, в котором преобладают морские осадки.

Соотношения между средним и верхним палеозоем не совсем ясны. Во всяком случае такого резкого несогласия, которое наблюдается в центральных дугах, здесь нет. Чаще верхний и средний палеозой залегают согласно, но местами развиты и несогласия. Это указывает на то, что древняя фаза проявлялась очень слабо. Да и вообще вся варисцийская складчатость была здесь незначительной. Верхний и средний палеозой обычно дислоцированы сравнительно слабо. Складки простые, ясные; метаморфизованность пород невелика. Только в редких случаях наблюдаются более сложные формы складчатости, главным образом в районах, близких к центральным дугам.

Положение конечной, юной фазы варисцийской складчатости также неопределенно, как и в центральных дугах. И здесь условно ее относят к эпохе между пермью и триасом. Проявления конечной фазы варисцийской складчатости не достигали больших размеров,

как это было сказано выше, но были достаточны для образования ясного несогласия между верхним палеозоем и мезозоем.

Верхний палеозой северных дуг делится на несколько свит, но эти свиты обычно залегают согласно. Только местами есть указания на небольшие несогласия внутри верхнего палеозоя, но они требуют дальнейшего изучения.

В Киргизской степи и Тарбагатае картина проявления варисцидской складчатости такая же, как и в северных дугах. Верхний палеозой также представлен континентально-лагунной толщей — угленосной свитой, также то согласно, то несогласно залегающей на среднем палеозое. Невелика также и интенсивность дислоцированности. Интересной особенностью является колоссальное развитие магматической деятельности, образовавшей гигантские интрузии и эффузии.

Суммируя данные о варисцидской складчатости, мы видим, что она в западной части ангарской геосинклинали играет исключительно важную роль. Варисцидская складчатость заполняет ангарскую геосинклинали, прекращает ее существование. На месте архипелага островов создается громадный континент. По берегам этого континента, на месте современных центральных дуг, создаются высочайшие альпийские цепи, и только к югу от них все еще плещется темно-синее южное море.⁷

КИММЕРИЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ

Штилле относит киммерийскую складчатость к выделенной им альпийской складчатости, считая ее только начальными фазами последней. В Средней Азии и соприкасающихся областях киммерийская складчатость по области своего развития, по времени проявления и по формам тектоники ясно обособляется от других фаз. Поэтому мы и обособляем ее, выделяя киммерийскую складчатость и альпийскую складчатость.

Киммерийская складчатость — это внутримезозойская складчатость, вызывающая несогласия между горизонтами древнее нижнего мела. Эти несогласия нередко носят местный характер, и складкообразовательные движения этой эпохи сравнительно невелики.

В Средней Азии и соприкасающихся областях киммерийская складчатость проявляется только вне центральных дуг. Ясные проявления ее пока установлены только в южных дугах Средней Азии и в Мангышлаке.

На Северном Памире, в долине Маркансу нижнемеловые известняки несогласно налегают на темные сланцы предположи-

⁷ Представления Д. В. Наливкина о закономерностях проявления в Средней Азии герцинского (варисцидского) складкообразования, в том числе о его решающей роли для Южного Тянь-Шаня и Северного Памира и слабом проявлении в Северном Тянь-Шане и Южном Памире, впоследствии полностью подтвердились. (Прим. сост.).

тельно нижнеюрского возраста. В Таджикистане в ряде районов намечается несогласие — перерыв между известняками верхней юры и красноцветными песчаниками нижнего мела. В Мангышлаке М. В. Баярунас установил несогласие между верхним триасом и средней юрой.

Большинство из этих фактов носит отрывочный характер и не вполне изучены. Пока можно сказать, что киммерийская складчатость только намечается. Но один факт ее возможности представляет большой интерес.⁸

АЛЬПИЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ

Наибольшей интенсивности альпийская складчатость достигает в южных дугах, вне пределов ангарской геосинклинали. Гигантские складкообразовательные процессы этой области дают слабые отголоски в центральных дугах и почти замирают в северных. В северных дугах складкообразовательные процессы проявляются только в их южной части, в области, соприкасающейся с центральными дугами, да и то в слабой степени. В северной же части они почти отсутствуют и если проявляются, то на незначительных площадях.

На громадном пространстве Кызылкума, в бассейне Арала, в Тургайском проливе, вокруг Киргизской степи (Казахского мелкосопочника), в депрессии нижнего течения Чу, вокруг всего Каратау, в Чу-Илийских горах, в степях и пустынях к северу от Александровского (Киргизского) хребта и Заилийского Алатау верхний мел и кенозой не дислоцированы.

Наиболее интересные формы складкообразования в этом районе представляют смятия по краям поднимающихся палеозойских массивов. Эти поднятия происходили в неогене и в четвертичную эпоху и захватили область современных высоких хребтов: Александровский (Киргизский) хребет, Таласский Алатау, Угамский хребет и т. п. По окраинам этих массивов меловые и палеогеновые породы обнаруживают резкие нарушения в виде складок, нередко крутых, изоклинальных, иногда опрокинутых. Но на расстоянии нескольких километров от палеозоя эти складки замирают, становятся более пологими и наконец исчезают.

В ряде случаев наряду с поднятиями палеозойских массивов происходили и их горизонтальные передвижения, правда, сравнительно незначительные. Благодаря таким передвижениям была смята угленосная юра, лежащая в середине Каратау между двумя палеозойскими грядами. Горизонтальные или, вернее, наклонные передвижения палеозойских массивов вызывают и наблюдающиеся иногда небольшие надвиги палеозоя на мезозой и даже кайнозой.

⁸ Самостоятельное киммерийское складкообразование, включающее ряд фаз, имевших место в триасе—раннем меле, считается ныне основным для Южного Памира, Центрального Афганистана и Каракурума. (Прим. сост.).

Таким образом, в северных дугах горообразовательные движения, соответствующие альпийской складчатости, выражаются в поднятиях, сдвигениях и надвигах палеозойских массивов. Эти движения вызывают смятие небольших полос и площадей мезозойских и кайнозойских отложений.

Значительно более развито складкообразование в центральных дугах, но и здесь оно невелико. Его размеры и интенсивность такие же, каких оно достигло в северных дугах в эпоху варисцийской складчатости. Варисцийская складчатость в северных дугах тождественна альпийской в центральных дугах. Мезозой и третичная система дислоцированы уже не отдельными полосами и участками, а на всей площади своего развития. Но и здесь степень смятия невелика. Складки сравнительно простые, с более или менее пологими крыльями. Изоклинальные, опрокинутые складки почти отсутствуют. Отсутствуют и более сложные формы тектонических движений. Подобного типа складчатость развита на всем протяжении центральных дуг. Мы встречаем ее в бассейне Зеравшана, в Ферганской долине, в Нарынском крае, в бассейне Иссык-Куля и в восточном Тянь-Шане.

Наряду со складкообразовательными процессами широко развиты небольшие глыбовые передвижения палеозойских массивов. Это те же поднятия, сдвигения и надвиги, которые мы видели в северных дугах. Только здесь они несколько больших размеров. С ними также связаны более сложные окраинные формы смятия мезозоя и надвиги палеозоя на мезозой и палеоген.

В центральных дугах весь мезозой и палеоген залегают согласно. Первая фаза складчатости происходила в конце олигоцена и начале миоцена и вызвала несогласие между палеогеном и неогеном. Вторая фаза была между неогеном и четвертичными отложениями и выразилась в их несогласии. Четвертичные отложения почти всегда лежат горизонтально.

Но наиболее интенсивной альпийская складчатость была вне пределов ангарской геосинклинали, в южных дугах Средней Азии и в Копетдаге. В южных дугах альпийская складчатость достигает необыкновенной силы и размеров. Мезозой и кайнозой не только смяты на всем протяжении, но в складках участвует и палеозой. Эти громадные толщи измяты, перекручены, разорваны и отдельные части надвинуты друг на друга. Только в южных дугах встречаются шарьяжи, захватывающие палеозой и мезозой одновременно. Наибольшего развития и сложности складкообразовательные процессы достигают на Памире. Здесь же альпийская складчатость сопровождается многочисленными молодыми излияниями и интрузиями. По мере движения на северо-запад вдоль центральных дуг интенсивность складчатости постепенно ослабевает. В Байсунтау мезозой собран в сравнительно простые и пологие складки.

В южных дугах проявление первой фазы альпийской складчатости намечается между нижним и верхним мелом, между сеноманом и альбом. Эта фаза слаба и проявляется не везде. Макси-

мальных размеров достигает вторая фаза, происходящая между палеогеном и неогеном и начинающаяся в олигоцене. В эту фазу создаются горные цепи южных дуг. Намечается и третья фаза — между неогеном и четвертичной системой, сравнительно слабая. Местами, по-видимому, дислоцированы и четвертичные отложения.

Многочисленны фазы альпийской складчатости в Копетдаге.⁹ По данным Никшича и Нацкого, намечаются следующие: I — возможная между аптом и нижним мелом; II — ясная между сеноманом и альбом; III — возможная между туроном и сеноманом; IV — ясная между средним миоценом и палеогеном; V — ясная между акчагылом и сарматом; VI — ясная между четвертичной системой и плиоценом.

ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВЕРНЫХ, ЮЖНЫХ И ЦЕНТРАЛЬНЫХ ДУГ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Изучая геологическую историю отдельных областей Средней Азии, в ее ходе там легко усмотреть резкие различия. Обладая значительно отличающимися циклами, эти области тяготеют к трем наиболее крупным: северным, центральным и южным дугам.

Северные дуги

Южная граница северных дуг проходит вдоль подножия Нуратау до Ходжента; затем идет вдоль северного склона Ферганской долины, в долину Нарына, на Сонг-Кель, в среднее течение Малого Нарына, на Хан-Тенгри, в долину Текеса и дальше вдоль северного склона Тянь-Шаня.

Особенности геологического строения северных дуг: большое распространение нижнепалеозойских и протерозойских свит. Значительное развитие и интенсивность каледонской складчатости. В среднем палеозое характерно широкое распространение континентально-лагунных фаций; две ясные трансгрессии — верхнедевонская и визейская. Верхний палеозой почти повсеместно, за исключением Джунгарского залива, представлен континентально-лагунными толщами. Варисийская складчатость ясная, но слабая. Почти не заметна древняя фаза. Для мезозоя и кайнозоя характерно почти исключительное развитие континентальных отложений. Только верхнемеловое—палеогеновое море омывало южные склоны западной части северных дуг, не переходя их

⁹ Представления Д. В. Наливкина о закономерностях проявления альпийской складчатости в Средней Азии в целом подтвердились. Установлено, что эта складчатость была наиболее интенсивной в области, разделяющей Тянь-Шань и Памир (Юго-Западный Таджикистан, или Таджикская депрессия, хребты Петра Первого и Заалайский), и Копетдаге. На Северном Памире альпийская складчатость не фиксируется; в Южном Памире она проявилась интенсивно лишь в узких зонах. (Прим. сост.).

водораздела. Киммерийская складчатость отсутствует. Альпийская складчатость намечается на границе палеогена и неогена и проявляется почти исключительно глыбовыми передвижениями палеозойских массивов. Эти массивы поднимаются, сдвигаются и надвигаются, сменяя окружающий и покрывающий их верхний мел, палеоген, а иногда и неоген.

Центральные дуги

Протерозой с достоверностью неизвестен. Нижний палеозой распространен значительно меньше, чем в северных дугах. Каледонская складчатость развита мало. Средний палеозой чрезвычайно распространен и представлен почти исключительно морскими фациями. Заметна только визейская трансгрессия. В своей главной массе центральные дуги сложены средним палеозоем. Для верхнего палеозоя также характерно значительное развитие морских фаций, нередко преобладающих над континентально-лагунными. Варисцийская складчатость достигает чрезвычайной силы, интенсивности и распространения. В своих главных чертах центральные дуги образованы варисцийской складчатостью, отчетливо проявляются две ее фазы: древняя — между средним и верхним палеозоем — между нижним и средним карбоном; юная — между верхним палеозоем и мезозоем, но, возможно, между нижним и средним триасом.

В мезозое и кайнозое проявляются две трансгрессии — средневерхнеюрская и верхнемелово-палеогеновая. Первая омывает южный склон западной части центральных дуг, не переходя их водораздел. Вторая достигает громадного распространения, затопляя всю западную часть центральных дуг. Только отдельные массивы возвышались над уровнем моря. К началу неогена море отступает в область южных дуг, сохраняясь только в Аральской депрессии в виде небольшого залива.

Киммерийская складчатость неясна. Альпийская складчатость широко распространена, но сравнительно слаба. В Ферганской долине ей предшествуют ферганские пульсации. Первая, наиболее значительная фаза складчатости проявилась между палеогеном и неогеном. Вторая более слабая фаза — между неогеном и четвертичной системой. Значительно развиты и молодые глыбовые движения палеозойских массивов.

Южные дуги

Северная граница южных дуг проходит от Бухары на Китаб, через Султан-хазрет в Гиссарский хребет, по южному склону Каратегинского хребта в Алайскую долину до Иркештама, через Улугчат загибает на юго-восток к Кашгару. Южные дуги выпуклой частью обращены на север, а северные и центральные — на юго-запад.

Протерозой и нижний палеозой местами широко распростра-

нены, но древние складчатости, включая и каледонскую, замаскированы более юными. Средний палеозой встречен в ряде областей, но в общем распространен мало. Пока известны только морские фации. Верхний палеозой занимает несколько большую площадь. Характерно преобладание морских фаций. На верхнем палеозое местами согласно залегает нижний триас.

Варисцидская складчатость значительно замаскирована альпийской. Намечаются те же две фазы, что и в центральных дугах. Интересны указания, правда еще разрозненные, на проявление киммерийской складчатости.

Наиболее важными особенностями южных дуг являются две: первая — громадное распространение мезозойских и кайнозойских морей; вторая — колоссальные интенсивность и размеры альпийской складчатости. Для мезозоя и палеогена характерно резкое преобладание морских отложений. Лагунно-континентальные отложения играют подчиненную роль. Хорошо намечается среднеюрская трансгрессия. Верхнемеловая выражается широким распространением морского верхнего мела. Характерен морской верхний триас, неизвестный в центральных и северных дугах. Только в южных дугах встречаются мезозойские мощные массивные известняки. Неоген дает пеструю картину, будучи представлен то морскими, то континентальными фациями. Но и для него характерно большое развитие морских бассейнов, особенно в Арало-Каспийской депрессии.

Схема геологической истории южных, центральных и северных дуг Средней Азии и Кыргызской степи
(Казахского мелкосопочника)

Эпохи	Южные дуги	Центральные дуги	Северные дуги	Кыргызская степь (Казахский мелкосопочник)
Протерозой	Местами распространен Вероятна	Неизвестен	Распространен	Распространен
Протеро-палеозойская складчатость		Неизвестна	Ясна	Вероятна
Нижний палеозой	Мало известен	Умеренно распространен	Широко распространен	Распространен
Каледонская складчатость	Неизвестна	Вероятна	Ясна	Ясна
Средний палеозой	Распространен, морской	Широко распространен, морской	Распространен, морской и континентальный	Распространен, морской и континентальный
Древняя фаза варисцидской складчатости	Намечается	Ясна	Почти отсутствует	Отсутствует
Верхний палеозой	Распространен, морской	Распространен, морской и континентальный	Умеренно распространен, континентальный	Мало распространен, континентальный

Эпохи	Южные дуги	Центральные дуги	Северные дуги	Киргизская степь (Казахский мелкосопочник)
Мезозой и палеоген	Триас — море, юрская и верхнемеловая трансгрессия	Триас и юра — суша, верхнемеловая трансгрессия	Триас и юра — суша. Местами верхнемеловая — палеогеновая трансгрессия	Мезозой — суша. По окраинам местами палеогеновая трансгрессия
Киммерийская складчатость	Местами ясная	Неизвестна	Отсутствует	Отсутствует
Начальные и основные фазы альпийской складчатости	Ясная фаза между сеноманом и альбом. Основная фаза между неогеном и палеогеном. Широко распространены и интенсивны	Основная фаза между палеогеном и неогеном. Распространена; слабая	Местами слабые	Отсутствуют
Неоген	Морской и континентальный	Континентальный	Континентальный	Континентальный
Конечные фазы альпийской складчатости	Распространены, умеренные	Распространены, слабые	Местами слабые	Отсутствуют

Альпийская складчатость достигает необыкновенной силы, интенсивности, распространения и длительности. Она дает грандиозные и сложные тектонические движения и формы, отсутствующие в центральных дугах. Намечается значительное число фаз складчатости. Наиболее значительная из них — это фаза между палеогеном и неогеном.

Сравнения дуг Средней Азии и Киргизской степи (Казахского мелкосопочника) суммированы в особой схеме.¹⁰

¹⁰ Выводы Д. В. Наливкина о наличии в Средней Азии крупных самостоятельно развивавшихся геологических структур, названных им «дугами», как и методика их выделения, базирующаяся, по современной терминологии, на определении времени геосинклинального развития и складкообразования, лежат в основе всех тектонических схем Средней Азии. Граница южных и центральных дуг принимается многими исследователями в качестве границы Средиземноморского и Урало-Монгольского складчатых поясов. Центральные дуги соответствуют в общем Южотяньшаньской геосинклинальной системе, северные — Северотяньшаньской. Между этими системами последующие исследователи выделяют еще Средний Тянь-Шань как жесткую структуру типа срединного или межгеосинклинального массива. Западнее Ферганской долины к Среднему Тянь-Шаню относится южная часть северных дуг Д. В. Наливкина, а восточнее нее — северная часть южных дуг. (Прим. Н. Г. Власова).

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ¹

Предстоящая автору задача — дать сводку стратиграфического материала — значительно облегчается тем, что он мог воспользоваться томами «Геологии СССР», посвященными Средней Азии, издаваемыми Главным геологическим управлением.

Наличие этих томов позволяет автору возможно сократить детали и остановиться главным образом на общих вопросах.

ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ СРЕДНЕЙ АЗИИ

В 1926 г. автор предложил подразделение Средней Азии на три геологические области: северные дуги, центральные дуги и южные дуги. Слово «дуги» было предложено для того, чтобы подчеркнуть дугообразную, закономерную изогнутость основных морфологических и тектонических элементов и в первую очередь — горных хребтов.

Работы последующих лет вполне подтвердили существование этих трех областей. Остановимся кратко на их основных отличиях.

Северные дуги обладают следующими особенностями тектоники и вулканизма: 1) сильное проявление каледонской складчатости и значительное развитие каледонских гранитов; 2) сильное проявление варисцийской складчатости и варисцийского вулканического цикла; 3) слабое развитие киммерийской и альпийской складчатостей и вулканических циклов; на севере альпийские складкообразовательные движения отсутствуют; вулканические циклы в северных дугах представлены малоразвитыми эффузивами; мезозойские и кенозойские интрузии неизвестны. С проявлениями тектоники связано и распространение морей и суши.

В северных дугах широко развит нижний палеозой, особенно ордовик. Морской силур мало развит. Морские нижний девон и низы среднего девона отсутствуют. Верхний палеозой на севере — континентальный, за исключением Джунгарии.

Центральные дуги. Докембрийские и каледонские складчатости неизвестны. Основная, наиболее сильная складчатость — варисцийская. Киммерийская и альпийская складчатости ясные, но сравнительно слабые. Соответственно докембрийские и каледонские интрузии неизвестны. Все интрузии являются варисцийскими. По сравнению с северными дугами площадь интрузий значительно меньше. Мезозойский и кайнозойский циклы представлены только очень редкими и небольшими юрскими, меловыми и третичными эффузивами.

Весь палеозой представлен морскими осадками. Неизвестна только морская пермь. Морские триас, юра и нижний мел отсутствуют.

¹ В кн.: Научные итоги работ Таджикско-Памирской экспедиции. М.; Л., 1936, с. 35—86.

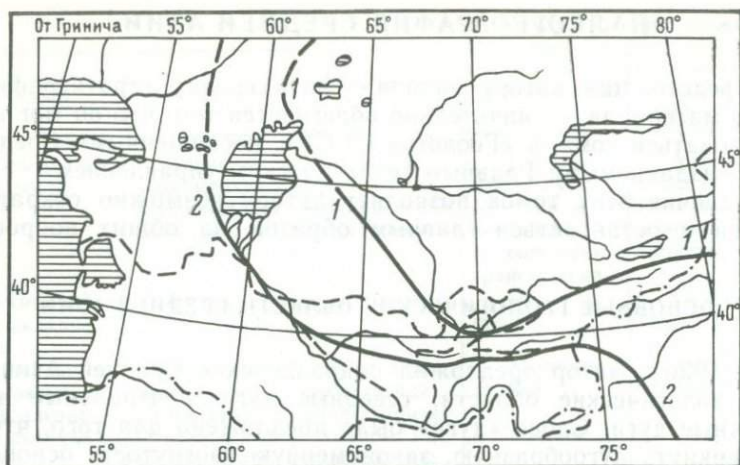


Рис. 1. Дуги Средней Азии.

1 — граница между северными и центральными дугами; 2 — граница между центральными и южными дугами.

Южные дуги. Основными складчатостями являются альпийская и киммерийская. Ясно, но сравнительно слабо проявляется варисцидская складчатость. Более древние складчатости замаскированы. Наиболее характерной особенностью является значительное развитие киммерийских интрузий наряду с менее развитыми варисцидскими интрузиями. На Памире встречены и альпийские интрузии.

Широко распространен морской мезозой — нижний и верхний триас, нижняя, средняя и верхняя юра, мел. Палеоген на севере морской, на юге отсутствует. Неоген везде континентальный, кроме района, примыкающего к Каспийскому морю.

Резкие границы между северными, центральными и южными дугами отсутствуют и они постепенно переходят друг в друга.

Границу между северными и центральными дугами можно провести по долине Сырдарьи и Нарына (рис. 1). Граница между центральными и южными дугами на севере проходит по нижнему течению Амударьи, затем по р. Зеравшану до его верховья. Дальше на восток границу условно можно провести по Алайской долине к Кашгару и по окраине Таримской депрессии. Исследования последних лет показали, что Заалайский хребет занимает промежуточное положение, обладая рядом особенностей центральных дуг.

ДОКЕМБРИЙ

Памир и Дарваз. Наибольшее внимание в настоящее время привлекают к себе древние метаморфические и кристаллические толщи Дарваза и Памира. Существуют две точки зрения

сомнительна. С другой стороны, поражает глубокая региональная и однообразная метаморфизация, нередко дающая полную перекристаллизацию пород. Несмотря на большую площадь распространения метаморфических свит, они везде одинаково и сильно изменены. Участки с более слабой метаморфизацией, где сохранились бы слабо измененные породы типа глинистых сланцев, песчаников, известняков, нормальных эффузивов, туфов, отсутствуют.

В этом отношении южная метаморфическая зона резко отличается от области распространения метаморфических пород в Гиссарском хребте, которая на геологической карте Туркестана, изданной Геологическим комитетом в 1925 г., отнесена к докембрию. Исследования А. П. Марковского показали, что в Гиссарском хребте метаморфизация связана с интрузиями варисцийских гранитов и что по простиранию гнейсы и кристаллические сланцы довольно быстро переходят в нормальные девонские и нижнекаменноугольные сланцы, песчаники и известняки с фауной. Ничего подобного на Южном Памире не наблюдается.

В северной метаморфической зоне Памира метаморфические породы также достигают значительного распространения. По степени метаморфизации и литологическому составу они значительно отличаются от аналогичных толщ Южного Памира. Степень метаморфизации более слабая, мощные мраморы Южного Памира отсутствуют, и их заменяют не менее мощные толщи кварцитов.

Другой особенностью является тесная связь с палеонтологически охарактеризованным нижним палеозоем. В долине Танымас В. И. Поповым в известняках среди метаморфической толщи найдены образования, по мнению А. Г. Вологодина, близкие к археоциатам. К ордовику относятся кремнистые сланцы с *Basilicus*, развитые у устья р. Язгулем, и известняки с трилобитами, найденные у перевала Акбайтал. В непосредственной близости к метаморфическим толщам в Дарвазе и на Северном Памире широко распространены мощные силурийские отложения, представленные граптолитовыми сланцами, песчаниками и известняками с *Haly-sites*.

К сожалению, и здесь благодаря интенсивной тектонике точные взаимоотношения между палеозоем и метаморфическими толщами не удалось установить. Можно отметить только, что переходы по простиранию палеозоя в метаморфические толщи не наблюдались. Имеется ряд указаний на то, что нижний палеозой, и в частности силур и ордовик лежат на метаморфических толщах и, возможно, книзу постепенно переходят в них.

Намечается предположение, что верхние горизонты метаморфических толщ соответствуют кембрию, а нижние — уже протерозою. При этом кембрий постепенно переходит в протерозой и перерыв и несогласия между ними отсутствуют.

Различие в степени метаморфизации и составе между метаморфическими толщами Северного и Южного Памира,

возможно, объясняется тем, что первые относятся к протерозою, а вторые — к археозою.²

Центральные дуги Средней Азии. На громадном протяжении от хребта Нуратау на западе через Туркестанский, Гиссарский, Алайский хребты и хребет Кокшаалтау до массива Хан-Тенгри на востоке докембрийские отложения неизвестны. Однако нахождение в Алайском и в Туркестанском хребтах в ряде пунктов кембрийских отложений, в том числе и относящихся к нижнему отделу, делает весьма вероятным нахождение и протерозоя. В случае отсутствия гуронской складчатости протерозой и нижний кембрий должны залегать согласно и сравнительно мало отличаться по степени метаморфизации.

Северные дуги Средней Азии. В Каратау, Чаткальском хребте, Таласском Алатау, Киргизском хребте, Сусамыртау, Заилийском, Кунгей- и Терской Алатау широко распространены ордовикские отложения, палеонтологически охарактеризованные. Под ними иногда несогласно, иногда без видимого несогласия залегают чрезвычайно мощные метаморфизованные толщи, достигающие мощностей во много тысяч метров. Верхние свиты менее метаморфизованы и сложены филлитами, филлитовидными сланцами, кварцитами, метаморфизованными известняками. В нижних свитах развиты слюдяные сланцы, гнейсы, кварциты, слюдяные мраморы, амфиболиты.

В 1926 г. мною все эти толщи были отнесены к докембрию; позднее высказывалось мнение, что они относятся к нижнему палеозою, и в частности к кембрию. В настоящее время наиболее вероятно принадлежность верхних свит к кембрию и протерозою, залегающим согласно, а нижних свит — к археозою.³

Наиболее ясны взаимоотношения в Чу-Илийских горах, расположенных на юго-запад от оз. Балхаш. По данным Д. И. Яковлева, древнейшей является свита гнейсов и кристаллических сланцев. Она сложена разнообразными гнейсами, гранатовыми породами, габбро, амфиболитами, слюдяными сланцами и светлыми мраморами. Вся свита интенсивно дислоцирована и простирается на северо-запад. На ней залегают свита зеленых метаморфических пород, состоящая из глинисто-филлитовых, хлорито-серицитовых, серицитовых и тальковых сланцев, красных и зеленых кремнистых сланцев, туфогенных, слюдяных и хлорито-серицитовых песчаников и мраморовидных известняков. Выше несогласно лежит палеонтологически охарактеризованный ордо-

² Сейчас кристаллические толщи Южного и Северного Памира, метаморфизованные в амфиболитовой и гранулитовой фациях, относят к архею и нижнему протерозою, а менее метаморфизованные толщи Северного Памира, тесно связанные с палеозоем, — к венду—ордовику. (Прим. сост.).

³ В настоящее время здесь выделяются образования архея, нижнего протерозоя, рифея, венда и нижнего палеозоя (кембрия и ордовика), разделенные поверхностями несогласий. По степени регионального метаморфизма рифей, венд и нижний палеозой близки друг к другу и резко отличны от архея и нижнего протерозоя. (Прим. сост.).

вик. В его базальном конгломерате найдены гальки обеих метаморфических свит.

По аналогии с более южными районами для зеленой метаморфической свиты намечается кембрийский и протерозойский возраст, а для свиты гнейсов и кристаллических сланцев — археозойский.

НИЖНИЙ ПАЛЕОЗОИ

Салаирская складчатость. В отношении нижнего палеозоя — кембрия и ордовика — наибольший интерес вызывает вопрос о салаирской складчатости.

Изучение разрезов нижнего палеозоя обнаружило очень важный факт. Оказалось, что в Средней Азии в ряде районов, как в северных, так и в центральных и в южных дугах, встречены среднекембрийские и ордовикские отложения. Гораздо реже встречается нижний кембрий; верхний же кембрий совершенно отсутствует.

В северных дугах выпадение из разреза верхнего кембрия сопровождается угловыми несогласиями и следами размывания между средним кембрием и ордовиком. Особенно ясно это выражено в северной части Каратау, где зеленоватые ордовикские песчаники несогласно залегают на массивных известняках среднего кембрия, отделяясь от них базальным конгломератом с гальками среднекембрийских известняков.⁴

Выпадение верхнего кембрия, следы размыва и угловые несогласия между средним кембрием и ордовиком объясняют проявлением особой фазы складчатости — салаирской. Салаирская складчатость впервые была установлена в Салаирском крае в 1928 г. А. М. Кузьминым.

К е м б р и й. Нижний кембрий найден только А. П. Марковским в Туркестанском хребте. Он представлен темными сланцами с археоциатами, среди которых встречен род *Coscinoptycha* Taylor, до тех пор встреченный только в нижнем кембрии Австралии.

Средний кембрий — светлые и розоватые известняки с археоциатами и темные битуминозные известняки с брахиоподами и трилобитами — довольно широко распространен в центральных дугах. В северных дугах, в Каратау, встречены массивные известняки с известковыми водорослями. В южных дугах найдены известняки с проблематическими образованиями, напоминающими археоциаты.

О р д о в и к. Ордовикские (нижнесилурийские) отложения пользуются значительным распространением в северных дугах.

⁴ В настоящее время на севере Каратау установлен полный фаунистически охарактеризованный разрез верхнего кембрия, на основе которого предложено его деление на три яруса, официально введенное решением МСК в стандартную шкалу кембрия в СССР. (Прим. сост.).

Они представлены мощными зеленоватыми или темными известковистыми песчаниками с ортидами, строфоменидами и азафидами. В верхних горизонтах развиты известняки, иногда массивные, мощные. Общая мощность весьма значительна, достигая нескольких тысяч метров.

В центральных дугах ордовик встречается более редко и представлен сланцевыми и известняковыми толщами. В южных дугах ордовикская фауна найдена в кремнистых сланцах у устья р. Язгулем и в слоистых известняках в центре Памира, к северо-западу от перевала Акбайтал.

Нижнепалеозойские отложения везде сильно дислоцированы и изменены. Изученность их небольшая и нет сомнения, что дальнейшие исследования расширят данные об их распространении.

СРЕДНИЙ ПАЛЕЗОЙ

В областях, сложенных палеозоем, наибольшим распространением пользуется средний палеозой. К среднему палеозою мы относим силур (верхний силур — в прежнем понимании), девон и нижний карбон, включая в последний намюрский ярус.⁵

Раньше считалось, что среди среднепалеозойских отложений резко преобладает девон, но исследования последних лет показали, что не менее, а местами и более распространен силур. Нижний карбон значительного развития достигает в южных хребтах северных дуг и северных хребтах центральных дуг.

А р а л о - Д ж у н г а р с к и й п е р е ш е е к. Изучая историю распространения среднепалеозойских морей, можно наметить две эпохи. Первая эпоха — это силур, нижний девон и средний девон. Она отличается сравнительно небольшим распространением морей (рис. 3). Берег моря (точнее говоря, граница развития морских отложений) проходит в почти широтном направлении, захватывая Кавказ, Туаркыр, Кызылкумские возвышенности, всю Южную Фергану, и далее по долине Нарына, уходя на восток к массиву Хан-Тенгри. К северу от этой линии морские нижнедевонские и среднедевонские отложения отсутствуют, морской силур местами встречается в виде небольших свит, указывающих на кратковременность трансгрессий и их небольшое распространение. В основном же вся область к северу от границы моря была сушей. Вторая эпоха — верхний девон и нижний карбон — характеризуются тем, что эта суша постепенно опускается и море все более и более трансгрессирует на север. Границы трансгрессий, соответствующих верхнему девону, турнейской и визейским эпохам, показаны на рис. 3. Наибольшего развития море достигло в визейскую эпоху.

Повсеместное распространение верхнедевонской, турнейской и особенно визейской трансгрессий ярко подчеркивает существо-

⁵ См. примечание 2 на с. 43.

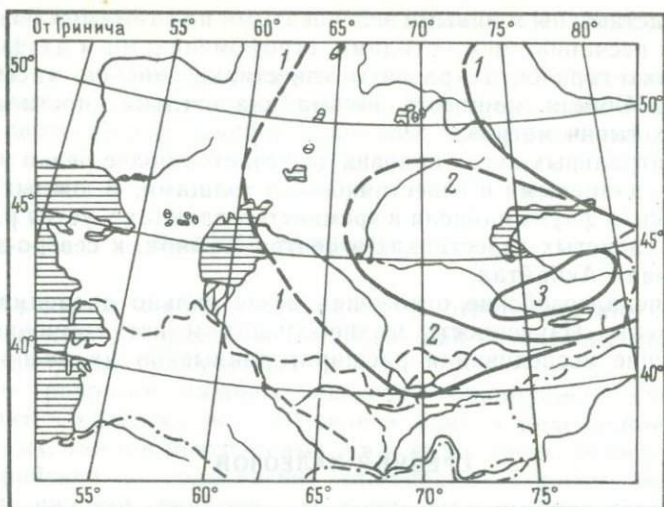


Рис. 3. Границы среднепалеозойских отложений.

Между линиями 1—1 располагается область, где морские девонские отложения отсутствуют; внутри контура 2—2 отсутствуют верхнедевонские морские отложения. Внутри контура 3—3 отсутствуют визейские морские отложения. Схема показывает развитие среднепалеозойской трансгрессии, достигнувшей максимума в визейскую эпоху.

вание какой-то суши, на которую эти трансгрессии надвигались. Этой суше автор и предлагает дать название «Арало-Джунгарский перешеек».

Наибольших размеров Арало-Джунгарский перешеек достигал в конце силура, нижнем девоне и начале среднего девона. Южная граница перешейка уже была намечена раньше; северная граница проходила по северо-восточной окраине Казахского мелкосопочника (Киргизской степи) (рис. 3).

Несколько неясен вопрос о соединении силурийского и нижнедевонского морей Урала с аналогичными морями Средней Азии и Кавказа. Громадное сходство, почти тождество фауны этих бассейнов указывает на их тесную связь, вероятнее всего не в виде открытого моря, а в виде ряда проливов, располагавшихся между островами.

Гораздо более ясно и несомненно непосредственное соединение Арало-Джунгарского перешейка с Сибирским континентом, включившим в себя большую часть Западносибирской равнины и весь Сибирский массив.⁶ Это соединение объясняет резкое различие фаун нижнего и среднего девона Средней Азии, Урала и Кавказа, с одной стороны, и Казахского мелкосопочника, Тарбагатай, Алтая и Кузбасса — с другой стороны. Для последних фаун интересно присутствие значительного количества североамериканских форм, отсутствующих в первых фаунах, носящих западноевропейский характер.

⁶ Сибирскую платформу. (Прим. сост.).

Где и как заканчивается Арало-Джунгарский перешеек на юго-востоке, пока еще сказать трудно.

Судя по своеобразию фауны монгольского девона, весьма вероятно его продолжение до Ордоса.

С и л у р. Новые данные по силурийским отложениям накапливались в двух направлениях. Для северных дуг все более и более подчеркивалось отсутствие морских отложений. С другой стороны, для центральных и южных дуг число новых выходов с морской силурийской фауной все более и более увеличивалось. Для ряда районов удалось установить региональное распространение силурийских отложений; например, силуром сложена вся долина р. Зеравшан в ее горной части, значительная часть Мазарских Альп в Дарвазе, большие площади на южном склоне Алайского хребта, широко распространен силур и в северном Памире.

Для Туркестанского и Алайского хребтов В. Н. Вебером и А. П. Марковским были составлены сравнительно детальные разрезы. Определение фауны, произведенное В. Н. Вебером, автором, О. И. Никифоровой, Б. Н. Аверьяновым и др., позволило установить присутствие всех ярусов начиная от лландовери и кончая даунтоном. Интересно нахождение переходных слоев между силуром и девоном, содержащих смешанную силурийскую и девонскую фауну. Везде переход от силура к девону постепенен, без всяких следов перерыва.

Для нижних ярусов силура характерно развитие мощных сланцево-песчаниковых толщ с прослоями граптолитовых сланцев. Верхние ярусы (лудлов и даунтон) сложены преимущественно известняками, иногда рифовыми, массивными.

Из отдельных находок заслуживает быть отмеченным находжение Н. П. Лупповым в 1934 г. глыб светлых зернистых брахиоподовых известняков в конгломератах пермского возраста в Туаркыре, у юго-восточной части Кара-Богаз-Гола. Определение фауны, произведенное автором, показало, что она по возрасту относится к верхам даунтона и очень близка к фаунам этого возраста Средней Азии, Урала и отчасти Кавказа.

Д е в о н. Девонские отложения представлены весьма полно, всеми шестью ярусами начиная с жединского и кончая фаменским и даже этренским. Брахиоподовая фауна и стратиграфия девона монографически описана автором. Трилобиты описаны В. Н. Вебером.

В течение нижнего и среднего девона береговая линия моря была стационарной, сохраняя в общем то же положение, что и в силуре. Начиная с конца среднего девона море начинает трансгрессировать дальше и дальше на север (рис. 3). Фаменское море проникает до средних частей Каратау, Таласского Алатау, южных склонов Сусамыртау и Терской Алатау. Интересно, что на западе границы нижнедевонского и среднедевонского морей значительно удалены друг от друга. На востоке же, в районе Хан-Тенгри, они почти совпадают. Это, по-видимому, объясняется тем, что опускания девонской суши — Арало-Джунгарского пере-

шейка — происходили только на западе; на востоке же он был почти неподвижен.

Из новых сведений интересна находка в Центральном Памире двух основных типов нижнего девона — спириферового песчаника у устья р. Язгулем и герцинских известняков к югу от оз. Рангуль. Оба выхода лежат по простираению одних и тех же толщ. Можно отметить также и находку глыбы верхнедевонских темных известняков с фауной читральского типа во флювиогляциальных отложениях нижнего течения р. Памир, в области сплошного развития древних кристаллических толщ.

Н и ж н и й к а р б о н. Нижнекаменноугольные отложения тесно связаны с верхнедевонскими и в разрезах постепенно сменяют их без всякого перерыва. В связи с этим в ряде пунктов были встречены отложения переходного, этренского типа со смешанной каменноугольной и девонской фауной. Трансгрессия моря на север, которую мы отмечали для верхнего девона, в нижнем карбоне проникает еще дальше. Максимум развития море достигает в средневизейскую эпоху. В эту эпоху среднеазиатское и казахское моря соединяются и Арало-Джунгарский перешеек, опускаясь, превращается в архипелаг островов.

Своеобразной особенностью верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений северных дуг является их мощность и литологический состав. Они сложены темными и серыми слоистыми известняками, достигающими громадной мощности в 2500—3000 м. Эти цифры указывают на размеры опускания, которое испытала западная часть Арало-Джунгарского перешейка.

Мощные толщи слоистых известняков северных дуг нередко дислоцированы сравнительно слабо и заключают в себе обильную и разнообразную, преимущественно брахиоподовую и коралловую фауну. Для многих районов составлены детальные и полные стратиграфические разрезы. Из них можно отметить работы О. И. Сергуньковой по карбону гор Джабаглытау, западной оконечности Таласского Алатау, и работы Н. В. Дикаревой, Л. А. Коловой и Е. В. Иванова по карбону Чаткальского хребта.

В центральных дугах своеобразны известняковые массивы, но уже сложенные массивными рифовыми известняками. Изучение фауны этих рифовых массивов показало, что в их состав входят все отложения начиная с лудлоуского яруса и кончая визейским ярусом. Соответственно и время образования этих рифовых массивов, достигавших мощности в несколько тысяч метров, было весьма продолжительным. Этот факт указывает и на столь же продолжительное, постоянное и медленное опускание области, где располагались рифы, т. е. области всех центральных дуг.

В южных дугах, в Дарвазе и на Памире, нижний карбон развит очень мало и пока известны только два выхода известняков с нижнекаменноугольной фауной — в Дарвазе и у пер. Акбайтал. Акбайтальская фауна очень своеобразна, значительно отличается от ферганских фаун; по своему составу она более близка к индийским фаунам. Эта особенность, а также тождество верхнедевон-

ских фаун Памира и Читрала, указывает на непосредственную связь верхнедевонских и нижнекаменноугольных морей Средней Азии и Индии.⁷

ВЕРХНИЙ ПАЛЕОЗОЙ

П а л е о г е о г р а ф и я. Если для нижнего карбона отчетливо намечается картина постепенного наступания моря, то для верхнего палеозоя не менее ясно вырисовывается картина быстрого и повсеместного отступления моря с севера на юг. Только местами, в особенности на востоке, местные верхнепалеозойские трансгрессии нарушают правильность и непрерывность регрессивных движений береговой линии.

На севере Средней Азии, в районе Чу-Илийских гор, Каратау, Киргизского хребта, регрессия начинается уже в конце визейской эпохи и морские среднекаменноугольные отложения отсутствуют. Далее к югу регрессия начинается позже — в конце среднего карбона, поэтому там средний карбон — морской, верхний же — континентальный. К этим районам относится южная часть Чаткальского хребта, включая всю Северную Фергану, затем южная часть Сусамыртау и Терской Алатау. Граница распространения морских среднекаменноугольных отложений показана на рис. 4.

Еще дальше к югу регрессия начинается только в конце верхнего карбона, средний и верхний карбон — морские и только пермь — континентальная. К таким районам относятся северные склоны Туркестанского, Алайского хребтов и хребта Кокшалтау. На южном склоне Гиссарского, Алайского хребтов и хребта Кокшалтау поднятия начинаются только в конце перми. Наконец, в Дарвазе и на Северном Памире даже верхняя пермь морская. Картина постепенного смещения на юг границ распространения морских отложений различных горизонтов верхнего палеозоя хорошо видна на рис. 4.

Правильность этого смещения нарушается двумя явлениями. Первое явление — джунгарская верхнекаменноугольная трансгрессия, образовавшая залив, вдававшийся далеко на север в Джунгарский Алатау. Второе явление — флишевые толщи в основании разреза верхнего палеозоя Центрального и Южного Памира, указывающие на какие-то поднятия вблизи этого района, происходившие уже в среднем и, возможно, верхнем карбоне.

С р е д н и й к а р б о н. В северных дугах морской средний карбон отсутствует, за исключением самых южных окраин. Среднекаменноугольные отложения, вероятно, представлены или пес-

⁷ Кроме типов разрезов среднего палеозоя, выделенных впервые Д. В. Наливкиным, к настоящему времени установлены вулканогенные, кремнистые, и терригенные разрезы верхнего силура — нижнего карбона в Южном Тянь-Шане (центральные дуги), широкое развитие вулканогенных образований нижнего, местами нижнего — среднего карбона в Южном Гиссаре и Северном Памире (южные дуги). (Прим. сост.).

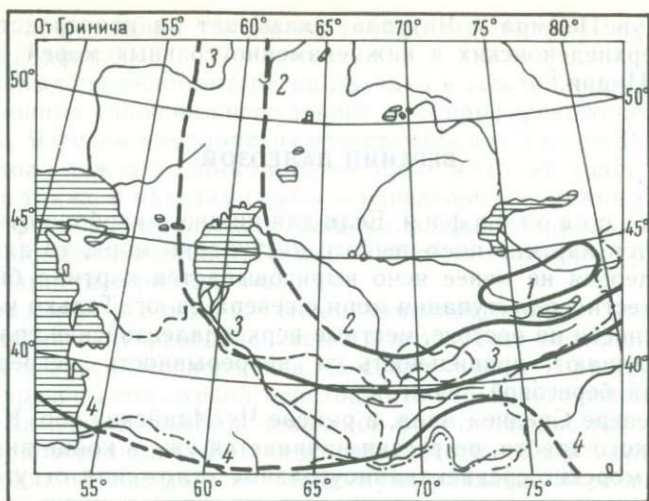


Рис. 4. Границы верхнепалеозойских отложений.

1 — визейский остров (для сравнения); 2 — граница среднего карбона; 3 — граница нижней перми; 4 — граница верхней перми. К северо-востоку от этих линий соответствующие морские отложения отсутствуют.

чано-сланцево-конгломератовыми немymi континентальными толщами, или нижними горизонтами мощных эффузивно-туфовых толщ, или совершенно отсутствуют.

По южной окраине северных дуг, в Нуратау, Кураминском хребте, по южному склону Чаткальского хребта, средний карбон трансгрессивно и несогласно залегает на более древних отложениях. Он начинается базальными песчаниками и конгломератами, затем идет чередование известняков, сланцев и песчаников с морской фауной; выше снова лежат немые песчаники и конгломераты.

В центральных дугах средний карбон представлен наиболее полно. Его взаимоотношения с более древними толщами, по-видимому, различны. Местами, например в юго-восточной Фергане, в долине р. Араван, он несогласно залегает на среднем палеозое, в данном случае на силурийских сланцах и песчаниках. Местами же, как, например, в Туркестанском хребте, нижний карбон постепенно переходит в средний карбон без видимого перерыва. На средневизейских известняках с *Gigantella* лежат темные мощные слоистые глинистые известняки со сравнительно бедной фауной, среди которой характерен *Spirifer bisulcatus* Sow. Известняки со *S. bisulcatus* Sow., относящиеся частично к намюрскому ярусу, постепенно переходят в такие же темные известняки, сланцы и песчаники среднего карбона уже с типичными *Choristites*.

В южных дугах начиная с Дарваза и Северного Памира наблюдается очень интересный факт, а именно: почти полное отсутствие

среднекаменноугольных фаун.⁸ Типичные хориститовые брахиоподовые фауны неизвестны совершенно, и только местами есть указания на нахождение фораминиферовых фаун среднекаменноугольного возраста. В Центральном и Южном Памире к среднему карбону, вероятно, относятся нижние горизонты мощных немых темных известняково-сланцевых толщ. Эти толщи литологических весьма напоминают меловой и третичный флиш и, вероятно, подобно флишу являются прибрежными дельтовыми и лагунными отложениями.

Похожая картина наблюдается и на Кавказе, где средний карбон также представлен лагунно-континентальной угленосной толщей. Наличие подобных лагунно-континентальных толщ на Южном Памире и на Северном Кавказе, т. е. уже в центральных частях средиземноморской геосинклинали, идет вразрез с точкой зрения Ога на геосинклиналь как область накопления только глубоководных отложений. Автор уже неоднократно указывал на ошибочность этой точки зрения. Средний карбон Памира и Кавказа лишний раз подтверждает правильность этого мнения.

Верхний карбон. В северных дугах верхний карбон представлен континентальными, песчано-сланцевыми или эффузивно-туфовыми толщами, иногда достигающими значительной мощности. Только на самом востоке советской Средней Азии, к востоку от оз. Иссык-Куль, в хребте Кетмень и на юге Джунгарского Алатау, в толще континентальных песчаников и сланцев с растительными остатками встречаются прослои глинистых сланцев и известняков, местами с богатой и разнообразной морской фауной.

В центральных дугах верхний карбон почти всегда представлен морскими фациями, как терригенными, так и известняковыми. Наряду с морскими фациями нередко континентально-лагунные отложения, эффузивы и туфы.

Подобный характер верхний карбон сохраняет в Дарвазе и Северном Памире. Однако для Дарваза приходится отметить, что, по данным Б. К. Лихарева, светлые массивные брахиоподовые и швагериновые известняки, ранее относившиеся к верхнему карбону, вероятно все же являются нижнепермскими.

Наконец, в Центральном и Южном Памире верхний карбон подобно среднему карбону выражен своеобразно. Брахиоподовые фации почти неизвестны и преобладают тонкослоистые известняки, вверху — с фузулидами, а внизу — немые.

Нижняя пермь. В северных дугах и в северных частях центральных дуг пермь представлена исключительно континентальными отложениями или отсутствует (рис. 4). К перми, вероятно, относятся верхние горизонты некоторых эффузивных толщ.

⁸ Впоследствии маломощные карбонатные отложения среднего карбона, несогласно залегающие на породах нижнего или среднего—нижнего карбона, были установлены в Южном Гиссаре и Северном Памире, в том числе и Дарвазе. (Прим. сост.).

Морские нижнепермские отложения появляются только в южных частях центральных дуг, в Гиссарском хребте и на южных склонах Алайского хребта и хребта Кокшалтау. Наиболее полно они развиты в Дарвазе и на всем Памире. В Дарвазе и на Северном Памире нижняя пермь отличается необыкновенным разнообразием фаций. Мы встречаем массивные рифовые известняки, слоистые фораминиферовые известняки и разнообразные терригенные осадки, туфы и эффузивы.

В Центральном и Южном Памире нижняя пермь более однообразна, но и там разрез ее исключительно полон. Преобладают фораминиферовые фации. Значительный интерес представляют известняки с многочисленными и разнообразными аммонитами. Нижнепермские разрезы Памира детально изучены и описаны Г. А. Дуткевичем и А. В. Хабаковым.

Верхняя пермь. Морские верхнепермские отложения выделены только за последние годы работы Г. А. Дуткевича. Детальное их описание дано в его статье.⁹ Они встречены пока только на Памире, но весьма вероятно нахождение их в Дарвазе, поскольку мы там имеем морскую нижнюю пермь и морской нижний триас.¹⁰

На Памире наиболее северный пункт нахождения морской верхней перми — долина р. Балянд-киик. Более широко верхняя пермь развита в Центральном и Южном Памире. Она представлена сланцеватыми и кремнистыми сланцами почти исключительно с фораминиферовой фауной. Фауна фораминифер значительно приближается, по данным Г. А. Дуткевича, к фауне Индокитая.

Взаимоотношения верхней перми с нижним триасом пока еще не вполне выяснены. В большинстве разрезов на верхней перми непосредственно и трансгрессивно лежит верхний триас.

МЕЗОЗОЙ И КЕНОЗОЙ

Н и ж н и й т р и а с. Наиболее важным выводом по нижнему триасу является установление тесной связи его с пермскими отложениями.

Морской и лагунный нижний триас развит почти в тех же районах, где развита пермь (рис. 5). Нижнетриасовая фауна встречена в верхних горизонтах толщ, нижние горизонты которых относятся к перми. Эти толщи сложены обычно пестроцветными и красноцветными песчаниковыми отложениями, нередко гипсоносными, в основном континентальными и лагунными, нередко совершенно немymi. Морская фауна встречается местами и в прослоях сравнительно небольшой мощности.

⁹ Дуткевич Г. А. Основные черты строения верхнепалеозойских отложений Восточного Памира: Научн. итоги работ Таджикско-Памирской экспедиции. М.; Л., 1936. (Прим. сост.).

¹⁰ Действительно, в Дарвазе впоследствии были обнаружены морские терригенные и карбонатные отложения верхней перми, перекрываемые согласно или с небольшим размывом породами нижнего триаса. (Прим. сост.).

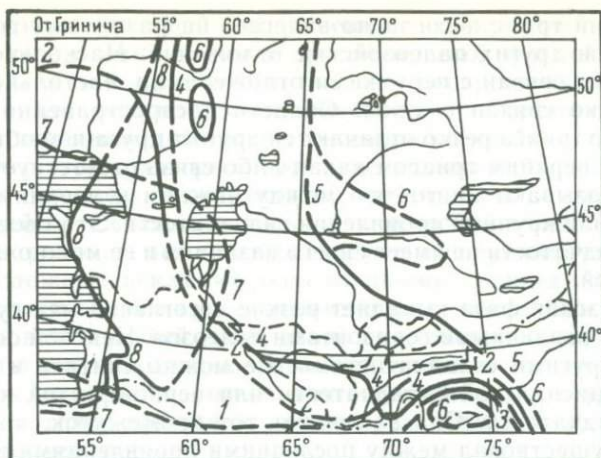


Рис. 5. Границы мезозойских и кенозойских отложений.

1 — верхняя пермь; 2 — нижний триас; 3 — верхний триас; 4 — верхняя юра; 5 — верхний мел; 6 — палеоген; 7 — сармат; 8 — акчагыл. К востоку и северо-востоку от этих линий соответствующие морские отложения отсутствуют. Начиная с верхнего триаса трансгрессия моря постепенно увеличивается, достигая максимума в палеогене. Затем идет быстрое отступление моря, достигающее максимума в современную эпоху.

В Дарвазе В. П. Попов в мергелистых известняках, ранее относимых к перми и залегающих под красноцветными песчаниками с *Meekoceras* и над гипсоносной толщей, нашел фауну, которая, по определению Л. Д. Кипарисовой, относится к нижнему триасу.¹¹ Таким образом, мощность нижнетриасовых отложений увеличилась еще более и достигает свыше 600 м.

Граница распространения нижнетриасовых морских отложений совпадает с границей распространения морской перми. Она проходит у южного подножия Гиссарского, Алайского хребтов и, вероятно, хребта Кокшалтау.

Заслуживает быть особо отмеченным нахождение нижнетриасовой флоры с *Pleuromeia*, описанной М. И. Брик. Эта флора найдена в районе Шурабского каменноугольного месторождения, в юго-западной части Ферганской долины. Она заключена в песчано-глинистой угленосной толще, залегающей несогласно на девоне. Флора с *Pleuromeia* найдена в Средней Азии впервые. До сих пор она была известна только в Южноуссурийском крае.

Среднетриасовые морские и континентальные отложения в Средней Азии неизвестны и, по-видимому, отсутствуют¹² (среднетриасовая фаза складчатости).

¹¹ Эти известняки в настоящее время считаются верхнепермскими по наличию в них остатков позднепермских фораминифер, мшанок и водорослей, несмотря на присутствие пелеципод, сходных с раннетриасовыми. (Прим. сост.).

¹² Как указывает Н. Г. Власов, на Южном Памире позднее были обнаружены фаунистически охарактеризованные отложения среднего триаса, сходные с нижнетриасовыми. (Прим. сост.).

Верхний триас несогласно залегает на различных горизонтах пермских и других палеозойских отложений. Насколько нижний триас тесно связан с пермскими отложениями, настолько верхний триас тесно связан с юрой. Области распространения нижнего и верхнего триаса резко отличаются друг от друга и вообще между нижним и верхним триасом какая-либо связь отсутствует. Все эти факты указывают на то, что между нижним и верхним триасом происходили крупные проявления складчатости. Эта своеобразная фаза складчатости не имеет своего названия и ее можно именовать дарваской.

Дарваская фаза выявляет резкие несогласия между верхним триасом и различными горизонтами палеозоя. Неясной остается ее связь с другими складчатостями. Ее можно считать и конечной фазой варисцийской складчатости или первой фазой киммерийской складчатости. Она заполняет тот промежуток, который до сих пор существовал между последними проявлениями варисцийской складчатости и первыми проявлениями киммерийской складчатости.

Верхний триас. Морской верхний триас известен только в Центральном и Южном Памире. В этих областях он пользуется значительным распространением. Исследования последних лет дали ряд новых пунктов нахождения морской верхнетриасовой фауны. Преобладают глинистые и кремнистые сланцы с прослоями песчаников и глинистых известняков. Среди фауны наиболее характерны *Halobia* и *Pseudomonotis*, изредка встречаются и аммоны. . . Граница распространения морского верхнего триаса приблизительно совпадает с долиной Бартанга и Мургаба, на востоке проходя уже вне пределов СССР за Сарыкольским хребтом (рис. 5).

К северу от этой границы известны только континентальные верхнетриасовые отложения. Они представлены весьма мощными темными сланцево-песчаниковыми толщами, достигающими 2000—3000 м мощности. Возраст характеризуется найденной в ряде пунктов флорой, определенной М. И. Брик и В. Д. Принада. На Северном Памире верхний триас постепенно переходит в нижнеюрские континентальные отложения без угловых несогласий. В Юго-Западном Таджикистане, по склонам Гиссарского хребта, верхнетриасовые угленосные отложения отделяются от нижнеюрских неясным угловым несогласием.

В более северных районах и, в частности, в Ферганской долине в основании отложений, ранее относившихся к юрской угленосной толще, почти везде выделяется свита с верхнетриасовой (рэтской) флорой. В связи с этим все большее распространение получает название «рэт-юрская угленосная толща». Резкие угловые несогласия между рэтом и нижней юрой, по-видимому, отсутствуют.

Нижняя юра и байос. Распространение морских лейасовых и байосских отложений в основном совпадает с распространением морских верхнетриасовых отложений. Морской лейас найден только в Центральном и Южном Памире. Он представлен

темной сланцевой толщей с подчиненными прослоями песчаников и известняков с аммонитами и другой морской фауной.

Почти так же выражен и там же распространен морской байос. Для него можно отметить местную трансгрессию, проникнувшую к западным подножиям Гиссарского хребта. Отложения, связанные с этой трансгрессией, представлены небольшой свитой глинистых сланцев, песчаников и известняков с аммонитами, залегающей среди континентальной угленосной толщи.

Во всех районах, лежащих к северу от вышеупомянутых, лейас и байос сложены исключительно мощными сланцево-песчаниковыми темными и бурыми угленосными отложениями. Они распространены по всей Средней Азии, давно известны и хорошо изучены. Из результатов последних работ интересным является вывод М. И. Брик, которая на основании изучения флоры ферганских угленосных толщ пришла к заключению, что эти толщи относятся к нижней юре.

Типичные среднеюрские и верхнеюрские флоры, по-видимому, отсутствуют.¹³ Этот вывод подтверждается и наблюдениями Н. В. Шабарова, установившего инструментальными наблюдениями в ферганских угольных месторождениях трансгрессивное и несогласное залегание красноцветных песчаниково-конгломератовых нижнемеловых толщ на различных горизонтах нижней юры.

Работы М. И. Брик позволили установить в рэт-юрской угленосной толще центральных дуг ряд флористически охарактеризованных горизонтов.

Верхняя юра и бат. В конце батской эпохи начинается первая значительная мезозойская трансгрессия. Она достигает максимума в верхнеюрскую эпоху и поэтому носит название верхнеюрской.

Верхнеюрская трансгрессия проникает далеко на север. Ее границей послужили варисийские хребты, существовавшие тогда на месте центральных хребтов современных центральных дуг. На севере это был хребет на месте Мугоджар, затем хребет на месте Арала и Кызылкумских возвышенностей, возвышенности, располагавшиеся на месте современной долины Зеравшана. На меридиане Нурека граница верхнеюрского моря резко заворачивала к югу, огывая Дарваз и затем Северный Памир (рис. 5).

Начиная с Байсунтау и южного склона Гиссарского хребта и переходя к Центральному Памиру везде разрез имеет в основном одинаковый характер. В основании залегают песчаники и сланцы средней юры. Переслаиваясь, они постепенно переходят в плитняковые известняки и мергели с довольно богатой и разнообразной батской и келловейской фауной. Главную часть разреза слагают залегающие выше мощные, нередко массивные, темные или светлые, розоватые известняки, достигающие мощности 500—600 м и более. По возрасту основная часть этих известняков

¹³ К настоящему времени такие флоры найдены. (Прим. сост.).

относится к оксфорду и лишь самые верхи к лузитанскому ярусу.

Верхнеюрские массивные известняки являются типичными рифовыми образованиями, точнее говоря, — рифами и связанными с ними фациями. Эти рифы были образованы известняковыми водорослями и гидроидами. Мадрепоровые кораллы играют второстепенную роль. Нередко встречаются толстостенные раковины.

Распространение рифовых известняков и их мощность, выдерживающаяся на расстоянии во много сот километров, указывают на то, что мы имеем дело с мощным, громадной протяженности барьерным рифом. Сравнительно небольшая мощность известняков (всего 500—600 м) объясняется сравнительно коротким сроком существования рифа.

Титон. В области распространения морской верхней юры титон является свитой, наиболее интересной в фациальном отношении. С ним связано крупнейшее месторождение серы Гаурдак, расположенное в юго-восточной части Туркмении, к северу от г. Калиф, а также месторождения калийной соли. В Юго-Западном Таджикистане с титонской толщей связаны иногда колоссальные месторождения поваренной соли. На юго-востоке Памира титон начинается красноцветными песчаниками и конгломератами небольшой мощности, несогласно налегающими на различные горизонты более древних отложений. Выше залегают мощные темные известняки, иногда массивные, рифового характера. Вверху они постепенно переходят в слоистые известняки с валанжинской фауной. По направлению к северу мощность титонских известняков быстро уменьшается. Уже в Центральном Памире известняки выклиниваются и на лузитанских известняках несогласно лежат красноцветные песчаники и конгломераты. Они условно относятся к нижнему мелу, но весьма вероятно нижние горизонты красноцветных песчаников и конгломератов являются титонскими.

Далее к северо-западу, вдоль береговой линии, в Юго-Западном Таджикистане титон представлен уже соленосной толщей, лежащей в Восточном Дарвазе на песчано-глинистой угленосной толще нижней юры, а в более западных районах — на лузитанских известняках. Прикрывается она красноцветными песчаниками, нижние горизонты которых условно относятся к титону, а верхние — к нижнему мелу.

Континентальные верхнеюрские отложения в центральных дугах неизвестны. Красноцветные немые конгломерато-песчаниковые толщи, условно относимые к нижнему мелу, несогласно налегают на различные горизонты нижней и, возможно, средней юры. Только на севере северных дуг, в хребте Каратау, известны наземные и пресноводные верхнеюрские отложения, залегающие на угленосных средне- и нижнеюрских отложениях.

Нижний мел. Фациальный характер и распространение нижнемеловых отложений в основном такие же, как и у верхнеюрских. На Южном Памире на титонских известняках согласно

залегают слоистые известняки и известковистые сланцы с валанжинскими аммонитами. В Юго-Западном Таджикистане разрез нижнего мела уже значительно отличается. В его состав входят как континентально-лагунные красноцветные песчаники и конгломераты, так и морские серые и зеленоватые глинистые известняки и сланцы. Морские отложения по мощности значительно уступают континентально-лагунным и представляют сравнительно маломощные свиты. Это указывает на кратковременность морских трансгрессий, наступавших с юга. Найденная фауна определяет возраст этих трансгрессий как нижний альб. Восточной границей альбского моря является меридиан Курган-Тюбе.

В районах, лежащих к северу от линии распространения морских осадков, нижний мел представлен более или менее мощной толщей немых красноцветных песчаников и конгломератов с подчиненными прослоями глин и мергелей. Подобные красноцветные толщи развиты в Центральном и Северном Памире, Восточном Дарвазе и во всех центральных и южных дугах. Органические остатки обычно совершенно отсутствуют, и только в северных районах найдены кости динозавров.

Отсутствие фауны и флоры делает определение возраста красноцветных толщ условным. Для западных районов точно определяется верхняя граница налегания морского сеномана. В районе Ташкента морская сеноманская фауна встречена даже в прослоях верхних горизонтов красноцветной толщи.

Для восточных районов, где морские верхнемеловые отложения отсутствуют, точное определение возраста красноцветных толщ еще более затруднительно. Известно только, что они несогласно лежат на темной угленосной нижней юре и покрываются, по видимому, согласно континентальными третичными отложениями. Поэтому возраст красноцветных толщ колеблется в пределах от верхней юры включительно до верхнего мела. Местами значительные трудности представляет обособление красноцветных мезозойских толщ от таких же красноцветных третичных отложений.

Верхний мел и палеоген. Морские верхнемеловые и палеогеновые отложения образуют единый, неразрывный комплекс осадков, резко отличающийся как от подстилающих красноцветных нижнемеловых толщ, так и от покрывающих мощных песчаниково-конгломератовых толщ неогена. Так же тесно связаны между собой и континентальные верхнемеловые и палеогеновые осадки. Граница распространения морских верхнемеловых и палеогеновых осадков показана на рис. 5. На юге большим распространением пользуются верхнемеловые осадки, на севере же — палеогеновые.

На Южном Памире неизвестны ни верхнемеловые, ни палеогеновые осадки. В Центральном Памире развит морской верхний мел, представленный рудистовыми известняками, мергелями и глинами; морской палеоген отсутствует. В Северном Памире в Заалайском хребте значительной мощности достигают и морской

верхний мел и морской палеоген; только верхи олигоцена сложены континентально-лагунными красноцветными песчаниками и конгломератами.

В обширной области, включающей в себя Северный Памир, Дарваз, Юго-Западный Таджикистан, Зеравшанский район, Ферганскую долину и Ташкентский район, характер верхнемеловых и палеогеновых отложений в основном один и тот же. Они состоят из цикличного чередования морских и лагунно-прибрежных осадков. Разрезы их уже давно известны. Работы последних лет дали значительное уточнение этих разрезов и их более полную палеонтологическую характеристику. Для Ферганской долины можно отметить работы О. С. Вялова, для Юго-Западного Таджикистана — работы А. В. Бурачка и Б. А. Борнемана, для Заалайского хребта — работу В. П. Ренгартена. Своеобразие фауны, носящей южный, тропический облик, затрудняет параллелизацию с западноевропейскими разрезами.

В районе Аральского моря палеогеновые морские отложения распространяются на восток значительно дальше, чем верхнемеловые. В результате экспедиций Д. И. Яковлева установлено развитие морского палеогена в нижней части долины р. Чу (рис. 5).

Весьма своеобразен разрез северных склонов Копетдага. По данным И. И. Никшича, нижний и верхний мел выражены очень полно и представлены рядом горизонтов с богатой морской фауной; эоцен же и олигоцен сложены немymi, по-видимому, континентальными отложениями, достигающими мощности 1500 м. Внизу преобладают глины и песчаники, вверху — песчаники и конгломераты.

Интересна природа юго-восточной границы верхнемелового—палеогенового моря. В Ферганской долине такой границей является Ферганский хребет. Изучая юрские отложения в Ферганской долине, Ферганском и Нарынском крае, можно установить, что они неразрывно связаны друг с другом и в основном одинакового характера. Это позволяет сделать вывод, что в нижнеюрскую эпоху Ферганского хребта не было. В то же время этот хребет является преградой для распространения верхнемелового моря. Из сопоставления этих двух фактов становится ясным, что Ферганский хребет является типичным киммерийским хребтом, возникшим в конце юрского периода.

Еще далее к югу границей верхнемелового—палеогенового моря служит окраина Таримской депрессии. Здесь интересно обратное соотношение рельефа той эпохи и современного. В верхнем мелу и палеогене на западе было море, на востоке — на месте Таримской депрессии — была возвышенная суша. Сейчас же, наоборот, на западе — на месте моря — располагаются высокие горы, на востоке же образовалась депрессия.

Неоген и четвертичная эпоха. Во второй половине олигоцена в областях современных хребтов начинаются первые поднятия. Эти поднятия быстро достигают значительных размеров

и распространяются на большую площадь. Уже в начале миоцена море сильно сокращается в размерах, отступая в Арало-Каспийскую депрессию. Во всех горных областях Средней Азии все отложения начиная с верхнеолигоценовых и моложе представлены исключительно континентальными отложениями. Поднятия палеозойских массивов продолжают в течение всего неогена и четвертичной эпохи. Одновременно с поднятием происходит интенсивное разрушение поднимающихся хребтов. Продукты разрушения выносятся горными реками и отлагаются на равнине у подножия горных хребтов в виде гигантских конусов выноса. Эти конусы выноса сливаются друг с другом, образуя сплошную зону осадков подножий, тянущуюся вдоль хребтов на сотни и тысячи километров.

Осадки зоны поднятий представляют собой толщи местами красноцветных, местами бурых, палевых и серых конгломератов, песчаников, реже глин и мергелей. Они достигают громадной мощности — до 2000—3000 м, а местами и больше. Общепринято мнение, что образование этих мощных толщ возможно только благодаря опусканию предгорных равнин и образованию предгорных впадин.¹⁴ Одновременно происходило все большее сокращение площади, занимаемой морскими бассейнами.

Сарматское море было последним морским бассейном, распространившимся в район современного Арала. По данным А. В. Данова, граница развития морских сарматских отложений проходит по западному берегу Арала (рис. 5), затем, идя почти по меридиану, она доходит до подножия Копетдага, несколько западней Ашхабада. Круто зворачивая на запад, она проходит вдоль подножия Копетдага и, огибая его с запада, уходит на юг к подножию Эльбурса.

Акчагыльское море занимает значительно меньшую площадь, чем Сарматское море. На востоке оно не заходит дальше подножия чинка Устюрта и западного склона Туаркыра, достигая только самой западной оконечности Копетдага (рис. 5). Ни на поверхности Устюрта и Заунгузского плато, ни в район современного Арала Акчагыльское море не проникало.¹⁵

Древнекаспийское море распространяется на восток еще меньше, чем Акчагыльское. Оно только заполняет впадины и долины в послеекчагыльском рельефе. Никаких данных о соединении Каспия с Аралом нет. Осадки с древнекаспийской фауной отсутствуют как в бассейне Арала, так и в долине Узбоя и к северу от Устюрта. Соответственно предположение о тесной и недавней связи Каспия и Арала приходится считать ошибочным.

Также лишено всякого основания и предположение о связи Арала с Северным Ледовитым океаном через Тургайский пролив и долины рек Оби и Иртыша. На всем их протяжении отсутствуют

¹⁴ Этот вывод справедлив для окраины Ферганской впадины. (Прим. сост.).

¹⁵ Бурение показало, что Акчагыльское море по древним долинам рек доходило на востоке примерно до г. Мары. (Прим. сост.).

как осадки с аральской фауной, так и осадки с бореальной фауной. На морском палеогене лежат только пресноводные и наземные отложения, неогеновые и четвертичные.

Аральское море. Террасы Аральского моря поднимаются только на 4 м над его уровнем и развиты сравнительно недалеко от его берегов. Только вдоль южного низменного берега они уходят далеко в глубь суши. Незначительное распространение аральских осадков, своеобразный состав его фауны, состав солей в его воде отмечались еще давно Л. С. Бергом. Сопоставляя эти факты с полным отсутствием связи с четвертичными древнекаспийскими отложениями, можно сделать вывод о весьма юном возрасте Аральского моря. Образование Аральского моря приходится относить к послеледниковой или даже к современной эпохе. Вероятнее всего эпейрогенические поднятия района Сарыкамышской впадины и Узбоя вызвали изменения течения р. Амударьи и, возможно, р. Сырдарьи. Вместо того чтобы стекать в Каспийское море, они заполнили плоскую депрессию и образовали современное почти пресное Аральское море.

Заканчивая на этом очерк истории морских бассейнов, мы остановимся еще на двух явлениях из истории континентов, а именно: на Средиземноморском макроперешейке и на Фергано-Саянском поясе глыбовых поднятий.

Средиземноморский макроперешеек. Большое палеогеографическое значение этого поднятия уже отмечалось автором. Средиземноморский макроперешеек — своеобразное географическое явление. В настоящее время оно не имеет аналогов. Его размеры, форму и рельеф лучше всего представить следующим образом.

Предположим, что орогенические поднятия вызовут непрерывное соединение Камчатки с Японией и Японии с Индокитаем. Образуется гигантский перешеек длиной во много тысяч километров, но сравнительно узкий и гористый. Он будет состоять из отдельных высокогорных орогенических и вулканических массивов, соединенных сравнительно низкими перемычками. Подобные гигантские перешейки в настоящее время отсутствуют. Они настолько своеобразны, что заслуживают особого названия. В качестве такого я предлагаю название «макроперешеек».

Средиземноморский макроперешеек начал образовываться в конце олигоцена и окончательно сформировался в середине миоцена. Начинаясь на Памире, он включал в себя Хорасанские горы, Копетдаг, Эльбурс, Закавказье, Малую Азию, Балканы, уходя далеко на запад.

Очертания Средиземноморского макроперешейка намечаются с юга распространением морского верхнего миоцена; с севера — сарматских морских отложений. Он представлял очень длинную, местами узкую полосу гористой суши, обособлявшую открытый океан от замкнутого опресненного Сарматского моря. Протяжение Сарматского моря (от Вены до Арала) намечает и протяжение Средиземноморского макроперешейка.

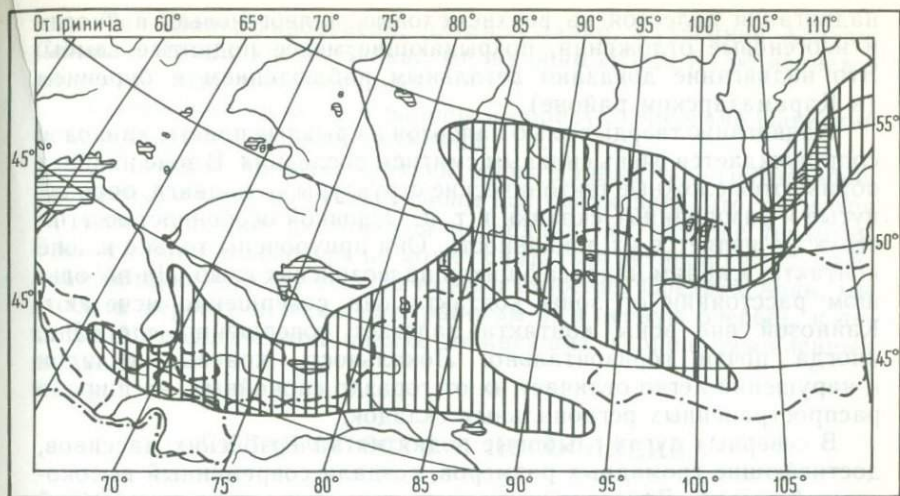


Рис. 6. Границы фергано-сайанских глыбовых молодых поднятий (область поднятий заштрихована).

Фергано-Саянский пояс глыбовых поднятий впервые намечен автором в 1932 г. (рис. 6).

Наблюдения над условиями залегания морских верхнемеловых и палеогеновых отложений показали, что в горных массивах эти отложения значительно подняты по сравнению с равнинными областями. Особенно интересны данные по условиям залегания морского палеогена в Чаткальском хребте, к северу от Ферганской долины. Здесь морской палеоген встречен отдельными участками на различных высотах — до 2000 м и больше. Примером их может служить плато Тавак в Карамазарском районе.

Изучение строения палеозоя в этих районах показало, что он разбит многочисленными разрывами продольного и поперечного направления на ряд глыб. Размеры этих глыб весьма различны, нередко достигая в длину многих десятков километров. Эти глыбы испытывают большие или меньшие поднятия, достигающие иногда до 3000—4000 м.

Глыбовые поднятия детально изучены Б. Н. Наследовым для Карамазарского рудного района, где они нередко разрывают рудные месторождения, то уничтожая их, то, наоборот, поднимая их на поверхность и делая доступными для эксплуатации.

Обычно движения глыб палеозоя почти вертикальны. При этом глыбы палеозоя увлекают с собой покрывающие их верхнемеловые и палеогеновые отложения, образуя высокоподнятые плато — типа плато Тавак.

Нередко, однако, поднятия палеозойских глыб сопровождаются их наклоном и сдвижением вбок. При этом палеозойские глыбы надвигаются на соседние, менее поднятые глыбы, вызывая

надвигания палеозоя на верхнемеловые, палеогеновые, а иногда и неогеновые отложения, покрывающие менее поднятые глыбы. Это надвигание доказано детальным наблюдением и бурением (в Кармазарском районе).

Надвигание твердых глыб палеозоя на рыхлые пласты кайнозоя сопровождается очень сильным смятием последних. В зоне надвига образуются сложные тектонические структуры — надвиги, опрокинутые и разорванные складки и т. п. Основной особенностью этих структур является их локальность. Они приурочены только к зоне контакта, к краям надвигающихся палеозойских глыб. На небольшом расстоянии от зоны контакта они совершенно исчезают. Кайнозой вне зоны контакта залегает совершенно спокойно, иногда почти горизонтально. Локальность краевых складок и нарушений легко отличает их от гораздо спокойных, но широко распространенных региональных складок.

В северных дугах глыбовые поднятия палеозойских массивов, достигающие громадных размеров, создали современный высокогорный рельеф. Доказательством этого служит давно отмеченный пенеценизированный профиль горных хребтов и остатки наклоненных пенеценизированных поверхностей отдельных палеозойских массивов. В связи с этим высокогорный рельеф северных дуг приходится считать омоложенным в отличие от молодого рельефа южных дуг — Памира и Дарваза.

В центральных дугах в образовании рельефа принимали участие как глыбовые движения, так и орогенические складкообразовательные движения. Время глыбовых движений определяется возрастом свит, участвовавших в движениях. Нижняя граница определяется тем, что палеоген везде нарушен, разорван и захвачен поднятиями и надвигами. Таким образом, начало глыбовых движений происходит не ранее начала миоцена. Иногда палеозой надвигается на неогеновые конгломераты, что указывает на четвертичные движения. На это указывает и роль глыбовых поднятий в образовании террас, указанная Ю. А. Скворцовым.

Наконец, сейсмические явления, столь обычные в северных дугах и примером которых является Верненское землетрясение 1911 г., указывают на то, что движения происходят и в настоящее время.

Наиболее вероятно начало глыбовых движений в самом раннем миоцене и проявление их в течение всего неогена, четвертичной эпохи и в настоящее время.

Область развития глыбовых движений весьма обширна (рис. 6). На западе впервые сравнительно слабые проявления их начинаются в Каратау. В Таласском, Киргизском и Чаткальском хребтах они достигают весьма значительных размеров, создавая современный высокогорный рельеф. Наименьших размеров глыбовые поднятия достигают в Кунгей-Заилийском и Джунгарском Алатау. Глубокая впадина Иссык-Куля является примером обратных глыбовых движений — глыбовым опусканием.

Дальше на восток и северо-восток поднятия захватывают

весь Тянь-Шань, Тарбагатай, Алтай, Салаир, Кузнецкий Алатау, Саяны и Прибайкалье. Байкал же подобно Иссык-Кулю является системой глыбовых опусканий.

В совокупности все эти районы и образуют Фергано-Саянский пояс молодых глыбовых движений.

Заканчивая на этом краткий очерк данных по стратиграфии Средней Азии, автор считает своим долгом указать, что, несмотря на очень большие достижения последних лет, все же геология Средней Азии далеко еще не может считаться детально изученной. Зная общую картину геологического строения Средней Азии, мы должны перейти к детальным работам и, в первую очередь, к детальной геологической съемке важнейших горнопромышленных районов.

СКЛАДЧАТОСТИ И НЕСОГЛАСИЯ¹

Среди научных работ широко распространены работы, заключающие в себе только одно голое описание фактов. Нет надобности доказывать, что в подобных работах отсутствие анализа процессов образования описываемых фактов нередко является причиной того, что сами описания страдают неполнотой, а иногда бывают неверными.

К сожалению, подобного типа работы весьма часты в геологии и, как это ни странно, в тектонике, в науке о движениях земной коры. Подавляющее большинство тектонических работ, даже крупнейших тектонистов, заключают в себе только описание фактов, а иногда даже и не фактов, а теоретических построений. Изучение, анализ самих движений земной коры почти отсутствуют. Это служит причиной того, что ряд тектонических общих положений, распространенных среди геологов, являются неверными. На одном из таких положений мы сейчас и остановимся.

Это положение можно сформулировать следующим образом: единственным доказательством проявления складчатости служат угловые несогласия. Отсутствие угловых несогласий доказывает отсутствие складчатости.

Конкретным примером этого положения могут служить представления о проявлении варисцидской складчатости на западе Урала. Там ряд свит, начиная со среднего девона и кончая низами верхней перми, залегают согласно. Основываясь на этом, обычно считают, что варисцидская складчатость на западном склоне Урала начала проявляться только в конце перми. Доводя эту мысль до конца, некоторые, к счастью очень редкие геологи, основываясь на согласном залегании нижней и верхней перми, начинают относить образование Урала к мезозою и связывать его с киммерийской складчатостью.

¹ В кн.: Академику В. И. Вернадскому к пятидесятилетию научной и педагогической деятельности. М., 1936, т. 2, с. 901—904.

Если же мы произведем хотя бы элементарный анализ процессов, вызывающих образование несогласий, то легко сделать вывод, что причиной появления несогласий является не проявление складчатостей, а перерывы в складкообразовании. Если же перерывы в складкообразовании отсутствуют, то могут возникать складчатые горные хребты и в то же время угловые несогласия среди свит, слагающих эти хребты, будут отсутствовать.

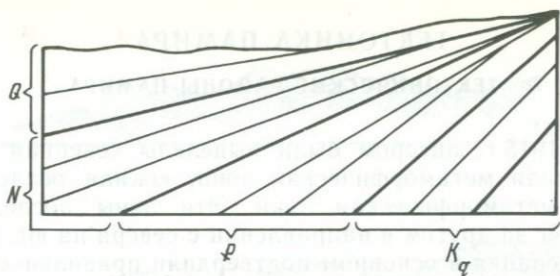
Процессы накопления осадков изменяются и прерываются очень быстро и на небольших расстояниях. Соответственно быстро могут возникать и угловые несогласия, вызываемые перерывами в накоплении осадков при продолжающейся складчатости. Подобные угловые несогласия нередко обладают небольшими ареалами распространения, создавая ложную картину прерывистого распространения складчатости. На самом же деле проявления складчатостей носят региональный характер и захватывают громадные площади.

Из общего положения, что процессы складкообразования могут протекать, не вызывая угловых несогласий, следует важный вывод: время проявления складчатостей отнюдь не приурочено только к фазам складчатостей. Процессы складкообразования протекают и в эпохи, разделяющие фазы складчатостей. Примером может служить артинская эпоха, на Урале разделяющая уральскую и заальскую фазы варисцийской складчатости. Характер и распространение артинских отложений отчетливо показывают, что горообразовательные процессы на Урале протекали не только в уральскую фазу, т. е. на границе карбона и перми, и не только в заальскую фазу на границе верхней и нижней перми, но и в течение всей артинской эпохи. Наоборот, данные последних лет позволяют сказать, что и уральская и заальская фазы на западном склоне Урала отсутствуют и что главные движения происходили в продолжение всей нижней перми, быстро затихая к концу верхней перми.

С процессами складкообразования теснейшим образом связаны процессы вулканизма и горообразования. Поэтому все, что было сказано о длительности и распространении первых, можно перенести и на вторые.

Суммируя, мы видим, что проявления складчатостей отнюдь не приурочены к одним только фазам складчатости, но из этого отнюдь не следует, что этими фазами можно пренебрегать. При изучении складчатостей одинаковое внимание должно быть обращено как на процессы, происходящие во время фаз складчатостей, так и на процессы, связанные с эпохами, разделяющими эти фазы.

Возьмем хотя бы распространенный случай, когда на дислоцированном морском верхнем мелу несогласно залегает горизонтально лежащий континентальный неоген. Анализируя процесс образования этого обнажения, можно грубо расчленить его на три фазы: 1) верхний мел — фаза накопления морских осадков; 2) палеоген — фаза образования складки и ее разрушения;



Взаимоотношение свит при непрерывно продолжающейся складчатости.

3) неоген — фаза перерыва в складкообразовании и накопления континентальных отложений.

Представим себе, что в неогене никакого перерыва в складкообразовании не было и что те процессы, которые происходили в палеогене, непрерывно продолжались в течение всего неогена и четвертичной эпохи. Расчленив этот процесс на отдельные фазы и построив их, легко убедиться, что взаимоотношения свит будут иметь вид, показанный на рисунке.

Непрерывное проявление складкообразования, происходящее одновременно с накоплением осадков, дает картину постепенного и непрерывного изменения угла падения отдельных свит. У поверхности свит, соприкасающихся друг с другом, различие в углах падения будет незаметно, но у свит, значительно удаленных по возрасту друг от друга, углы падения будут резко различны.

Подобная картина наблюдается в ряде районов Средней Азии, и в частности в Ферганской долине. Там местами верхний мел залегает согласно с палеогеном, палеоген согласно с неогеном и неоген согласно с четвертичными. Границы между всеми этими толщами устанавливаются с большим трудом и часто носят условный характер. В то же время, если сравнить неоген с верхним мелом, не говоря уже о четвертичных отложениях, то различие в степени дислоцированности резко бросается в глаза. Подобные взаимоотношения можно объяснить только тем, что альпийская складчатость² происходила непрерывно, начиная с верхнего мела и кончая современной эпохой, вызывая постепенное нарастание степени дислоцированности от более древних свит к более молодым.

Необходимо, однако, отметить, что постепенное изменение углов падения, без образования видимых несогласий, происходит тогда, когда складкообразование сопровождается непрерывным накоплением осадков. Если же в процессе накопления осадков происходит перерыв, то в этом случае также образуется угловое несогласие. Таким образом угловые несогласия вызываются не только перерывами в складкообразовании, но и перерывами в накоплении осадков при продолжающемся складкообразовании.

² Правильнее — альпийский орогенез.

ТЕКТОНИКА ПАМИРА¹

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ ПАМИРА

Еще в 1915 г. автором были выделены северная осадочная зона, северная метаморфическая зона, южная осадочная зона и южная метаморфическая зона. Эти зоны последовательно следуют друг за другом в направлении с севера на юг. Последующие исследования в основном подтвердили правильность выделения этих зон, изменив и уточнив их границы.

Северные осадочную и метаморфическую зоны можно объединить под названием Северный Памир. Южная осадочная зона соответствует Центральному Памиру, а южная метаморфическая зона — Южному Памиру. Этим подразделений мы и будем придерживаться в дальнейшем изложении.

Северный Памир. Основные особенности: 1) сильное проявление варисцийской складчатости; 2) слабая киммерийская складчатость; 3) сильная альпийская складчатость.

Заалайский хребет, восточная часть хребта Петра Первого, бассейн р. Муксу, бассейн оз. Кара-Куль, кроме его южных притоков, бассейн Маркансу, Малый Памир, Кашгарские Альпы, Музтагата и дальше — Куньлунь.

Центральный Памир. Основные особенности: 1) слабая варисцийская складчатость; 2) сильная киммерийская складчатость; 3) сильная альпийская складчатость.

Ванчский и Язгулемский хребты, хребет Музкол, Базар-дара, бассейн Аксу и Мургаба, бассейн р. Тагдумбаш.

Южный Памир. Основная особенность: сплошное развитие интенсивно дислоцированных и метаморфизованных толщ.

Гиндукуш, бассейны рек Шахдары, Гунта и Памира, Ваханский хребет.

Остановимся сначала на описании тектонических структур Памира.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ПАМИРА

Северный Памир. По характеру тектонических структур в Северном Памире и прилегающих областях можно выделить следующие три зоны: зона мезокенозоя, зона палеозоя, зона метаморфических толщ.

Зона мезокенозоя занимает западную цепь хребта Петра Первого, северный склон западной части Заалайского хребта, северный и южный склоны восточной части Заалайского хребта, восточный склон Кашгарских Альп и Куньлуна.

Ее характерными признаками являются:

1) участие в образовании структур почти исключительно

¹ В кн.: Труды XVII сессии Международного геологического конгресса СССР, 1937. М., 1939, т. 2, с. 473—479.

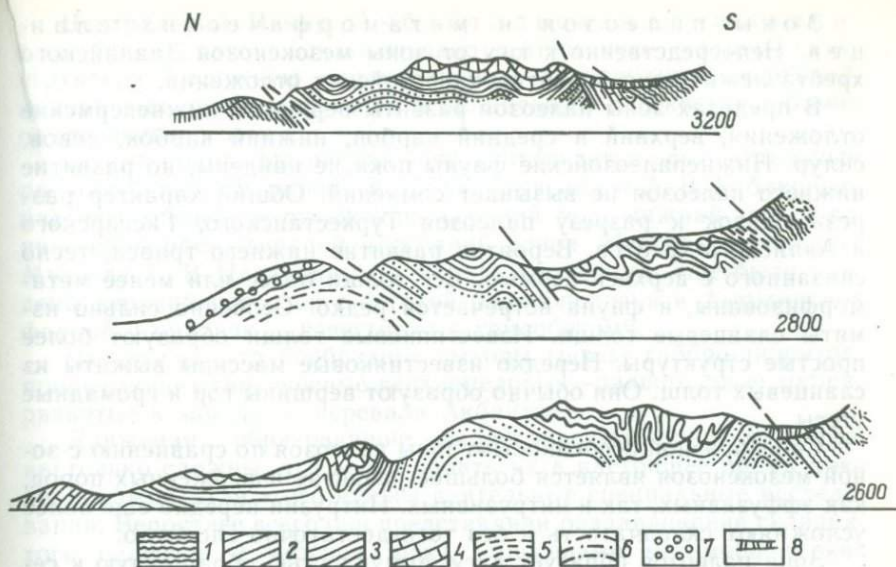


Рис. 1. Схематические разрезы северного склона Заалайского хребта (по Б. А. Борнemannу и С. К. Овчинникову, 1936).

1 — верхний палеозой; 2 — нижний мел; 3 — сенман и турон; 4 — сенон и датский ярус; 5 — эоцен; 6 — олигоцен; 7 — неоген; 8 — ледник.

одних третичных и меловых отложений; значительно реже встречается юра и очень редко триас и палеозой;

2) ясность и сравнительная простота строения отдельных элементов тектонических структур;

3) небольшая метаморфизация мезокенозоя;

4) отсутствие выходов мезозойских изверженных пород.

На рис. 1 даны разрезы, иллюстрирующие тектонические структуры северного склона Заалайского хребта. Сравнивая разрезы Заалайского хребта и хребта Петра Первого, мы отчетливо видим следующее:

1) площадь, занятая мелом и кенозоем, в Заалайском хребте вкрест простираения значительно уже (6—10 км), чем в хребте Петра Первого (40—45 км);

2) складки в хребте Петра Первого значительно положе и проще, чем в Заалайском хребте;

3) разрывы и надвиги в Заалайском хребте значительно более многочисленны и достигают большой амплитуды.

Из этого можно сделать вывод, что в момент отложения меловые и кенозойские толщи в Заалайском хребте и хребте Петра Первого были почти одинаковы по занимаемой ими площади. Наблюдающееся сейчас отличие тектонических структур объясняется значительно большей степенью смятия в Заалайском хребте. Преобладание южных падений надвигов указывает на то, что давление шло с юга, как это уже неоднократно ранее указывалось.

Зоны палеозоя и метаморфических сланцев. Непосредственно к югу от зоны мезозеннозойского Заалайского хребта лежит зона развития палеозойских отложений.

В пределах зоны палеозоя развиты верхне- и нижнепермские отложения, верхний и средний карбон, нижний карбон, девон, силур. Нижнепалеозойские фауны пока не найдены, но развитие нижнего палеозоя не вызывает сомнений. Общий характер разреза близок к разрезу палеозоя Туркестанского, Гиссарского и Алайского хребтов. Вероятно развитие нижнего триаса, тесно связанного с верхней пермью. Все толщи более или менее метаморфизованы, и фауна встречается редко. Особенно сильно измяты сланцевые толщи. Известняковые толщи образуют более простые структуры. Нередко известняковые массивы выжаты из сланцевых толщ. Они обычно образуют вершины гор и громадные утесы.

Своеобразной особенностью зоны палеозоя по сравнению с зоной мезозеннозой является большое развитие изверженных пород, как эффузивных, так и интрузивных. Интрузии нередко еще более усложняют складчатость и без того достаточно сложную.

Зона палеозоя образует дугу, выпуклостью обращенную к северу. Ее средняя часть лежит в средней части Северного Памира. В пределах китайской части Памира она уходит на юго-восток, в Кашгарские Альпы. В Дарвазе она уходит на юго-запад. Основные простирания этой дуги обуславливают простирания главнейших рек и хребтов.

Зона метаморфических сланцев располагается непосредственно к югу от зоны палеозоя. Она сложена разнообразными метаморфическими сланцами. Реже встречаются кварциты, мраморы и метаморфические известняки. Эффузивы нередки, и они сильно метаморфизованы. Интрузии тоже нередки, различного возраста и различной степени измененности. На юге иногда встречаются гнейсы и кристаллические сланцы. Среди метаморфических сланцев можно отметить серицитовые, кварцитовые, кварцитоизвестковистые, тальковые, хлоритовые, кремнистохлоритовые. Кварциты нередко слюдястые, рассланцованные, реже массивные. Известняки полосчатые, жилковатые.

Органические остатки не найдены. Неясность взаимоотношений с нижним палеозоем мешает точному определению возраста. Чаще всего метаморфические толщи относятся к нижнему палеозою, но возможен и более древний возраст, в частности протерозой.

Если для зоны палеозоя все разрезы схематичны, то еще более схематичны они для зоны метаморфических сланцев. Тектонические структуры нередко настолько сложны, что исследователи принуждены отказываться от их изображения, нанося на разрезы только границы главнейших толщ.²

² Государственные геологические съемки 50—60-х годов подтвердили намеченное Д. В. Наливкиным положение южной границы Северного Памира, наличие

Центральный Памир. Акбайтальская зона надвигов представляет исключительно интересную тектоническую структуру — сложную систему чешуй линзовидных очертаний, надвинутых друг на друга по неправильным плоскостям, обычно наклоненным к югу.

Состав пород, слагающих чешуи, отличается исключительным разнообразием. В районе разреза, изученного А. В. Хабаковым, развиты третичные отложения, верхний мел, нижний мел, юра, нижний карбон, верхний и средний девон. Несколько западнее Музкола Д. В. Наливкиным в 1932 г. кроме того еще были найдены верхний палеозой с богатой брахиоподовой и фузулиновой фауной и ордовик — известняки с трилобитами.

Интересны и трубообразные выходы (pipes) габбро-диоритов, прорывающих гипсоносные верхнемеловые—палеогеновые толщи, развитые к западу от перевала Акбайтал.

Движения, образовавшие акбайтальскую зону надвигов, настолько сложны, что восстановить их в настоящее время пока невозможно. Для этого нужны длительные специальные исследования. Вероятнее всего они представляли раздавливание складчатого палеозоя и мезозоя между массивами метаморфических толщ. Падение плоскостей надвигов на юг указывает на давление с юга.

Максимальной сложности тектонические структуры достигают в средней части Памира. К западу и востоку сложность их уменьшается. В этом отношении интересна аналогия с кеномезозойской складчатой зоной Заалайского хребта. И там тектонические структуры достигают максимальной сложности в средней части, упрощаясь по направлению на запад и, вероятно, на восток.

Зона мезозоя и верхнего палеозоя. Южная зона Центрального Памира является областью преимущественного развития юрских, триасовых и верхнепалеозойских отложений, достигающих мощности свыше 5000 м. Эти отложения делятся на два отличных друг от друга комплекса, которым Гайдн (H. N. Hayden, 1916 г.) дал название «памирские известняки и сарыкольские сланцы». Исследования советских геологов позволили значительно уточнить эти понятия.

Памирские известняки — это мощная толща разнообразных известняков общей мощностью до 800—900 м. Верхние горизонты их небольшой мощности, относятся к нижнему мелу (валанжину). Средняя часть, наибольшей мощности до 500—600 м, сложена массивными, нередко рифовыми известняками верхнеюрского возраста. Нижние горизонты — слоистые известняки келловей-батского возраста мощностью 200—300 м.

метаморфических образований нижнего палеозоя, слабометаморфизованных образований венда (?)—верхней перми и представления Д. В. Наливкина о решающей роли для этого района герцинской (варисцйской) складчатости. Вместе с тем выделенные здесь отдельные тектонические зоны оказались несколькими. (Прим. Н. Г. Власова).

Сарыкольские сланцы более разнообразны как по составу, так и по возрасту. Они достигают громадной мощности — 3000—4000 м. Верхняя свита относится к средней и нижней юре и верхнему триасу. Ее мощность около 2000 м. Сложена она преимущественно черными прослоями глинистых песчаников и реже известняков. Средняя свита относится к перми. Вверху преобладают песчаники и сланцы, внизу слоистые известняки с прослоями сланцев. Общая мощность около 800 м. Третья свита условно относится к нижней перми и к верхнему и среднему карбону (она почти не содержит органических остатков). Она нередко носит флишевый характер. Сложена аспидными и кремнистыми сланцами с прослоями песчаников и рассланцованных известняков. Общая мощность около 1500 м.

Тектонические структуры, образованные памирскими известняками, резко отличаются от тектонических структур в сарыкольских сланцах. Эти различия, конечно, объясняются различным сопротивлением давлению, вызываемым различным литологическим составом. Памирские известняки образуют большие, сравнительно простые складки; реже наблюдаются значительные осложнения, вызываемые сериями надвигов. Сарыкольские сланцы, особенно в нижних горизонтах, нередко интенсивно измяты, образуя изоклинальные и веерообразные складки; иногда эти складки дисгармоничны по отношению к складкам памирских известняков.

Разрезы, иллюстрирующие эти структуры, даны на рис. 2 и 3.³

Южный Памир (географически — юго-западный Памир) полностью сложен многокилометровой толщей кристаллических сланцев, гнейсов и мраморов.⁴ Эта толща описана С. И. Клуниковым, давшим ей название «южнопамирская кристаллическая толща». Она сложена разнообразными кристаллическими сланцами — кианитовыми, гранатовыми, слюдяными и др., гнейсами очковыми, роговообманковыми, биотитовыми и др. Наблюдаются отдельные крупные интрузии, но во многих местах гнейсы и мраморы тянутся на десятки километров лишь с послойными инъекциями и маломощными жилами. Общая мощность всей толщи

³ «Центральный Памир», по Д. В. Наливкину, впоследствии был разделен на Центральный и Юго-Восточный Памир. К первому были отнесены геологические структуры, находящиеся главным образом к северу от Сарезского озера и к западу от долины р. Аксу, ко второму — остальные. В процессе упоминавшихся геологических съемок (см. с. 150, прим. 2) представления о стратиграфии Юго-Восточного Памира были несколько изменены. С этих позиций возраст слоев на рис. 3 следующий: *a* — ранний карбон—ранняя пермь; *b*, *c* — ранняя и верхняя пермь; *d* — ранний и средний триас; *e* — поздний триас; *f*, *g*, *h* — ранняя, средняя и поздняя юра. (Прим. Н. Г. Власова).

⁴ Эта крупная структура выделяется вслед за Д. В. Наливкиным всеми исследователями. Чаще она называется Юго-Западным Памиром и рассматривается в качестве срединного массива, сложенного образованиями архея и нижнего протерозоя, регионально метаморфизованными в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций. Отмечается простота крупных складок Юго-Западного Памира, приближающихся к брахиформным, и наличие здесь же мелких сложных дисгармоничных складок более высоких порядков. (Прим. Н. Г. Власова).

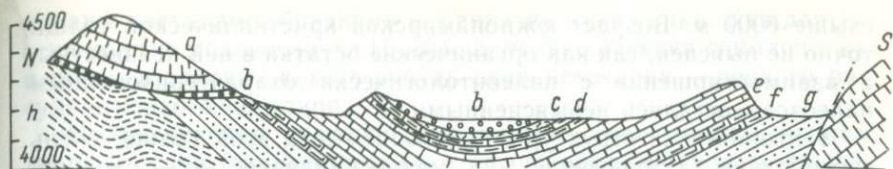


Рис. 2. Схематический разрез среднеюрских отложений долины Караулдын-дала, Центральный Памир (по В. П. Ренгартену, 1935 г.).

a — известняки верхней юры; *b* — известняковые конгломераты; *c* — массивные известняки (келловей?); *d* — темные известняки; *e* — хрупкие черные известняки; *f* — грубослоистые известняки (байос); *g* — пестрые глинистые сланцы; *h* — глинистые сланцы (пермь).

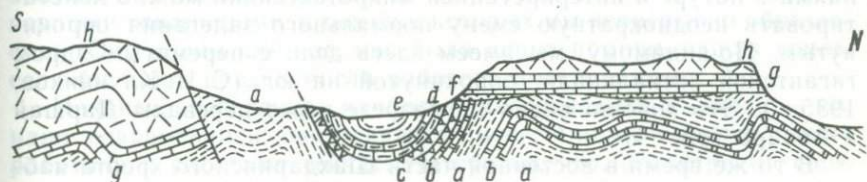


Рис. 3. Соотношение (схематическое) титона, триаса и перми в хр. Зоу-таш, Центральный Памир (по В. П. Ренгартену, 1935 г.).

a — пермские сланцы; *b* — пермские известняки; *c* — туфогенная свита; *d* — известняки верхнего триаса; *e* — сланцы триаса; *f* — красный базальный конгломерат; *g* — слоистые известняки титона; *h* — массивные известняки титона.

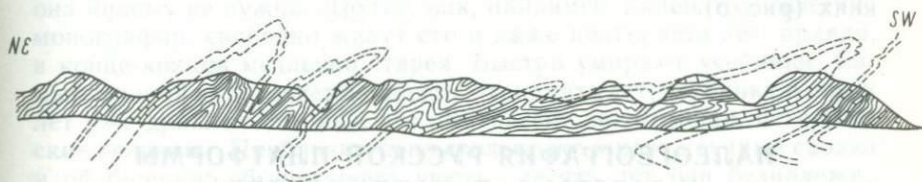


Рис. 4. Схематический разрез Шахдаринского хребта (Вахан) (по С. И. Клуникову, 1935 г.).

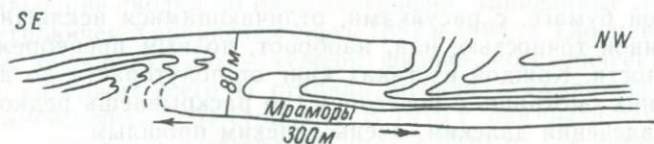


Рис. 5. Складка волочения у кишлака Даршай (по С. И. Клуникову, 1935 г.).

свыше 6000 м. Возраст южнопамирской кристаллической толщи точно не выяснен, так как органические остатки в ней неизвестны, а взаимоотношения с палеонтологически охарактеризованным палеозоем остались невыясненными.

Тектонические структуры, наблюдаемые в этой толще, очень своеобразны. Наблюдение над микроскладчатостью — сложной плоччатостью в гнейсах и сланцах, кливажем и т. п. — показывает, что все свиты чрезвычайно сильно измяты, и складчатость достигает исключительной силы. В западной части Шахдаринского хребта развита система косых и изоклинальных складок, опрокинутых, как правило, на юг и юго-запад. Преобладает северное падение, обычно довольно крутое. Непосредственными наблюдениями в натуре и интерпретацией микротектоники можно констатировать неоднократную смену нормального залегания опрокинутым. По-видимому, мы имеем здесь дело с перемятым ядром гигантской антиклинали, опрокинутой на юг (С. И. Клуников, 1935 г.). Это хорошо видно на разрезе через перевалы Даршай и Абхарв (рис. 4).

В то же время в восточной части Шахдаринского хребта наблюдается почти горизонтальное или слабо нарушенное залегание. С. И. Клуников считает, что подобное залегание отнюдь не доказывает слабости складчатости, как это иногда считали. По его мнению, мы имеем дело с лежащим крылом гигантской лежащей складки, опрокинутой на юг и являющейся типичной складкой волочения (drag-fold). Подобные складки, только меньших размеров, широко развиты и иногда хорошо видны в обнажениях (рис. 5).

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И РАБОТЫ А. П. КАРПИНСКОГО¹

Каждый из нас в своей работе окружен книгами, и все они различного возраста. Немногие из них переплетены в старинные кожаные переплеты, напечатаны на синеватой или сероватой шершавой бумаге, с рисунками, отличающимися исключительно кропотливой точностью, или, наоборот, полным пренебрежением к реальности. Каждой из таких книг от полутора до двухсот лет; на них смотришь с почтением, но раскрываешь редко, в периоды увлечения далеким, очень далеким прошлым.

Несколько больше, но все же немного книг помоложе; они значительно меньшего формата, в потертых папочных переплетах, напечатаны на бумаге, уже похожей на современную, но иллюстри-

¹ Доклад на заседании Академии наук СССР 3 февраля 1947 г., посвященном 100-летию со дня рождения А. П. Карпинского. Опубликовано в Изв. АН СССР. Сер. геол., 1947, № 1, с. 13—22.

рованы рисунками, близкими к фантазии художника. Каждая из этих книг не моложе эпохи Пушкина; только изредка снимаешь их с полки в поисках какого-нибудь первоисточника — первого рисунка, первого описания.

Необыкновенно разнообразны книги — современники наших дедов и отцов; они представляют то огромные фолианты, то маленькие, почти карманного размера брошюры, то весят десятки килограммов, то легки, как тетради; бесконечно разнообразны их переплеты, бумага, иллюстрации. Впервые появляются фотографии, тоже разные по качеству: одни — как млечный путь или какая-нибудь туманность, другие, наоборот, изящны и красивы, с тонким рисунком изображений. Таких книг уже значительно больше, и некоторые из них до сего времени являются нашими верными товарищами, к помощи которых мы непрерывно обращаемся. Они ценны для нас, как была ценна помощь наших отцов, если бы наши предки могли работать вместе с нами.

Наконец, последние, наиболее многочисленные книги — это наши современники; они родились вместе с нами и вместе с нами работали и работают сейчас. Интересно, что, несмотря на свою многочисленность, они более однотипны, подобраны, аккуратны и, пожалуй, более сухи. Большие, громоздкие фолианты бесследно исчезают, формат, бумага, переплеты становятся удобней, глаже и привычней. Без этих книг мы не можем работать — они всегда с нами, они живут с нами одной жизнью.

Однако жизнь эта очень различна. У одних она эфемерна — месяц, два, а натяжкой год, и книга умерла, ее никто не читает, она никому не нужна. Другие, как, например, палеонтологические монографии, свободно живут сто и даже полтора-дваста лет, правда, в конце-концов медленно старея. Быстро умирают учебники. Самый лучший курс живет двадцать—тридцать лет, учебники в сорок лет уже дряхлые старики, а в шестьдесят лет — мощи, исторические реликвии. Приблизительно столько же живут научные сводки и обобщения: обычно через шесть—десять лет они безнадежно стареют, писать такие сводки — тяжелая и неблагодарная задача.

К счастью, из этого правила бывают исключения, правда, очень и очень редкие. Среди сонма теней, безмолвно уходящих в прошлое, они сияют, как одинокие звезды в небе. К ним относятся две небольшие сводки по палеогеографии, написанные Александром Петровичем Карпинским еще в 1887 и 1894 гг. Они невелики по объему: первая из них — «Очерк физико-географических условий» — содержит всего 47 страниц, вторая — «Характер колебаний земной коры» — 31 страницу. В 1919 г. они были переизданы в серии «Классики естествознания», в 1939 г. — в собрании сочинений. Уже при первом появлении они произвели громадное впечатление; еще более возросло оно в последующие десятилетия. Ссылки на эти статьи цитировались во многих десятках и даже сотнях работ; выдержки из них и палеогеографические схемы вошли во все учебники. Несмотря на большой и новый фактический материал, полученный за годы пятилеток, и сейчас мы продолжаем

ссылаться на них, строить на них новые выводы, пользоваться ими в нашей работе.

Что же является причиной такой исключительной, совершенно поразительной жизнестойкости этих двух небольших книг, скорее даже брошюр? Ответ на этот вопрос ясен и прост: во-первых, исключительно правильная методика и, во-вторых, — самое тщательное и добросовестное изучение громадного фактического материала. А. П. Карпинский один из первых, если не первый, построил свою работу на двух основных положениях: 1) каждое геологическое явление представляет только этап, отдельное звено в непрерывно идущем и развивающемся историческом процессе; 2) каждое геологическое явление можно правильно понять, лишь изучая его во взаимоотношениях с другими смежными явлениями.

А. П. Карпинский впервые с необычайной ясностью и полнотой показал развитие геологического процесса. Существовавшие ранее, неподвижные, оторванные одно от другого построения сменились стройной картиной величественного процесса развития лика Земли, картиной непрерывной и поразительной смены морей и суши, картиной непрерывной борьбы двух противоположностей — трансгрессии и регрессии, наступания и отступления моря.

В работах А. П. Карпинского мы находили не только самый детальный фактический материал, но и ценнейшие методические указания. Это и делает их такими же яркими и жизненными, каким был и сам автор.

Остановимся кратко на реконструкции истории палеогеографии Русской платформы, созданной А. П. Карпинским. Многие из нас хорошо ее знают, но на выдающуюся картину можно смотреть много раз с равным удовольствием, а работу А. П. Карпинского можно вполне сравнить с такой картиной.

Реконструкция охватывает громадный промежуток времени — не менее тридцати миллионов лет.² Уже к началу этого периода Русская платформа представляла восточную половину гигантского монолитного Балтийского массива, казалось, навсегда застывшего на поверхности Земли в виде огромной плиты диаметром до 3000 км. Но эта неподвижность только кажущаяся. Уже в начале кембрийского периода вся западная половина массива медленно опускается, морская трансгрессия перекрывает Скандинавию и в виде узкого залива проникает на север платформы (рис. 1).

Ленинградцам этот залив хорошо знаком, так как на его дне образовались ордовикские известняки, из которых сделаны плиты ленинградских тротуаров и ступеньки лестниц. Вместе с ордовикскими известняками отложились и толщи эстонских и гдовских горючих сланцев.

² В то время еще не было общепринятой шкалы возраста, основанной на распаде радиоактивных элементов. Поэтому приводимые здесь и ниже цифры значительно занижены. (Прим. сост.).

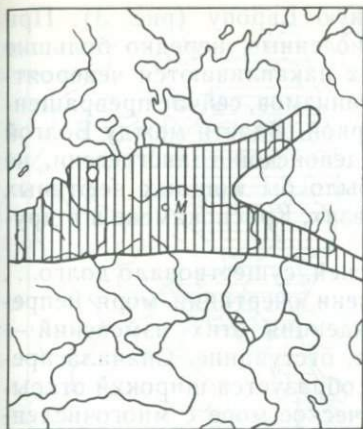


Рис. 1. Раннесилурийский (ордовикский) бассейн.

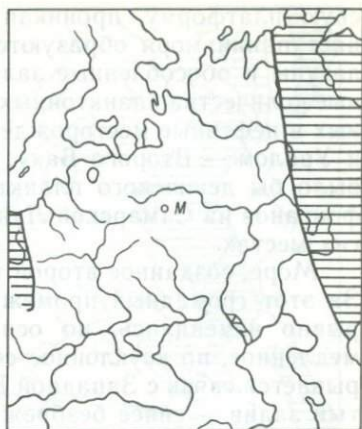


Рис. 2. Раннедевонский бассейн.

Эта первая трансгрессия существует недолго. . . ; массив поднимается и море снова отступает, сменяясь сушей (рис. 2), так называемым древним красным материком. В красноцветных песчаниках, отлагавшихся на поверхности этого материка, в Москве, глубокими буровыми скважинами вскрыты минеральные воды с многими очень ценными компонентами. Весьма вероятно, что москвичи в ближайшее время будут отдыхать на благоустроенном курорте, где-нибудь около Ленинских Гор, пить нижедевонские минеральные воды и принимать целебные ванны.

Но и девонский материк существовал сравнительно недолго. На этот раз опускается восточная часть Балтийского массива, и новая, вторая морская трансгрессия затопляет почти всю Рус-

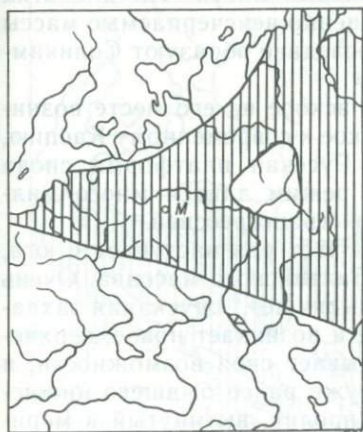


Рис. 3. Конец среднедевонской эпохи.

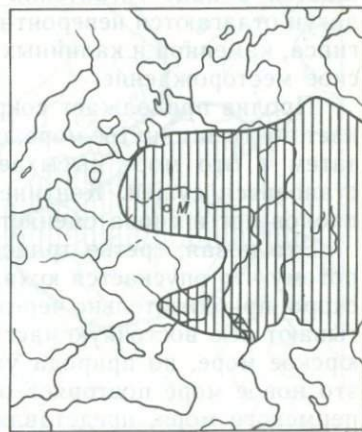


Рис. 4. Раннекаменноугольный бассейн.

скую платформу, проникая в Западную Европу (рис. 3). При наступании моря образуются многочисленные, нередко большие лагуны и обособленные заливы; в них накапливаются невероятные количества планктонных микроорганизмов, сейчас превращенных в нефтяные месторождения обширной области между Волгой и Уралом — Второго Баку. Не будь девонской трансгрессии, не было бы девонского планктона, не было бы мощных нефтяных фонтанов на Самарской Луке, в Туймазах, Краснокамске и в других местах.

Море, созданное второй трансгрессией, существовало долго. . . За этот громадный промежуток времени очертания моря непрерывно изменялись, но основная тенденция этих изменений — медленное, но неуклонное сокращение, отступление. Сначала прерывается связь с Западной Европой и образуется широкий открытый залив — синее безбрежное тропическое море с многочисленными небольшими коралловыми рифами, богатой фауной, среди которой, как молния, пронеслись разнообразные, окрашенные во все цвета радуги осьминоги, точнее говоря головоногие, спасаясь от преследования не менее разнообразных и причудливых акул. По берегам моря в каменноугольном периоде на сотни километров тянулись непроходимые болота, заросшие богатейшей растительностью. На их месте сейчас лежит Подмосковский угленосный бассейн и дымят десятки шахт и электростанций. В других прибрежных озерах отлагались мощные залежи ценнейших огнеупорных глин; еще далее на север, в таких же озерах в районе Тихвина накапливались пласты бокситов, важнейшей алюминиевой руды. Очертания моря в эту эпоху показаны на рис. 4.

В конце каменноугольного периода впервые поднимаются Уральские горы (они поднимались три раза), и открытый залив превращается в сравнительно узкий пролив (рис. 5). Затем этот пролив продолжает сокращаться, его восточная половина превращается в пояс гигантских горько-соленых лагун. На дне этих лагун отлагаются невероятные, совершенно неисчерпаемые массы гипса, каменной и калийных солей. Последние образуют Соликамское месторождение.

Пролив продолжает сокращаться; вскоре на его месте возникает почти замкнутое море, очень близкое к современному Каспию, затем и это море высыхает, и вся Русская платформа снова становится сушей. Континентальный режим длится много миллионов лет и снова сменяется морской трансгрессией.

Эта новая, третья трансгрессия на этот раз наступает с юга, потому что опускается южная часть Балтийского массива. Очень скоро, приблизительно через пятьсот тысяч лет,³ опускания захватывают всю восточную часть массива, и возникает новое, верхнеюрское море, но природа уже исчерпывает свои возможности, и это новое море повторяет очертания уже ранее бывшего нижнепермского моря, представляет собой пролив, вытянутый в мери-

³ См. сноску 2 на с. 156.

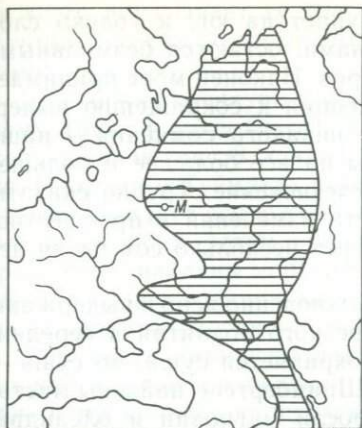


Рис. 5. Конец каменноугольного периода.



Рис. 6. Раннемеловой бассейн.

диональном направлении (рис. 6). Очертания этого пролива быстро и непрерывно изменяются; возникают новые лагуны и обособленные заливы, в стоячей зараженной сероводородом воде которых отлагаются органические осадки — современные горючие сланцы. В боковых, узких проливах, в результате действия быстрых течений, возникают пласты фосфорита и глауконита. Сейчас эти пласты и горючие сланцы эксплуатируются многочисленными рудниками.

Север Балтийского массива резко поднимается, и море послушно и так же резко изменяет свои очертания. Из меридионального оно становится широтным (рис. 7). С тех пор судьба его решена, оно обречено на гибель. С каждой новой эпохой оно

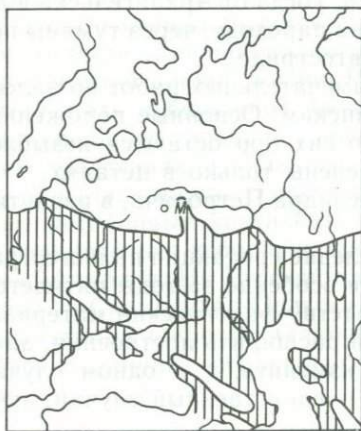


Рис. 7. Позднемеловой бассейн.

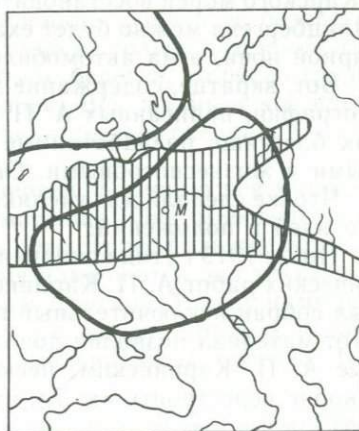


Рис. 8. Раннесилурийский (ордовикский) бассейн.

сокращается, береговая линия отступает на юг, и только слои известняков, переполненных раковинами, остаются безмолвными свидетелями бывших морских просторов. Наконец море принимает свои современные границы, но тенденция к сокращению выдерживается настолько четко, что нет никакого сомнения — наши Черное и Каспийское моря обречены на все большее и большее усыхание и, возможно, на полное исчезновение. Трудно сказать, когда это будет, но, судя по скорости изменений в предшествовавшие эпохи, вряд ли ранее, чем через несколько сот тысяч лет (см. сноску 2 на с. 156).

Если на юге отступление моря необыкновенно ясно и выдержано, то на севере картина иная. После резкого поднятия в середине мелового периода здесь все время сохраняется суша, но суша — мало похожая на современную. На Шпицбергене найдены листья пальм, на Земле Франца-Иосифа росли магнолии и олеандры, как сейчас на южном берегу Крыма. В дальнейшем начинается непрерывно идущее похолодание. Климат становится умеренным, затем холодным и наконец, в середине четвертичной эпохи, — арктическим. Весь север массива покрывается гигантским ледяным покровом, достигающим невероятной, сказочной толщины — 3—4 км.

Под тяжестью этой невообразимой массы льда весь массив медленно опускается, и море с севера проникает в его пределы, образуя так называемую бореальную трансгрессию.⁴ Когда ледяной покров стаял, весь массив начал подниматься и море отступать. Существует мнение, что это море сейчас уже полностью отступило, но это глубоко неверно. Современные Баренцево и Карское моря — несомненно остатки бореальной трансгрессии, и продолжающиеся поднятия вызовут их быстрое отступление. Темпы отступления настолько велики, что вполне возможно очень скоро, через несколько десятков или сотен тысяч лет, на месте Баренцева и Карского морей восстановится суша. Тогда от Архангельска и до Шпицбергена можно будет ехать не на пароходе, через туманы полярной ночи, а на автомобиле по автостраде.

Вот, вкратце, содержание двух замечательных работ по палеогеографии, написанных А. П. Карпинским. Основные положения, так блестяще разработанные им, до сих пор остаются незыблемыми и жизнеспособными. Они изменены только в деталях.

Что же сделали мы, ученики Александра Петровича, в развитие его идей и положений?

После 1919 г., года окончания последней редакции палеогеографических работ А. П. Карпинского, и особенно за годы пятилеток был собран исключительный по богатству фактический материал. Этот материал позволил дополнить и расширить построения, данные А. П. Карпинским, несколько изменить, а в одном случае в корне перестроить их. То, что это — единственный случай, луч-

⁴ Бореальная трансгрессия охватывает огромные площади и поэтому связывать ее с оледенением на Балтийском щите нельзя. (Прим. сост.).

ше всего показывает ту блестящую прозорливость, тот высокий научный анализ, которые были так свойственны А. П. Карпинскому.

Для нижнего силура (ордовика) А. П. Карпинский дал свою схему (рис. 8, *штриховка*), которую сейчас мы изображаем несколько иначе (рис. 8, *линия*). Глубокие буровые скважины в Минске, Сызрани и Туймазах показали отсутствие ордовика; соответственно отпадает вся южная часть своеобразного вилкоподобного залива на рис. 8. Затем в Арктике, Пай-Хое, на Тимане и по всему Уралу были найдены морские ордовикские отложения, которые говорят о существовании здесь не суши, а моря. Несомненно широкое развитие морского ордовика и на юге.

Еще более интересны палеогеографические явления, происходившие в конце ордовика и начале силура. Среди них особенно важные проявления каледонской складчатости, в результате которых возникли высокие складчатые горы; их можно назвать Тиманидами. Они располагались на месте Тимана и западнее последнего. Продукты разрушения Тиманид, сносимые в Уральское море, образовали там мощные толщи песчаников и глинистых сланцев силурийского и нижнедевонского возраста.⁵

Во все другие палеогеографические схемы, составленные А. П. Карпинским, мы должны внести изменения и дополнения, но они почти всегда невелики и не изменяют сущности схем.

Второе важное дополнение, которое мы можем сделать, это, так сказать, расширение познаний процесса образования лика Земли в глубь веков. Схемы, данные А. П. Карпинским, кончились нижним силуром (ордовиком); сейчас мы составили их для кембрия, начинаем разрабатывать для протерозоя и намечаем даже для археозоя.

Для нижнего археозоя характерно полное отсутствие установившихся материковых массивов и даже островов. Участки суши быстро возникли и так же быстро опустились под уровень Мирового океана. Крайняя неустойчивость суши и ее береговой линии были причиной полного отсутствия не только наземной, но и прибрежной донной жизни. Раз не было берегов, то очень трудно было жить и береговой фауне и флоре. Вся жизнь в это время была сконцентрирована у поверхности открытого океана и в основном представляла планктон.

В начале нижнего протерозоя впервые формируются монолитные устойчивые континентальные массивы. Они многочисленны и сравнительно небольших размеров. Это скорее большие острова, чем материка. На Русской платформе намечаются два таких массива — Скандинаво-Польский и Волго-Донской. Между ними располагаются широкие мелководные моря, на дне которых отлагаются различные осадки — современные кварциты, сланцы, фил-

⁵ Полученные позже данные бурения говорят о более древнем возрасте Тиманид. К северо-востоку от них силур и девон представлен карбонатами. Песчаники и глинистые сланцы распространены восточнее. (*Прим. сост.*):

литы, доломиты и известняки. Впервые появляется прибрежная донная жизнь, и местами остатки микроорганизмов встречаются в таких количествах, что образуют пласты своеобразной битуминозной породы — шунгита. Первыми представителями донной жизни были известковые водоросли, наиболее легко переносившие крайне изменчивые условия береговой зоны того времени. В связи с небольшими размерами континентов континентальные отложения неизвестны и скорее всего отсутствуют.

В конце нижнего протерозоя участки моря между континентальными массивами заполняются складчатыми горами и возникает новый континентальный массив уже довольно больших размеров. На его поверхности отлагаются первые континентальные осадки, известные овручские и шокшинские песчаники.

Только в конце ордовика Балтийский массив формируется окончательно.⁶ В дальнейшем после замыкания Уральской геосинклинали он сливается с Сибирским массивом и образует новый, еще больший массив — Евразию. Нет сомнения, что в будущем Евразия соединится с Африкой, образовав обширный материк — Афеvразию.

Таким образом, тенденция роста континентальных массивов вырисовывается совершенно ясно и отчетливо, и она лежит в основе всех наших палеогеографических построений.

Достижения советских геологов выражаются также в детализации палеогеографических построений. А. П. Карпинский мог дать для всего нижнего палеозоя только одну палеогеографическую схему — для нижнего силура. Теперь же благодаря новым геологическим наблюдениям и особенно на материалах новых глубоких буровых скважин мы можем полностью восстановить историю развития Русской платформы и представить ее в виде серии палеогеографических схем. Четыре такие схемы представлены на рис. 9. Первая из них изображает нижнекембрийский залив в Прибалтике в эпоху его максимального развития, эпоху отложения синей глины. Вторая схема отвечает среднему кембрию, когда вся платформа была сушей и только на Пай-Хое и Полярном Урале существовал небольшой морской залив. В третью эпоху, эпоху тремадокского яруса, начала ордовикского периода, в Прибалтике снова возникает залив, только несколько меньших размеров и более замкнутый. В средней части залива отлагались диктионемовые сланцы, а в береговой зоне — оболочные песчаники. Наконец, в среднеордовикскую эпоху, эпоху накопления ортоцератитовых и эхиносферитовых известняков, образуется неширокий пролив, соединяющий Скандинавское море с Арктическим.⁷

Приведенный пример детализации палеогеографических схем для нижнего палеозоя является только одним из многих. Такая же

⁶ По современным представлениям, это произошло в конце раннего протерозоя. (Прим. сост.).

⁷ Бурение, проведенное в 50—60-х годах, показало более широкое распространение нижнепалеозойских морей. (Прим. сост.).

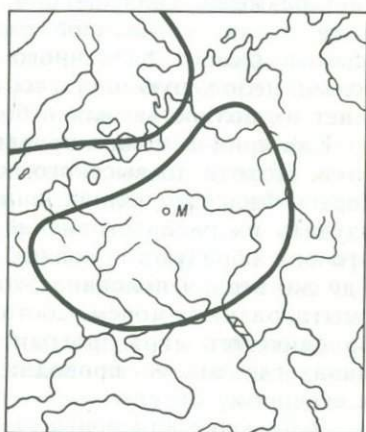
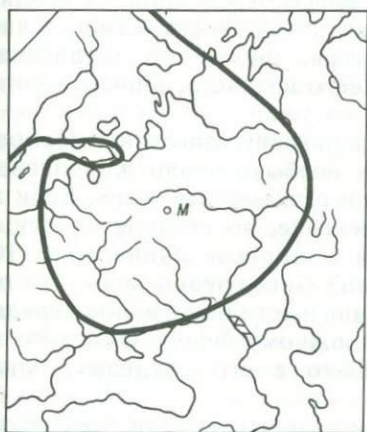
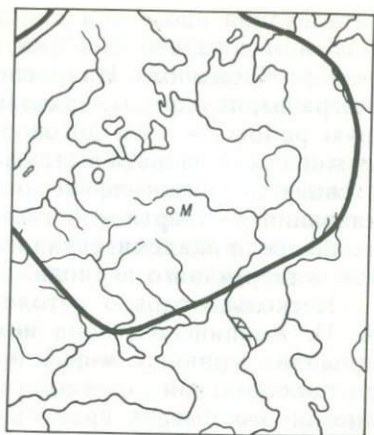
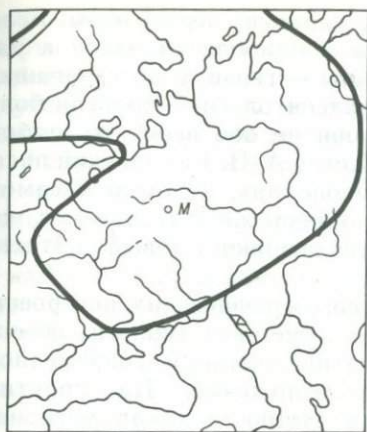


Рис. 9. Раннепалеозойский бассейн.

*южный берег
Финского залива*

*северный берег
Финского залива*

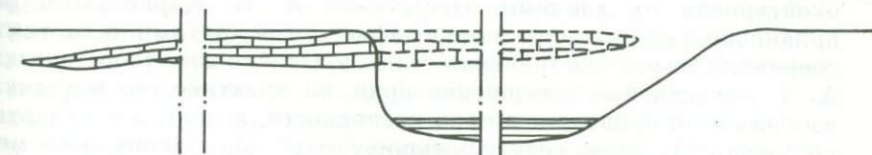


Рис. 10. Схема разреза ордовикских отложений Прибалтики.

детализация проведена для девона, карбона, перми, юры, мела; особенно детально она для неогена и наиболее близкой к нам четвертичной эпохи. Наши специалисты — геологи-четвертичники, географы, почвоведы, археологи и палеонтологи — провели большую работу, и хотя договорились они не обо всем, эту работу можно смело назвать выдающейся. Когда А. П. Карпинский писал о своих палеогеографических исследованиях, не было и самого названия «четвертичная геология»; теперь же мы надеемся, что скоро среди академических институтов возникнет новый — Институт четвертичного периода.

Несколько слов о методике палеогеографических построений А. П. Карпинский, а за ним и мы, советские геологи, обычно проводим границы морей прошлого по границам современного распространения соответствующих отложений. На практике иногда это бывает правильно, но в сущности такая методика, конечно, ошибочна. Ошибочна эта методика потому, что не учитывает размыва, уничтожения, сноса ранее отложившихся осадков в те эпохи, когда они составляли поверхность суши. Такой размыв бывает различного характера; иногда он затрагивает только небольшую часть пород данного возраста, иногда уничтожает их полностью или в большей части.

Как пример можно привести ордовикские известняки Прибалтики. Доходя до высокого, крутого, необыкновенно живописного берега Финского залива, они сразу и резко обрываются. Если же изучить их распространение и изменение, то становится ясным, что они образуют половину тонкой и широкой линии (рис. 10). Где же вторая половина этой линии? Совершенно ясно, что она смыта, размыва морем. Соответственно и истинная граница среднеордовикского моря проходит не по южному берегу Финского залива, где мы ее проводим, а где-то в его пределах, ближе к северному берегу.

В большей или меньшей степени размывы осадки всех других бассейнов прошлого. Установить размеры этого размыва трудно, а иногда даже невозможно. Поэтому А. А. Борисяк, один из наших крупнейших палеогеографов, сознательно отказался вообще от проведения границ морей и континентов прошлого. На палеогеографические карты он наносил только выходы отложений, не оконтуривая их линиями. Построения А. П. Карпинского он правильно называл не палеогеографическими картами, а картами современного распространения осадков. Однако хотя теоретически А. А. Борисяк был совершенно прав, на практике его методика изображения привела к потере наглядности, а иногда и полноты построений. Поэтому сейчас большинство геологов вернулось к методике, предложенной А. П. Карпинским, дополняя ее указаниями возможных границ морей прошлого.

Последнее достижение советских геологов, которое необходимо сегодня отметить, это изучение континентов и континентальных отложений. Основным стимулом к развитию этого изучения был рост за годы пятилеток нашей угольной и особенно нефтяной

промышленности. Крупнейшие месторождения каменного угля и нефти связаны с континентами прошлого. Интенсивный рост добычи угля и нефти обусловил такой же интенсивный рост изучения тех осадков, в которых находятся⁸ уголь и нефть, т. е. континентальных отложений.

Если мы изучим схемы, данные А. П. Карпинским, и прочтем их описания, то станет ясно, что они касаются почти исключительно морских бассейнов. Континенты почти не рассматриваются. Это объясняется тем, что изучение континентальных отложений у нас продвинулось вперед в основном за последние два десятилетия. Это продвижение позволяет сделать ряд выводов, важных в теоретическом и в промышленном отношениях.

Как пример можно взять нижнекаменноугольную угленосную толщу. Эта сравнительно небольшая пачка песчано-глинистых пород мощностью от 15 до 70 м прослежена в глубоких буровых скважинах на громадном расстоянии от Москвы до Урала. Геологическое значение этой пачки пород заключается в том, что она свидетельствует об исключительно большой, необыкновенной скорости некоторых геологических явлений. Весь громадный материк одновременно и быстро поднимается выше уровня океана, становится сушей и затем так же внезапно, так же быстро снова опускается в море. Это один из случаев, который показывает, что крупнейшие геологические явления иногда происходят не в миллионы и сотни тысячи лет, как это мы обыкновенно считаем, а несравненно быстрее — в тысячи, а может быть, и в сотни лет.⁹ С такой же скоростью происходят движения материков и в другие континентальные эпохи, например в петинскую и пашийскую эпохи верхнего девона.

Промышленное значение континентальных толщ и пачек весьма велико. С нижнекаменноугольной толщей связаны Подмосковский угленосный бассейн, Селижаровское и Боровичское месторождения углей, ценнейшие боровичские огнеупорные глины, тихвинские бокситы — одна из баз нашей алюминиевой промышленности — и, наконец, нефтяные месторождения Самарской Луки, Прикамья, Туймазов и других районов «Второго Баку». Крупнейшие залежи высококачественной нефти находятся в девонских континентальных пачках; из небольших прослоев девонских песков бьют мощные нефтяные фонтаны, не уступающие фонтанам самого Баку. Благодаря девонским континентальным отложениям обширная область между Волгой и Уралом сможет занять то почетное место, которое ей отведено в четвертой пятилетке. Крайне быстро возникающие, весьма непродолжительные континентальные эпохи в геологической истории Земли обуславливают в наше время создание крупнейших промышленных объектов и строительство новых железных дорог, рудников, поселков и даже новых городов.

⁸ Очевидно, здесь имеется в виду бобриковский горизонт Русской плиты. (Прим. сост.).

⁹ См. сноску 2 на с. 156.

Палеогеография, казалось бы такая отвлеченная наука, приобретает особое значение в поисках толщ и свит, обогащенных полезными ископаемыми. Наши нефтяники, угольщики, бокситчики, а за последние годы и никельщики и молибденщики проявляют очень большой интерес к палеогеографии, и это привело к положительным результатам — уже открыты и будут открыты новые, иногда весьма крупные месторождения. Недаром А. П. Карпинский, по специальности горный инженер, питомец Ленинградского горного института, всю жизнь тесно связанный с горной промышленностью, так ценил палеогеографию. Палеогеография представляет блестящий пример сугубо теоретической, отвлеченной науки, имеющей в то же время важнейшее промышленное значение. Дальнейшее развитие этой науки, расширение применения ее в геологической практике, включение ее в программы высших учебных заведений будет достойным увековечением памяти А. П. Карпинского, основателя русской палеогеографии.

УЧЕНИЕ О ФАЦИЯХ. Том I

Глава I. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ¹

Назначение руководства

Понятие «фация» появилось в геологии более ста лет назад. В 1838 г. швейцарский геолог Грессли писал: «Я пришел к заключению, что каждое отложение в пределах своего горизонтального распространения обнаруживает довольно определенные вариации; эти вариации представляют постоянные особенности как в своем петрографическом составе, так и в палеонтологических признаках комплекса их ископаемых, причем их изменения подчинены особым и постоянным законам». Для этих изменений Грессли и предложил название «фация отложений».

Таким образом, мы видим, что основной причиной появления понятия «фация» был тот факт, что отложения одного и того же возраста, образующиеся в разных точках земной поверхности, резко различны. Но главное развитие учение о фациях получило сравнительно недавно благодаря все большему внедрению в геологические исследования палеогеографического метода.

Учение о фациях является естественным введением в палеогеографию — науку, имеющую своей целью восстановить распределение морей и суши, воссоздать ландшафт и весь облик земной поверхности, какой она имела в минувшие геологические эпохи. Учение о фациях в значительной части является учением об условиях образования осадков. С осадками — осадочными отло-

¹ Учение о фациях. М.; Л., 1955, т. I, с. 5—15.

жениями — связано огромное число нередко крупнейших месторождений нерудных и рудных полезных ископаемых. Достаточно назвать каменные угли Кузбасса и Донбасса, бакинскую и грозненскую нефть, соликамские калийные соли, керченские и липецкие железные руды, медистые песчаники Урала и Казахстана, тихвинские и уральские бокситы, чтобы стало ясно колоссальное экономическое значение месторождений, связанных с осадочными толщами. Знание условий образования этих осадочных толщ — это знание условий образования месторождений.

Условия образования месторождений служат базой, фундаментом, на котором должно строиться все изучение данного месторождения и, в частности, его разведка. Знание особенностей того бассейна, в котором образовывалось данное месторождение, нередко определяет границы последнего, мощность и тип самого ископаемого, т. е. дает основной материал не только для геологических, но и для разведочных работ. Каждый разведчик осадочного месторождения должен знать условия его образования, должен знать те фации, с которыми оно связано, должен уметь в них разбираться. Иначе он будет ремесленником, ведущим работы по указаниям, чисто механически.

Не менее велико значение учения о фациях и для геолога. Основная задача геолога заключается в установлении стратиграфического разреза и последовательности отложения осадков, а для этого прежде всего нужно знать условия их образования, знать учение о фациях. Еще большее значение учение о фациях имеет для решения другого не менее важного вопроса, а именно — вопроса о распространении и границах данного отложения.

Большое значение учение о фациях имеет и для палеонтолога. От характера осадка и условий его образования зависит распределение животного и растительного мира. Изучение фаций позволяет восстановить физико-географические условия прошлого, а эти условия служат главнейшим фактором в распределении, появлении и образовании тех или других форм органического мира. И наоборот, особенности строения вымерших животных и растений позволяют нам судить об условиях образования тех осадков, в которых они погребены.

Понятие «фация»

Как видно из первого определения, данного Грессли, фация — это осадок (горная порода), на всем своем протяжении обладающий одинаковым литологическим составом и заключающий в себе одинаковую фауну и флору. Это определение действительно как для отложений прошлого, представляющих уплотненные, нередко измененные горные породы, так и для современных неизмененных осадков. Совокупность животных и растений, связанных с данной фацией, называется биоценозом. Совокупность физико-географических условий, связанных с данной фацией, называется биотопом. Поскольку фации прежде всего являются горными по-

родами, изучение их представляет основную задачу петрографии осадочных пород, или литологии. Однако значение фаций выходит далеко за пределы литологии. В их изучении литология служит только вспомогательной наукой, правда, дающей весьма важный фактический материал. Основная задача учения о фациях заключается в восстановлении палеогеографии. Это обстоятельство и придает учению о фациях то значение, которое оно получило за последнее время.

Исследуя ископаемый организм, мы изучаем его скелетные образования, по существу часть породы, но по этой части породы мы восстанавливаем весь организм со всеми его мягкими частями, уже давно исчезнувшими.

Точно так же, изучая фацию, мы изучаем часть породы, которая представляет собой как бы часть природы с ее климатом, физико-географическими условиями, ее растительностью и животными. Плох тот палеонтолог, который, изучая фауну, только описывает скелетные образования, не стараясь восстановить все животное, со всеми его особенностями, взаимоотношениями и даже условиями жизни. Плох тот геолог, который, изучая фации, только описывает осадки, не стараясь восстановить ту часть земной коры, на которой они отлагались, со всеми ее особенностями и взаимоотношениями. Детально изучая самыми совершенными методами осадочные породы, геолог все время должен представлять себе, что он изучает одновременно участок суши или дна моря со всеми его физико-географическими свойствами, со всем его органическим миром.

Фация — это не только осадочная порода, т. е. литологическое понятие, но одновременно определенная однородная часть суши или дна моря, т. е. географическое или палеогеографическое понятие.

Нельзя рассматривать понятия «фация», «биоценоз» и «биотоп» как равнозначные. Наоборот, фация включает в себя биоценоз, биотоп и осадочную породу. Существовало и существует большое число фаций, в пределах которых не отлагалось и не отлагается никаких осадков, например пики гор и вообще все области разрушения, но нет осадка, который отлагался бы вне какой-нибудь фации.

Фация — это единица ландшафта. На фации подразделяются все ландшафты, вся земная поверхность. В палеогеографии фация является такой же основной систематической единицей, какой в зоологии является вид. Точно так же, как весь органический мир, все животные и растения делятся на виды, вся земная поверхность, все моря и континенты делятся на фации.

В качестве примера возьмем Черное море. Его дно состоит из следующих фаций. У берега располагаются фация скал, фация песка и фация галечника-конгломерата. Дальше от берега встречаются только фация песка и фация ила и, наконец, на глубинах свыше 200 м развита фация ила. Эти фации подразделяются на более дробные: например, фация ила на глубинах от 60 до 200 м

подразделяется на фации фазеолинового ила, мидиевого ила и теребеллидного ила. Свои названия они получили от тех животных, которые в них преобладают.

Другим примером может служить Кавказский хребет. На его вершинах развиты фации ледниковых отложений, элювия, озерных отложений. Ниже по склону преобладают фации речных отложений, осыпей, оплывин и обвалов. Наконец, у подножия лежат фации конусов выноса, речных долин, наземных песков и суглинков и лёсса.

Большое распространение понятия «фация» в современной геологической литературе сопровождалось весьма различным его толкованием. При этом в некоторых случаях в него вкладывали слишком широкий смысл, например иногда говорят: «фация угленосных отложений», «дельтовая фация», «пустынная фация» и т. п. Это следует считать ошибкой.

Основное свойство, на которое опирается понятие «фация», так же как и понятие «вид», — это однородность, что резко подчеркнуто еще Грессли в самом определении фации. Наоборот, основным свойством угленосных, дельтовых и пустынных отложений служит их неоднородность. В состав угленосных отложений входят фации речные, озерные и наземные. Состав дельтовых отложений еще более разнообразен: он включает в себя фации речных русел, половодий, стариц, пресных озер, горько-соленых озер и лагун, прибрежно-морские, золотых песков и нередко многие другие.

Для отложений такого сложного и неоднородного состава надо применять или предлагаемые мною ниже особые названия, или просто «комплекс фаций», или, еще проще, «фации». Можно сказать «комплекс дельтовых фаций» или «дельтовые фации», но нельзя говорить «дельтовая фация» — это будет ошибкой. При выделении той или иной фации прежде всего надо следить за тем, чтобы она была однородна по своему литологическому составу и по своему биоценозу. Реже встречаются ошибки иного характера, когда под названием «фация» описываются весьма дробные литологические подразделения, например при дифференциации известняков. Такая дифференциация существенна и ее надо приветствовать, но все же эти подразделения не будут фациями, а будут только их разновидностями, их вариациями. На такие вариации и разновидности подразделяются виды органического мира.

В своей монографии М. В. Кленова (1948) останавливается на характеристике понятия «морская фация». Указав, что выдвинутое мною понятие «современная фация» и выдвинутое Л. В. Пустоваловым (1940) понятие «геохимическая фация» по существу тождественны, она приводит следующее определение: «Морской фацией следует называть участок морского дна с одинаковыми физико-географическими условиями, исторически сложившимися в процессе геологического развития водоема, и с одинаковым составом флоры и фауны. Чтобы фации действительно были равно-

значны, необходимо, чтобы участки морского дна пережили одинаковую историю. Фация ила в водоеме с опускающимся дном будет иметь иное значение, чем такая же фация в водоеме с поднимающимся дном» (с. 187).

Введение в характеристику понятия фация исторического момента, т. е. предложение рассматривать фацию в ее развитии, весьма существенно. При изучении фаций это необходимо, как уже было указано мною (Наливкин, 1932), и нередко осуществляется. Но на практике в названиях фаций исторический момент не отражается, и мы не выделяем «глинистые фации регрессирующего моря» и «глинистые фации трансгрессирующего моря». Возможно, это упущение, которое следует восполнить, но скорее всего различия между этими фациями будут так невелики и трудно уловимы, что в таком выделении нет необходимости. В работах М. В. Кленовой такие названия тоже не получили применения.

Определение фации привлекло к себе большое внимание советских геологов, и ему посвящены статьи Н. Б. Вассоевича, Б. П. Марковского и Ю. А. Жемчужникова, опубликованные в Литологическом сборнике (1948). Аналогичный сборник в США вышел на год позже (*Sedimentary facies*, 1949 г.; в 1954 г. переведен на русский язык). При рассмотрении его ясно видно, что в деле изучения фаций североамериканские геологи значительно отстали от советских. Нередко в их работах наблюдается разноречивость. Так, в ведущей статье сборника, принадлежащей одному из крупнейших и старейших американских геологов-осадочников Раймонду Муру (Moore, 1949), для обозначения фации предлагается термин «литофация», который немного раньше употреблялся другим крупным геологом — Крумбейном (Krumbein, 1948, 1951) — как обозначение осадка, слагающего фацию.

Заслуживает внимания большая работа Кэстера (Caster, 1934) по фациям девона Пенсильвании. Для характеристики фации он привлекает еще элемент длительности существования. Для фаций, существующих в течение ряда эпох, нарастая или смещаясь, он предложил название «магнафация»; для фаций, существующих в продолжение одной эпохи, — «парвафация». С этих позиций, например, рифовый массив герцинских известняков Урала, существовавший в течение верхнего силура, нижнего девона и эйфельского яруса, представляет собой «магнафацию»; части же его, соответствующие отдельным ярусам, — «парвафации».

Как справедливо подчеркнул В. Е. Хаин (1950) в своей интересной статье, заслуги советских геологов в изучении фаций и в применении этого понятия на практике исключительно велики. Они не только показали, что нельзя фацию рассматривать как образец породы, они показали, что мертвую породу можно понять, только изучая ее взаимосвязи с живой природой, и, что самое главное, они первые выяснили, какое громадное значение в образовании фаций и всей их истории имеют тектонические движения.

В. Е. Хаин (1950) пишет: «Ясно, насколько богато, содержа-

тельно и многосторонне представление о фации. Оно является одновременно и литологическим, и палеогеографическим, и геотектоническим, а также геохимическим, экологическим и, стало быть, геологическим, в полном смысле этого слова, понятием. Фация — это одно из основных геологических понятий. Его применение помогает разрешению одной из главнейших задач, стоящих перед геологией, — задачи восстановления истории Земли» (с. 7).

С тектоническими движениями связаны все основные группы фаций. Поэтому характеристика этих связей дается ниже в ряде разделов.

Распространение и границы фаций. Площадь распространения фаций резко различна: иногда она достигает громадных размеров, как например красная глубоководная глина в Тихом океане, занимающая площадь, значительно бóльшую, чем вся Северная Америка; с другой стороны, некоторые устричные банки, представляющие особую фацию со своеобразным биоценозом, занимают площадь в несколько десятков квадратных метров. Установить какую-нибудь закономерность в размере площадей отдельных фаций трудно. Можно отметить только, что в прибрежной области моря до глубин 40—60 м фации наиболее разнообразны и занимают сравнительно небольшую площадь. На глубинах от 60 до 400 м фации значительно более однообразны и площади их распространения бóльших размеров. Наконец, на глубинах свыше 2000—3000 м число их измеряется единицами, но по площади они колоссальны. Так же изменчивы площади распространения наземных и лагунных фаций. Но они никогда не достигают таких размеров, как площади распространения фаций глубоководных морских отложений.

Мощность фаций также крайне изменчива. Для некоторых фаций она измеряется сотнями метров, иногда километрами, например мощность неогеновых наземных конгломератов Средней Азии, верхнеюрских рифовых известняков Кавказа или триасовых доломитов Тироля. Мощность же других фаций измеряется несколькими сантиметрами (прослой кремнистых сланцев, глауконито-фосфоритовые фации и т. п.). Различны и границы между фациями. Одни фации постепенно переходят в другие, например морские пески нередко медленно переходят в илы. Иногда же, наоборот, граница между фациями резка и внезапна, как например между строматопоровым или мшанковым рифом и впритык примыкающими к нему глинами и песками.

Классификация фаций

А. А. Борисяк (1935), один из первых показавший действительное значение фаций, подразделял их на три большие группы: 1) морские фации; 2) лагунные фации; 3) континентальные фации.

Такое подразделение в настоящее время общепринято, но название «формация», предложенное им для этих групп, не полу-

чило широкого распространения, так как оно ранее неоднократно применялось для других явлений. Нет названий и для других, менее крупных групп фаций, например дельтовых, кораллового рифа, речной долины, озера. В то же время потребность в таких названиях возрастает все больше и больше. В некоторых работах появились названия — микрофации, мезофации и макрофации, но они случайны и мало рациональны.

Мы ощущаем потребность в систематической классификации фаций типа той, которая применяется для органического мира. В ней, как известно, виды объединяются в роды, роды — в семейства, семейства — в классы, классы — в типы, а типы — в царства.

Выработка аналогичной классификации для фаций нелегка. Она должна основываться на палеогеографических признаках и фактически представлять классификацию форм земной поверхности. Сложность и трудность решения этой задачи очевидна, но приступить к ее решению мы должны.

Начнем с некоторых конкретных примеров. Океаны подразделены на абиссальную, батиальную и литоральную области, точнее говоря, на ложе Мирового океана, континентальный склон и шельф.

Ложе Мирового океана поразительно однообразно, но в нем различаются районы распространения разнообразных илов: глобигеринового, диатомового, птероподового, радиоляриевого и красной глубоководной глины.

Континентальный склон также однообразен; в нем обычно выявляются районы распространения различных осадков, но в его пределах можно выделить и несколько географических районов, отчасти совпадающих с указанными. В верхней части континентального склона, где развиты сильные донные течения, наблюдается наибольшее различие фаций. Здесь в устьевых зонах больших рек также развиты своеобразные и сравнительно разнообразные фации. Наличие глубоких долин вызывает появление специфических осадков. Для нижней части склона, наоборот, характерно однообразие физико-географических условий, в связи с чем и осадки обычно представлены только одной фацией — синим илом.

Шельф обладает наибольшим разнообразием фаций и их комплексов. Его нижняя часть неразрывно связана с верхней частью континентального склона, и многие комплексы фаций у них общие, например для перегибов с сильно развитыми течениями, подводных долин, устьевых частей больших рек, областей развития синего ила.

Верхняя часть шельфа обладает особенностями, нередко определяющимися характером прибрежной части континента. В ней обособляются: шельф молодых складчатых гор, например вдоль Кордильер и Анд; шельф древних массивов, например вдоль берегов Западной Сибири и у берегов Бразилии; шельф обычного открытого берега с небольшими возвышенностями, весьма распространенный. Меньшим развитием пользуются шельф скалистых

известняковых берегов типа восточного берега Адриатического моря и шельф песчаных пустынных берегов типа юго-западного берега Каспийского моря. Еще менее развит шельф берегов коралловых рифов, все осадки которого состоят из одних карбонатов, и шельф каменистого берега, омываемого течениями, типа плато Пурталеса у восточного берега Флориды. Все перечисленные семь типов шельфа относятся к шельфам открытого моря; они, конечно, не исчерпывают всего их разнообразия, являясь только наиболее распространенными.

Другие комплексы фаций связаны с шельфом замкнутых и полузамкнутых морских бассейнов. Сюда относятся шельф проливов с сильными течениями и шельф проливов с малоподвижной водой. К последнему близок шельф типа ваттов, развитый у берегов Дании и Голландии. В эстуариях обособляются также два типа — с сильными приливными течениями и без них. Своеобразные комплексы фаций присущи шельфам полузамкнутых значительных морей и заливов типа Балтийского моря и Лабрадорского залива и шельфам небольших заливов типа Севастопольского и почти замкнутых водоемов типа лагун коралловых островов и лиманов.

Мы видим, что в различных областях моря сложность фаций и их комплексов различна. Это особенно проявляется в шельфе, где иногда наблюдается даже четырехстепенная последовательность, например: IV — океан; III — шельф обособленного моря; II — тихий пролив; I — илистое дно.

Первая категория представляет фацию и однородна по своему составу. Вторая категория уже является комплексом фаций. На дне тихого пролива отлагается ил, но ближе к берегу — илистый песок, а в зоне прибоя — чистый песок. Третья категория — это комплекс комплексов фаций, так как в пределах шельфа обособленного моря кроме тихих проливов встречаются проливы с течениями, заливы, лагуны и области глубокого шельфа. Четвертая категория включает в себя уже комплексы комплексов фаций, так сказать фации в четвертой степени.

Второй пример — коралловый атолл. Для него последовательность категорий фаций намечается следующая: IV — океан; III — коралловый атолл; II — внешний склон; I — брекчия зоны прибоя.

И здесь первая категория представляет однородную фацию; вторая — комплекс фаций, так как в него кроме брекчии прибоя входят пески зоны прибоя; третья — комплекс комплексов фаций, включающий внешний склон, поверхность атолла и лагуну.

Третий пример — дельта большой реки. Она входит в состав отложенной лагунной зоны и в свою очередь состоит из речных, озерных, лагунных, наземных и морских отложений. Каждый из этих комплексов слагается отдельными фациями, образующими четырехстепенную последовательность: IV — лагунная зона; III — дельта; II — речная долина; I — косослоистые пески русла реки.

Четвертый пример — пустыня. Она входит в состав континентальных отложений и состоит из площадей, занятых барханами, бугристыми песками, такрыми, горько-солеными и пресными озерами, щебневыми равнинами и руслами временных потоков и рек. Каждый из этих комплексов состоит в свою очередь из нескольких фаций. Опять намечается четырехступенная последовательность: IV — континент; III — пустыня; II — сухое русло; I — скопление угловатых галек.

Пятый пример — большой горный хребет. Он входит в состав континента и включает в себя комплексы фаций речных русел, ледниковых долин, зон осыпей, конусов выноса, площадей накопления лёсса. Последовательность категорий фаций следующая: IV — континент; III — горный хребет; II — ледниковая область; I — донная морена.

Перейдем теперь к примерам из прошлого и начнем с шестого примера граптолитовых сланцев Тянь-Шаня. Для них можно привести следующую последовательность: IV — морские отложения; III — отложения обособленных бассейнов; II — граптолитовые сланцы; I — прослой глинистого сланца с граптолитами.

Граптолитовыми сланцами называется мощный комплекс различных фаций: тонкозернистых песчаников, табулятовых глинистых известняков, черных глинистых сланцев, серых песчаных сланцев и других.

Седьмой пример — кизеловская угленосная толща. Она входит в состав лагунных отложений и представляет собой комплекс комплексов фаций. Она состоит из болотных, речных, наземных равнинных и морских отложений. Каждый из этих комплексов охватывает несколько фаций: например, болотные отложения состоят из углей, глинистых сланцев и тонкозернистых песчаников; речные отложения — из косослоистых песчаников с мелкой галькой и без нее, глинистых песчаников, правильно слоистых и небольших линз чистых глин; в старицах эти глины представляют собой правильные пласты протяжением в тысячи и сотни метров. Последовательность категорий фаций будет следующая: IV — континент; III — дельта большой реки; II — болота на ее поверхности; I — часть болота, в которой происходит накопление растительных остатков — пласт угля.

Восьмой и последний пример — татарский ярус Поволжья, представленный типичными континентальными равнинными отложениями, состоящими из нескольких комплексов фаций: фаций щебенистых равнин, фаций речных долин, фаций больших озер. В других районах к ним прибавляются другие комплексы фаций, например плоские конусы выноса красноцветов Приуралья, и отдельные фации, например зыбучие пески Северной Двины с парейазаврами. Последовательность следующая: IV — континент; III — равнина; II — озеро; I — часть дна озера — место накопления светлых известняков с антракозиями.

Из этих разнообразных примеров мы видим, что четырехступенная классификация достаточна для всех и ее можно принять

как основу. Как уже было сказано, для органического мира принята пятистепенная классификация: вид, род, семейство, класс и тип.

В классификации отложений названия даны первой категории — фация — и четвертой — формация. Поскольку формаций существует всего три, это название можно сохранить, несмотря на его применение в других областях и в другом смысле. Для второй и третьей категорий я предложил названия «сервия» и «нимия». Сервия — в переводе означает букет; нимия — сверхмерная.

Сервия — это комплекс фаций, постепенно переходящих друг в друга и образующих единое географическое явление. Примером их могут служить озеро, бугристые пески, ледниковая долина, лагуна кораллового рифа, пляж открытого моря, морской пролив; разнообразие сервий весьма велико. В ископаемом виде они представляют свиту пластов, реже один слой, изменяющий свой состав по простиранию. Именно то, что слой представляет сервию, т. е. совокупность различных фаций, и было причиной, побудившей Грессли на выделение последних. От фации сервия отличается неоднородностью своего литологического состава и фауны. Обычно, но не обязательно, сервии обладают большими мощностью и распространением. В геологической практике чаще всего ошибочно называются фациями именно сервии.

Нимия — это комплекс сервий, постепенно переходящих друг в друга и образующих крупные географические области. Таковы дельты больших рек, например Волги и Ганга; замкнутые моря, например Балтийское или Каспийское; большие горные хребты, например Кавказ или Тянь-Шань; пустыни Каракум или Сахара; шельфы континента, например шельф севера Евразии или шельф западного побережья Северной Америки. Иногда нимии бывают и меньших размеров, например коралловый остров, состоящий из сервий лагуны, надводной части и внешнего склона независимо от его величины. В ископаемом виде нимия представляет собой толщу или свиту более или менее значительной мощности. Примерами могут служить: угленосная толща Донецкого бассейна, неогеновые отложения Ферганской долины, Ишимбаевские рифовые массивы, нижнепермские отложения Русской платформы.

Обособление сервий от нимий в ископаемом состоянии иногда несколько затруднено. Например, цехштейн по своему большому распространению приближается к нимии, но анализ фаций показывает, что это только сервия. В то же время вся совокупность отложений казанского яруса, в которую входят не только цехштейн, но и красноцветы, угленосные свиты, соленосные толщи, безусловно являются нимией.

Формация — это комплекс нимий, крупнейшая составная часть земной поверхности. Обычно выделяют три формации: континентальную, лагунную и морскую, но практикуется выделение и других формаций, например геосинклинальной, объединяющей все области накопления осадков — морские, лагунные и прибрежно-

континентальные. Формации соответствует комплекс осадков, связанный с большими архипелагами, например Индонезийским или Вест-Индским, которые представляют типичные современные геосинклинали. Примерами формаций могут служить все современные континенты и океаны, затем Средиземное море с его составными частями — Адриатическим, Эгейским и Черным морями, уже упомянутый Индонезийский архипелаг и другие большие архипелаги. В ископаемом виде формацию представляют все отложения Уральской геосинклинали.

Предлагаемая схема классификации фаций наибольшее значение имеет при описании толщ сложного состава, например угленосных, толщ подножий, красноцветных и т. д. Выделение сервий поможет систематическому описанию различных типов осадков и тем самым правильному пониманию условий образования отложений.

Например, при описании татарского яруса какой-нибудь области обязательно выделение сервий озерных, речных русел, горько-соленых водоемов, болот, щепенистых равнин, конусов выноса и др. Изучая верхнеюрские—нижнемеловые отложения Русской платформы, необходимо выделять сервии проливов с быстрыми течениями, проливов без течений, обособленных заливов, островов, песчаного пляжа и галистаз. Состав сервий и их особенности в свою очередь дают существенные указания на характер топархий.

Некоторые сервии встречаются только в одной нимии, но большинство входит в состав нескольких нимий. Например, сервия ватт развита только в нимии обособленный шельф, сервия пересып встречается в нимиях открытый шельф, обособленный шельф, лагунная область и многих других.

Еще более четко выражена второяемость сервий в формации материк. Во всех шести нимиях встречаются сервии пресное озеро, болото, соленое озеро, речная долина, временный поток, вулкан, дюна, карстовая область.

Классификация фаций может быть представлена в следующем виде:

Формация море	Формация материк
Нимии	Нимии
Открытый шельф	Дельта
Обособленный шельф	Прибрежная равнина
Лагунная область	Пустыня
Материковое море	Горное подножие
Внутреннее море	Горный хребет
Архипелаг	Долосклон
Рифовая область	
Батинальная область	
Абиссальная область	

В качестве примера рассмотрим классификацию нимий открытый шельф, обособленный шельф и лагунная область.

Формация море

Нимия открытый шельф <i>Сервию</i>	Нимия обособленный шельф <i>Сервию</i>	Нимия лагунная область <i>Сервию</i>
Равнинный берег	Бухта	Лагуна
Гористый берег	Губа	Лиман
Подводная долина	Ватт	Самосадочная лагуна и бере- говое озеро
Подводная возвышенность	Мангровая заросль	Береговой такыр
Открытый пролив	Иловая впадина	Торфяная лагуна и бере- говое болото
Остров	Застойный бассейн	Сапропелевая лагуна и бере- говое озеро
Область ледниково-морских и ледово-морских отложе- ний		Феррисиллитовая лагуна и береговое озеро
Область эолово-морских от- ложений		Пересыпь, или коса
Область псевдоабиссальных отложений		

ЛИТЕРАТУРА

- Борисяк А. А. Курс исторической геологии. М.; Л., 1935, с. 9—32.
- Вассоевич Н. Б. Эволюция представлений о геологических фациях. — Литол. сб., 1948, № 1, с. 13—44.
- Жемчужников Ю. А. Что такое фация. — Литол. сб., 1948, № 1, с. 50—59.
- Кленова М. В. Геология моря. М., 1948. 495 с.
- Литологический сборник, 1948, № 1. 139 с.
- Марковский Б. П. Тезисы доклада «Термин и понятие фация». — Литол. сб., 1948, № 1, с. 44—48.
- Пустовалов Л. В. Геохимические фации и их значение в геологии. Пробл. сов. геол., 1933, № 1, с. 57—78.
- Хаин В. Е. О некоторых основных понятиях и учении о фациях и форма-
циях. — Бюл. МОИП, 1950, 25 (6), с. 3—28.
- Caster K. E. The stratigraphy and paleontology of northwestern Pennsylva-
nia. — Bull. Amer. Paleont., 1934, N 71, с. 1—185.
- Krumbein W. C. Lithofacies maps and regional sedimentary stratigraphic
analysis. — BAAPG, 1948, 32, N 10, с. 1909—1923.
- Krumbein W. C., Sloss L. L. Stratigraphy and Sedimentation. San-
Francisco, 1951. 497 p.
- Moore R. G. Meaning of facies. — GSA, 1949, mem. 39, p. 1—34.
- Sedimentary facies in geologic history. — GSA, 1949, mem. 39, p. 1—171.

УЧЕНИЕ О ФАЦИЯХ. Том II

Глава II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ¹

Общие указания

При определении условий образования пластов и комплексов пластов приходится сталкиваться с двумя группами случаев: 1) с присутствующими объектами изучения и 2) отсутствующими объектами изучения.

¹ Учение о фациях. М.; Л., 1956, т. II, с. 332—365.

Случаи первой группы резко преобладают. Случаи второй группы редки, но тем не менее существуют и о них забывать нельзя. Наиболее часто встречаются случаи определения объектов, уничтоженных во время перерывов эрозией или абразией наступающего моря. Обычно мы наблюдаем разрез, в котором на слое А лежит слой Б и еще выше — слой В. В соседних районах слой Б выпадает, и непосредственно на слое А со следами перерыва лежит слой В. Появляется необходимость определения отсутствующего слоя Б, его свойств и условий образования.

Реже возникает потребность в определении свойств и условий образования давно уничтоженных возвышенностей и даже целых горных хребтов, например верхнепалеозойского Урала, от которого сейчас, кроме «корней» и продуктов разрушения, ничего не осталось.

Объектами изучения могут быть куски пород, целые пласты или комплексы пластов — пачки, свиты, слои, ярусы. При определении условий их образования необходимо изучение двух групп признаков: их свойств и свойств взаимосвязей с другими объектами, их окружающими, особенно им противоположными.

Признаки

Первая группа признаков в свою очередь распадается на две подгруппы, равноценные и одинаково обязательные для изучения: литологические и палеонтологические свойства.

К первой группе относятся: 1) форма и размеры зерен и обломков, составляющих породу; 2) их минералогический и петрографический составы; 3) цвет пород; 4) слоистость и ритмичность; 5) знаки на поверхности осадков; 6) мощность; 7) форма тела; 8) включения и выделения; 9) структуры и текстуры.

Вторая группа включает в себя: 10) состав фауны; 11) состав флоры; 12) образ жизни животных; 13) сохранность органических остатков; 14) распределение органических остатков в породе; 15) взаимоотношения отдельных групп.

Вторая группа признаков — это свойства взаимосвязей с окружающими объектами. Для их понимания необходимо изучение следующих признаков: 16) изменений по простиранию; 17) перехода в окружающие осадки; 18) перехода в подстилающие и покрывающие отложения.

Остановимся на характеристике отдельных признаков.

1. Форма и размеры зерен и обломков, составляющих породу, нередко дают ценные указания. Кроме определения окатанности и сортированности зерен и обломков нужно составить характеристику их распределения в толще осадков — равномерного или в виде прослоев и линз. Начинать надо с макроскопического изучения в поле; обычно необходимо и микроскопическое изучение в условиях камеральной обработки. Методы изучения описаны в курсах петрографии осадочных пород Л. В. Пустовалова (1940) и М. С. Швецова (1948), а также в руководствах Л. Б. Рухина (1953) и Твенхофела (1936).

2. Минералогический состав зерен и обломков имеет второстепенное значение, но дает некоторые существенные указания и потому его часто определяют.

Более необходимо изучение петрографического состава, обычно производимое микроскопически и далее микроскопически. На его основе могут быть получены важные сведения о происхождении галек конгломератов, обломков брекчий и зерен грубозернистых песчаников, положении и строении областей разрушения, а также размерах и форме переноса — реками, временными потоками. С методами изучения знакомят указанные выше руководства и некоторые специальные исследования.

3. Цвет пород — общеизвестный признак, данные по которому приведены ранее.² Нужно иметь в виду, что цвет — это признак весьма изменчивый и требующий специального изучения; поэтому строить на нем те или другие выводы надо весьма осторожно. При соблюдении этого условия могут быть получены существенные указания.

4. Слоистость дает указания на условия образования. Ее особенности описаны ранее.³ При изучении особое внимание должно быть обращено на поверхности напластования и мельчайших перерывов. Ритмичность накопления имеет такое же важное значение, как и слоистость. Изучение ее и выделение ритмов обязательны, но нужно иметь в виду, что, подобно тому, как существует ряд толщ неслоистых или неясно слоистых, нередко толщи, в которых ритмичность осадконакопления отсутствует или неясная. Нахождение ритмов там, где их нет, нежелательно.

5. Знаки на поверхности осадков, включая волноприбойные (рябь), многочисленны и разнообразны, но условия их образования нередко неясны, спорны и противоречивы. Поэтому использование их для восстановления условий образования хотя и обязательно, но должно проводиться с осторожностью. Очень сходная рябь возникает и в зоне прибоя, и в руслах рек, и в областях сильных ветров определенного направления.

6. Мощность отложений определять следует обязательно. При замере нужно учитывать, что суммарная мощность большой толщи может очень сильно, в несколько раз превышать глубину бассейна или размеры опускания.

7. Форма тела осадка — признак, на который обычно не обращают должного внимания, так как восстановление его трудно, а иногда и невозможно. Более или менее четко форму тела устанавливают только тогда, когда осадок представляет собой полезное ископаемое, но и в других случаях изучение ее необходимо, особенно для массивных толщ, например рифовых массивов.

8. Включение и выделения заслуживают внимания и должны отмечаться. Значения их (например, оолитов, уголь-

² Учение о фациях, т. I, с. 144—148. (Прим. сост.).

³ Там же, с. 68—78.

ных шаров, глиняных галек) для установления условий образования осадков нередко существенно, но в ряде случаев при определении их происхождения возможны противоположные толкования. Так, например, оолиты образуются и в зоне прибоя, и в быстрых источниках, и в застойных бассейнах, и в мелких лужах. Происхождение некоторых других выделений, например стилолитов и фунтиков, не всегда может быть выяснено.

9. Структура и текстуры весьма разнообразны и иногда имеют существенное значение для восстановления условий образования, например известняков. Для песчаников или конгломератов и некоторых других пород они имеют второстепенное значение.

Палеонтологические признаки не менее, а иногда и более важны, чем литологические. Детальное изучение их обязательно, при этом в большинстве случаев окаменелости нужно рассматривать как живые существа со всеми их особенностями. Только в отдельных случаях их обломки становятся обычными составными частями горных пород.

10. Состав фауны решает основной вопрос о принадлежности изучаемых отложений к морским, солоновато-водным, пресноводным и, в редких случаях, к наземным или горько-соленым. Признаки всех этих фаун приведены в соответствующих разделах.⁴

Надо отметить, что есть ряд фаун, условия обитания которых вызывают различные толкования. Одинаково возможна принадлежность их к морским или солоновато-водным и даже к пресноводным бассейнам. Наиболее трудно обособление фаун горько-соленых и солоновато-водных бассейнов. Фауну казанского моря одни исследователи считают горько-соленой, другие — солоновато-водной. Вопрос решается определением литологических признаков. Отсутствие в составе казанских отложений соленосных и гипсоносных пород свидетельствует об образовании их в солоновато-водном, опресненном бассейне типа современного Каспия.

11. Состав флоры. Остатки растений, особенно тонкие стебли и листья, находящиеся в значительных количествах, определяют континентальный характер отложений, но в тех случаях, когда наряду с растениями не встречается морская или солоновато-водная фауна. Сочетание морской фауны с многочисленными остатками растений наблюдается в мангровых зарослях, а солоновато-водной фауны и растений — в лагунах и прибрежных болотах.

В верхнем палеозое высшие растения распространяются в области, удаленные от моря, и появляются почти все группы флоры. Изучение особенностей флор и отдельных растений позволяет делать выводы о климатических особенностях и, в частности, обособлять области с обильными атмосферными осадками от засушливых областей.

⁴ Учение о фациях. М.; Л., 1955, т. I; 1956, т. II.

12. Образ жизни животных часто дает важные указания на условия накопления осадков, заключающих их скелетные образования. Такие указания многочисленны и разнообразны. Один из наиболее характерных примеров — коралловые рифы. Колониальные кораллы живут на глубинах не выше 30—40 м и при температуре около 20°; поэтому присутствие ископаемых коралловых рифов служит указанием на небольшие глубины моря и его тропический характер. Другой интересный пример — это глинистые сланцы, переполненные пластинчатыми колониями мшанок. Мшанки живут прирастая к устойчивым предметам; на илистом дне таких предметов нет, однако мшанки переполняют породу. Единственными предметами, к которым мшанки могли прирастать, могли быть только водоросли. Водоросли, покрытые приросшими к ним мшанками, отмирая, опускались на дно. Массовая гибель водорослей обуславливала образование прослоев глинистых сланцев, переполненных мшанками. Таких примеров можно привести очень много.

13. Сохранность (вернее ее степень, — *прим. сост.*) органических остатков прежде всего определяет условия их захоронения (либо на месте жизни организмов, либо после их переноса), интенсивность движений воды и длительность переноса. Важно при этом обратить внимание на наличие окатанности обломков и их сортированность.

14. Распределение органических остатков в породе также существенно. Обилие в отложениях остатков растений, пласты торфа, лигнита и углей — все это определяет существование бассейна концентрации, т. е. такого водоема, в котором концентрируются остатки растений и в то же время отсутствует принос терригенного материала.

Скопления массивных толстостенных раковин, принадлежащих одной или немногим формам, служат определяющим признаком существования подводной банки, например устричной. Примеры их многочисленны и разнообразны, что подчеркивает значение признака.

15. Взаимоотношения отдельных групп позволяют устанавливать некоторые особенности областей захоронения. Совместное нахождение донных и планктонных форм определяет существование застойного бассейна, населенного обычно однообразной фауной, в который течениями приносились громадные количества планктонных форм, нередко придающих породе битуминозность. Нахождение массивных прирастающих форм типа гиппуритов указывает на существование коралловых рифов, с которыми те неразрывно связаны. Как уже было сказано, наличие в глинистых породах большого числа прирастающих форм, мшанок или пелеципод, определяет существование зарослей водорослей, к которым эти группы прирастали. Наличие же водорослей — это важный факт, свидетельствующий об определенной глубине бассейна: водоросли не растут на глубинах свыше 100 м, куда не проникает дневной свет. Эти примеры, конечно, далеко не

исчерпывают своего разнообразия. Взаимоотношения отдельных групп организмов изучены еще недостаточно.

16. Изменения по простиранию характеристик фации или комплекса фаций часто дают весьма важные указания. Так, изменение по простиранию величины зерен осадков — переход от глин и алевроитов к грубозернистым песчаникам и конгломератам — определяет направление сноса и положение области разрушения. Изменение шлихов по простиранию нередко определяет положение коренного месторождения, за счет разрушения которого образуются шлихи.

Переход глин по простиранию в грубозернистые песчаники, конгломераты и брекчии указывает на образование их (глин) в мелководных застойных бассейнах вблизи от берега. Наоборот, переход доманика по простиранию в темные слабобитуминовые или синие небитуминовые глины с *Liorhynchus* свидетельствует об образовании его в застойных иловых впадинах вдали от берега моря.

Для более или менее значительных палеогеографических построений особенно важно изучение связей противоположных явлений. Изучая море, всегда надо ставить перед собой вопрос, где была окружающая его суша. Изучая осадки области накопления, например юрскую угленосную толщу, надо ставить перед собой вопрос, где были области разрушения (возвышенности, горы), дававшие материал для образования этой толщи. Изучая пласт угля, необходимо знать, где кончается то болото, в котором он образовался, где располагаются берега этого болота и чем они сложены.

Примеры подобной связи противоположностей встречаются во всех областях геологических знаний, но геологи, к сожалению, обращают на них слишком мало внимания.

17. Переход в окружающие осадки может быть постепенный, едва заметный, резкий, связанный с перерывом в накоплении. Глины переходят в пески обычно постепенно, едва заметно, через песчаные глины и глинистые пески, но встречаются случаи, когда глины резко сменяются брекчиями, без всяких промежуточных пород. Такая резкая смена наблюдается на контакте известнякового рифового массива с покрывающими его мергелями или глинистыми породами.

Резкий переход наблюдается при смене отложений моря или озера каменистым, скалистым берегом. В геологической практике такой контакт может восприниматься как сброс. Подобный же переход возможен на контакте отложений речного русла с подстилающими толщами, в которые эти отложения врезаются, например отложения речных русел, входящие в состав кизеловской угленосной толщи.

18. Переход в подстилающие и покрывающие отложения также бывает постепенный, прерывистый и с размывом. Постепенный переход наблюдается тогда, когда процесс выпадения осадка не прерывается, но изменяются состав

и размеры приносимых зерен. При этом изменяется литологический состав породы, но слоистость не образуется. Нижняя часть пласта, например, сложена грубозернистым песком, выше он постепенно становится все более тонкозернистым, переходит в алеврит, слагающий среднюю часть пласта. Выше алеврит постепенно переходит в глину, слагающую верхнюю часть пласта; затем наблюдается перерыв в накоплении осадков, образующий верхнюю поверхность пласта.

Чаще переход сопровождается перерывами в накоплении осадков, создающими слоистую толщу. В основании толщи залегает пласт грубозернистого песчаника. После эпохи его отложения принос осадков прерывается, поверхность пласта уплотняется и на ней отлагаются пластинки слюды, частицы ила, детрит растений, образующие тончайший прослоечек, при составлении разреза выпускаемый нами. Когда перерыв заканчивается, наступает эпоха накопления пласта алеврита. Далее наступает перерыв, снова отлагается прослоечек перерыва и возникает поверхность напластования. Затем начинается накопление глинистых частиц, образующих пласт глины; новая эпоха перерыва создает его поверхность напластования. Таким образом, вместо одного неоднородного пласта, рассмотренного в первом случае, возникает слоистая толща, состоящая из трех, а фактически — из шести пластов.

В третьем случае процесс имеет следующую последовательность. После накопления пласта грубозернистого песчаника наступает перерыв, во время которого на дне моря возникают настолько сильные течения, что верхняя часть отложившегося пласта размывается. Затем течение и размыв прекращаются, наступает эпоха накопления прослойка, образующего поверхность напластования, но, в отличие от второго случая, неровную и неоднородную. На ней отлагается пласт алеврита. После его накопления снова возникают течения, размывающие его верхнюю часть. На неровной размытой поверхности алеврита во время перерыва накапливается второй прослоечек перерыва, неровный и неоднородный. На нем отлагается пласт глины, верхняя часть которого тоже размывается и покрывается прослоечком поверхности напластования. В общем образуется такая же слоистая толща, как и во втором случае, но меньшей мощности и отличающаяся неровными поверхностями напластования и то утончающимся, то утолщающимся прослоечком перерыва.

Кроме этих трех случаев встречаются комбинированные толщи, включающие в себя пласты первого и второго случаев или второго и третьего, а иногда и всех трех. Встречается толща, состоящая из многократного повторения неоднократных пластов, разделенных поверхностями напластования, например толща микроритмов, состоящих из песчаной разновидности внизу, постепенно, без перерыва, переходящей в глинистую разновидность вверху, причем каждый ритм отделяется от другого поверхностью напластования.

Определение условий образования породы по образцам распадается на две группы случаев. Первая группа включает в себя случаи, для которых известно, из какого пласта взят определяемый образец, и известны все признаки этого пласта: мощность, протяженность, изменения и др. Фактически дело сводится к определению условий образования пласта, и образец породы является лишь отдельной иллюстрацией. Такие случаи будут рассмотрены ниже, в разделе об условиях образования пластов.

Сейчас мы рассмотрим вторую группу случаев, когда определение подвергается образцы, для которых или ничего неизвестно, или известно только, откуда они взяты. Прежде всего изучаемый образец тщательно осматривают со всех сторон невооруженным глазом или под лупой. Очень часто необходимо провести микроскопическое изучение отдельных шлифов или применить другие методы — рентгеноскопический, спектроскопический, термический и др. Если возможно, то изучаемый образец надо расколоть на более мелкие куски для обнаружения фауны. После общего осмотра наибольшее внимание уделяют изучению фауны. Она должна определить происхождение изучаемого образца — морское или континентальное. Затем изучаются слоистость, цвет, форма зерен и их размеры, распределение и минералогический состав, структура породы, включения и выделения, если их видно.

Морское происхождение образца определить легко; это возможно даже по мелким обломкам раковин продуктусов, аммонитов, белемнитов, гониатитов, по табличкам и иглам морских ежей, членикам криноидей, кусочкам фузулинид и т. п. Отнесение к пресноводным группам достигается с большими сложностями — для этого требуется лучшая сохранность, обычно почти полные раковины или отпечатки. При отсутствии органических остатков в образце породы нельзя определить ее происхождение, так как и континентальные и морские отложения могут их не содержать.

Определение пресноводного характера фауны ставит следующую задачу — установление озерного или речного происхождения. Решить эту задачу по одной фауне очень трудно, нередко невозможно. На помощь приходит литология. Пресноводная фауна в песчаниках грубозернистых или разнозернистых косослоистых определяет речное происхождение. Наличие же ее в тонкослоистых тонкозернистых мергелистых породах определяет озерное происхождение.

Установление типа пресноводного бассейна (озеро или река) по одному образцу породы невозможно. Для этого надо знать свойства, распространение, мощность, взаимоотношения всего слоя и даже комплекса слоев.

Происхождение образцов породы с морской фауной может быть весьма разнообразным. Для его определения надо знать образ жизни найденных животных, их распределение в осадке и лито-

логию последнего. Более детально все это будет рассмотрено в рубрике «Определение условий образования пластов» (с. 186).

Определение происхождения породы без фауны или с неясной фауной по образцам представляет трудную, нередко неразрешимую задачу, рассмотренную в разделе «Обособление морских и континентальных отложений» (с. 187).

Примеры определения условий образования породы по образцам. Разнообразие таких образцов бесконечно, и мы остановимся только на некоторых характерных представителях различных литологических групп.

1. Светлый, местами розоватый, плотный массивный немой известняк. В одном углу образца сохранилась небольшая полость, окаймленная корочкой кристаллического кальцита — инкрустационная структура. Из раздела «Известняки»⁵ выясняем, что такие породы характерны для рифовых массивов. Окончательно вопрос решает изучение не одного образца, а всего массива, сложенного такими известняками.

2. Серый песчанистый известняк, переполненный целыми и битыми раковинами мактр, кардиумов, церитиумов. При осмотре образца устанавливаем, что это ракушняк. Обращаемся к предметному указателю,⁶ где находим термин «ракушняки», а в тексте — все данные о их образовании.

3. Зеленовато-серый глинистый известняк, слоистый, с редкими раковинами продуктусов и спириферов. Определение раковин по учебникам показывает, что это *Productus hemisphaerium*, *Strophalosia horrescens* и *Spirifer rugulatus* и что эти формы относятся к казанскому ярусу (цехштейну). В предметном указателе находим «казанское море» и из текста узнаем о всех его особенностях.

4. Желтовато-серый и буровато-серый искристый доломит с редкими ядрами спириферов, определение которых показывает, что это *Spirifer archiaci*, по возрасту относящийся к фаменскому ярусу. В разделе «Доломиты»⁷ узнаем, что морские доломиты могут быть первичными и вторичными и что для установления этого надо знать свойства всего пласта или толщи доломитов. По одному образцу больше ничего определить нельзя.

5. Белая плотная, но маркая тонкозернистая неслонстая порода, похожая на белый мел. По одному образцу без фауны ни о чем судить нельзя, так как такие породы встречаются в самых различных отложениях. Если в породе найдены обломки белемнителл, устриц или морских ежей, то это типичный белый мел верхнемелового возраста, относящийся к псевдоабиссальным отложениям.

6. Синеватая и зеленоватая плотная пластичная весьма однородная немая глина. Можно сказать только, что это — скорее всего какой-то водный осадок (морской, лагунный или озерный).

⁵ Учение о фациях, т. I, с. 182—195.

⁶ Там же, с. 529.

⁷ Там же, с. 195—204.

Для точного определения необходимо изучение микрофауны, диатомей, спор и пыльцы.

7. Темная пластичная однородная глина с раковинами аммонитов, неясно слоистая или массивная. Она относится к морским отложениям, но к каким — по одному образцу определить нельзя. Они могут быть глубоководными, батинальными, могут быть отложениями иловых впадин шельфа, с глубинами в десятки метров, могут быть илами прибрежных заливов и бухт, с глубинами в несколько метров. Для определения необходимо изучение всего слоя глины и особенно его переходов по простираанию.

8. Буровато-желтая палевая тонкозернистая однородная рыхлая порода без органических остатков. По величине зерна определяем, что порода представляет собой алевролит. Больше ничего точно сказать нельзя. Чаще всего такие алевролиты встречаются в континентальных отложениях, где они могут быть озерными, речными и эоловыми, но не исключено и морское их происхождение. Все это можно определить, изучая взаимоотношения алевролитов с окружающими породами.

9. Красный и пестроцветный косослоистый песчаник, переполненный обломками панцирей рыб. Эта так называемая костяная брекчия; обратившись к тексту руководства, выясняем, что это отложения береговых валов девонских озер и лагун.

10. Зеленовато-серые грубозернистые песчаники, неоднородные, неправильно-слоистые, с буроватыми желваками и обломками аммонитов и пелеципод. Изучение зерен под лупой показывает, что это глауконит, а желваки — фосфорит. В предметном указателе находим «глауконитовые пески», а в тексте руководства — описание условий их образования и определение их принадлежности к «сокращенным слоям».

Приведенные примеры показывают, какие ограничения накладывает изучение условий образования породы по одним образцам и как важно знать все признаки всего слоя.

Определение условий образования пластов. В отличие от определения по образцам породы в данном случае в выяснении условий образования принимает участие весь комплекс ранее охарактеризованных 18 признаков. Изучение литологических и палеонтологических признаков надо детально провести в одном или двух лучших разрезах. При этом обязательно следует вскрыть верхний и нижний контакты и возможно более полно изучить ограничивающие поверхности напластования. Иногда одно только изучение ведущих разрезов дает исчерпывающие сведения для определения условий образования, но чаще для этого необходимо прослеживание пласта по простираанию, с учетом всех изменений до его выклинивания или перехода в другую породу. Признаки этой новой породы также имеют весьма существенное значение. Обычно прослеживание по простираанию производят не только для одного пласта, но для всего комплекса с ним связанных пластов, образующих пачку или свиту.

Определение условий образования ком-

плексов пластов или слоев, или комплексов слоев, например свит, толщ, производится так же, как и при изучении отдельных образцов и пластов.

Основное правило, к сожалению, нередко забываемое, заключается в том, что условия образования слоев, слагающих толщу, могут быть различными. Нахождение морской фауны в одном слое не дает права считать всю толщу морской; большая часть ее может быть континентальной. Подобное явление наблюдается в угленосных толщах нижнего карбона, например в Подмосковном и Кизеловском бассейнах. Слои с морской фауной, находимые внутри толщи, чаще в ее низах и верхах, указывают только на то, что вблизи располагалось море, временами ингрессировавшее на прибрежную равнину — область накопления континентальной угленосной толщи. Это доказывается свойствами других слоев, слагающих толщу.

Даже в случае однородности изучаемой свиты, морской или континентальной, условия образования отдельных слоев должны быть различны. Так, в угленосных толщах, заведомо континентальных, например челябинской, одни слои будут отложениями подножий, другие — межгорных равнин; среди последних присутствуют отложения озер, болот, речных русел, эоловые и др. Поэтому желателен наиболее дифференцированный подход к изучению больших комплексов слоев, по возможности изучение каждого слоя отдельно или хотя бы всех пачек однородных слоев.

К описанию отдельных примеров мы перейдем после рассмотрения некоторых общих методических вопросов и в первую очередь после рассмотрения методики обособления морских и континентальных отложений.

Обособление морских и континентальных отложений

Геологическая практика последних лет показала, что решение этого, казалось бы, простого и ясного вопроса на самом деле достаточно сложно. Недоучет палеогеографических данных приводит к существенным, а иногда и грубым ошибкам. Чаще всего эти ошибки выражаются в отнесении отложений прибрежных равнин к морским. Нередки уже отмеченные выше ошибки, когда нахождение морской фауны в одном, преимущественно верхнем слое ведет к отнесению всей свиты к морским отложениям, несмотря на то что нижние слои обладают всеми признаками наземных отложений.

Основной, определяющий признак морских отложений — это наличие морской фауны. Не может быть моря без морской фауны. Толща мощностью в десятки метров, прослеживающаяся на десятки километров и не заключающая морскую фауну, представляет континентальный комплекс. Это положение очень важно и не допускает исключений. Пренебрежение им вызывает главные ошибки в палеогеографических построениях.

Вторая группа ошибок, также достаточно распространенная, вызывается неправильным использованием понятия «морская фауна», — преимущественно по отношению к микроскопическим формам и пресноводным фаунам. Нередко к морским относят отложения, в которых найдены несколько фораминифер или диатомей, или микроскопических остракод. Однако следует помнить, что не бывает моря, в котором жили бы только несколько фораминифер или диатомей, или остракод. В морских бассейнах встречаются такие участки, в которых живут или захороняются почти одни фораминиферы или диатомеи, или остракоды, но в таких случаях представители этих трех групп всегда встречаются в больших количествах и на большей площади. Кроме того, отложения таких участков по простираанию всегда переходят в отложения с нормальной морской фауной. В то же время отдельные представители этих трех групп местами встречаются в наземных или пресноводных, т. е. в континентальных, отложениях вследствие переноса ветром или текучими водами.

Пресноводные фауны хорошо известны и резко отличаются от морских, но уже в мезозое они своеобразны и заключают скульптурированные формы, напоминающие морские. Такие формы (*Cardinia*) были встречены в юрских угленосных отложениях юга Ферганской долины, что послужило причиной ошибочного утверждения о принадлежности части этих отложений к морским. Нет моря, в котором жили бы одни редкие *Cardinia*, зато пресноводных озер — сколько угодно.

Нельзя считать морскими образованиями и глинистые сланцы с пеллециподами морского типа, сопровождающие пласты углей в Донецком бассейне. Это — отложения солоновато-водных или даже пресноводных лагун и болот.

Третья группа ошибок вызывается неправильным истолкованием некоторых литологических признаков, а именно — факта нахождения зерен глауконита и прослоев доломитов.

Глауконит действительно образуется только в морских отложениях. Глауконитовые породы, в которых он распространен равномерно на большом расстоянии, создавая местами значительные концентрации, можно считать морскими отложениями. Одновременно надо учитывать, что зерна глауконита в небольших количествах и местами встречаются в отложениях прибрежных озер, речных долин, дельт и ветром уносятся в глубь континента на сотни километров. В песчаниках они встречаются во вторичном захоронении, как результат размывания и выдувания первичных пород, обогащенных глауконитом.

Явление переноса ветром с морского берега в глубь суши и вторичного захоронения одинаково возможно как для зерен глауконита, так и для раковинок фораминифер, диатомей и остракод, фактически представляющих зерна такой же величины и формы.

В заключение скажем: не бывает морей, в которых нет морской фауны и отлагаются только одни зерна глауконита. Такие глауконитовые моря существуют только в воображении геолога.

Доломитовые слои и пачки иногда рассматривают как доказательство морского происхождения толщ, их заключающих. Это мнение ни на чем не основано и проистекает только от полного незнания условий образования доломитов. Из их очерка⁸ видно, что в нормальных морских бассейнах доломит не осаждается. Он отлагается на обширных морских отмелях, в мелких лагунах и в озерах. Образование доломитов в Балхаше детально описано в работах Н. М. Страхова (1945, 1951) и Д. Г. Сапожникова (1942, 1951).

Нахождение фауны в морских отложениях крайне неравномерно. Местами скелетные образования слагают громадные скопления — ракушняки, ракушняковые банки, мшанковые и водорослевые онкоиды. Обычно фауна встречается сравнительно часто, но в единичных экземплярах. . . Иногда же она встречается редко или полностью отсутствует в слоях на протяжении километров. Но и в этих случаях, прослеживая немой пласт по простирацию, всегда можно найти органические остатки. Встречаются они и в подстилающих и покрывающих слоях.

Практика показала, что нет таких морских отложений, в которых нельзя было бы найти фауну, хотя и не всегда сразу. Чаще всего ее удается обнаружить через несколько минут или десятков минут, но иногда требуется несколько дней. Фауна концентрируется в тонких прослоях, заключенных в почти немых толщах мощностью во много десятков метров. Нахождение таких прослоев требует внимательности, настойчивости и веры в успех.

Местами, например в глинах с пиритом и доломитах, остатки фауны⁹ уничтожаются вследствие растворения их или перекристаллизации, но и тут после тщательных поисков можно найти остатки, случайно сохранившиеся или уничтоженные неполностью.

В протерозое животные были лишены твердых скелетных образований. Их имели только известковые водоросли. Однако возможно, что некоторые группы животных, например трилобиты, имели хитиновый панцирь, сохранившийся в ископаемом состоянии. Такие остатки были найдены в протерозое Франции; в СССР пока даже в верхнем протерозое остатки животных неизвестны.¹⁰ Морские нижнепротерозойские отложения действительно немые. Это крайне затрудняет их обособление от континентальных. Обычно мощные толщи правильно-слоистых или массивных карбонатов считают морскими отложениями, а мощные толщи красноватых, косослоистых, местами соленосных и гипсоносных, относят к континентальным осадкам. Для других промежуточных толщ условия образования неясны; чаще всего их относят к морским отложениям.

⁸ Там же.

⁹ По-видимому, Д. В. Наливкин имел в виду вторичные доломиты. (Прим. сост.).

¹⁰ Исключение представляют вендские отложения. (Прим. сост.).

Вообще в ископаемом состоянии морские отложения встречаются гораздо чаще и лучше палеонтологически охарактеризованы. Поэтому многие геологи склонны относить к морским те отложения, происхождение которых неясно. В ряде случаев это ошибочно. Правильнее относить к морским только те отложения, которые содержат морскую фауну. Все же остальные отложения следует считать континентальными и в первую очередь отложениями прибрежных равнин.

Базальные толщи

Отложения морских трансгрессий, представляющие макоритмы осадконакопления, начинаются базальными толщами. Они весьма различны по своему составу и условиям образования. При объяснении их образования очень часто ошибочно принимается, что вся базальная толща представляет морские отложения. Это основано на полном незнании географии морских берегов и пренебрежении историческим развитием морского побережья.

В этом развитии можно выделить следующие эпохи.

Эпоха денудации. Рассматриваемая область обладает повышенным рельефом и представляет область разрушения. На ее поверхности происходит только размывание; накопление осадков отсутствует.

Эпоха прибрежной равнины. Вся область опускается и становится прибрежной равниной, на которой начинается накопление разнообразных осадков — наземных, речных, озерных и лагунных. В условиях платформы среди этих осадков преобладают пески и глинистые породы; более редки галечники и брекчии. В озерах отлагаются тонкослоистые, тонкозернистые, нередко карбонатные толщи. В болотах накапливаются слои песчано-глинистых пород, обогащенных растительными остатками, углестых, реже угленосных. Прибрежные равнины и их осадки описаны в особом разделе.¹¹ Размеры их нередко громадны, как, например, Прикаспийской низменности, а мощность осадков достигает десятков метров. Эта эпоха обычно выпадает из геологических построений, что и служит причиной ошибки.

Эпоха зоны прибоя. Опускание продолжается, и море проникает в рассматриваемую область, образуя зону прибоя. В этой зоне глинистые осадки чаще отсутствуют и развиты пески, более или менее грубозернистые, и галечники. Непрерывное движение зерен песка и галек делает невозможной жизнь организмов. Поэтому пески и галечники прибоя или совершенно немые, или содержат окатанные обломки ракушки и куски древесины. Мощность осадков невелика, около нескольких метров, так как зона прибоя быстро смещается.

Эпоха морского мелководья. Область представ-

¹¹ Учение о фациях, т. II, с. 170—174.

ляет подводный песчаный, реже галечный пляж с глубинами не более нескольких метров. Песчинки передвигаются только во время сильных бурь, что позволяет обитать своеобразным животным, зарывающимся в песок или ползающим по нему. Отлагается песок, сверху нередко глинистый и с прослоями глин или известняков.

Эпоха накопления карбонатно-глинистых осадков. Опускания продолжают и вызывают появление глубин в десятки метров; в связи с этим происходит накопление илестых пород, карбонатных или терригенных. Фауна обычная, морская. Эта эпоха знаменует конец трансгрессии и начало стационарного состояния моря.

В тех случаях, когда море наступает на повышенный каменистый или скалистый берег, эпоха прибрежной равнины выпадает, и на породах, слагающих материк, сразу залегают галечники и брекчии зоны прибоя, за которыми следуют отложения мелководья.

В условиях платформ такие случаи редки, и обычно базальная песчаная толща начинается отложениями прибрежных равнин более или менее значительной мощности, немymi, с растительными остатками или с остатками морских организмов, выдутых ветром в глубь суши. Выше залегают горизонт прибоя, немой и небольшой мощности. Верхняя часть толщи представляет осадки мелководья и содержит обычную морскую фауну.

Вообще последовательность эпох зависит от масштаба поднятий, предшествующих трансгрессии. Если поднятия значительны и дно моря становится областью разрушения, тогда последовательность эпох такая, как это описано выше. Если масштабы поднятия меньше и дно предшествовавшего моря становится не возвышенной страной, а прибрежной равниной, то размыв предшествовавших морских отложений может быть незначительным или совсем отсутствовать. Третий тип разрезов связан с еще более слабыми поднятиями, когда дно моря поднимается только до уровня прибоя. Тогда отсутствуют не только следы размыва предшествовавших отложений, но и самые отложения прибрежной равнины. Ритм трансгрессии начинается отложениями зоны прибоя. Наконец, в четвертом типе разрезов поднятия еще более слабы и дно моря поднимается только до уровня морского мелководья. В этом случае на предшествовавших отложениях залегают песчаники и глины с фауной морского мелководья; отсутствуют не только следы размыва и отложения прибрежной равнины, но и отложения зоны прибоя.

Примеры базальных толщ. Весьма детально изучены базальные толщи верхнего и среднего девона западного склона Урала в связи с тем, что во «Втором Баку» — области, расположенной между Уралом и Волгой, — они представляют нефтеносные горизонты. Изучены многие десятки разрезов по всему Среднему и Южному Уралу. Среди них имеются примеры всех четырех приведенных выше типов.

Древнейшая базальная толща, такатинская, залегает в основании нижеживетского подъяруса.¹² Выше следует чувовская свита, начинающая верхнеживетский подъярус, за ней — пашийская, в основании нижефранского подъяруса, и в самом верху — орловская свита — основание верхнефранского подъяруса.

Разрезы первого типа преобладают во всех свитах. Примером их служит разрез такатинской свиты на Полюдовом кряже, в верховьях р. Ухты, по данным Н. Г. Чочиа и К. И. Адриановой (1952). Там на известняках силура лежит кора выветривания, представленная разноцветными глинами (30—70 см) и соответствующая эпохе перерыва. Выше следует толща светлых кварцевых песчаников, местами переходящих в мелкогалечные конгломераты, содержащая прослойки глинистых сланцев. Общая мощность толщи около 30 см. Широко развита косая слоистость; степень сортировки невысокая; окатанность различная; встречаются глиняные гальки. Отдельные прослойки сланцев и песчаников переполнены растительными остатками (псилофитами). Зона приобья представлена средне- и крупнозернистым косослоистым песчаником (3 м). Выше залегают отложения мелководья — тонко чередующиеся зеленовато-серые песчаники и глинистые сланцы (8,5 м), вверху переходящие в темные слоистые известняки с пентамерами (*Conchidium baschkiricum* Vern.) Эти отложения выделены под названием «ваняшкинской свиты».

Южнее, в районе Каратау и восточнее, пашийская свита ложится на различные горизонты среднего девона и более древних толщ, вверху неровные и выветрелые. Начинается она отложениями прибрежной равнины, представленными, по данным Н. Г. Чочиа (1950) и С. М. Домрачева (1952), песчаниками, алевролитами и глинами, иногда с личинами бобовой бокситовой породы озерного происхождения. Песчаники косослоистые или правильно-слоистые. В них и сланцах нередко встречаются остатки псилофитов, иногда в большом количестве. Зона приобья и здесь представлена белыми крупнозернистыми песчаниками. Выше следуют зеленовато-желтые глины мелководья, местами переслаивающиеся с песчаниками. Вверху они постепенно переходят в глинистые известняки с нижефранскими кораллами и брахиоподами. Мощность пашийской свиты 4—5 м.

Второй тип разрезов, в котором отсутствует перерыв и размыв, найден в обнажениях чувовской свиты на реках Чусовой и Ай, по данным С. М. Домрачева и др. (1951). Там на морских нижеживетских известняках и известковых сланцах залегает пачка мощностью 4—5 м, местами раздувающаяся до 70 м, сложенная внизу преимущественно песчаниками и глинистыми сланцами без фауны, вверху — глинами, песчаниками и оолитовыми шамозитами (бокситовыми породами). Перерыв на нижней границе отсутствует. Низы свиты соответствуют эпохе прибрежной

¹² В настоящее время эта свита относится к эйфельскому ярусу. (Прим. сост.).

равнины, а верхи — зоне приобя. Интересны оолитовые породы, сложенные типичными оолитами, заключенными в известковом цементе с обломками брахиопод, пелеципод, фораминифер и остракод. Выше следуют чередующиеся глинистые сланцы, известняки и песчаники — отложения мелководья, — постепенно сменяющиеся известняками.

Третий тип разрезов, начинающийся с отложений зоны приобя, наблюдается в чувовской свите, на р. Ай, у устья р. Арши. Здесь, по данным Н. Г. Чочиа (1950), на глинистых битуминозных сланцах инфрадоманика без следов перерыва и размыва лежат глинистые песчаники, сверху мелкозернистые, с битыми раковинами брахиопод, представляющие береговой вал зоны приобя. Выше следуют глинистые сланцы, сменяющиеся плотными известняками с брахиоподами. Общая мощность свиты 16 м.

Четвертый тип разрезов, в котором развиты только отложения мелководья, а все предшествующие отсутствуют, найден С. М. Домрачевым (1952) в Воробьиных горах, хр. Каратау. Здесь на живетских известняках лежит пласт голубовато-серой глины мощностью 1.6 м, в верхней части которого встречены тонкие прослой железистого песчаника с брахиоподами. Этот пласт представляет пашийскую свиту и покрывается нижнефранскими известковистыми песчаниками с морской фауной.

К югу от Каратау, по данным С. М. Домрачева, мощность орловской свиты (10—15 м), обычно представленной глинами, песчаниками и бокситовыми породами, уменьшается, песчаники исчезают; и в районах рек Ук и Янтык вся свита выражена только желтоватыми глинами и мергелями с брахиоподовой фауной мощностью до метра. Еще южнее исчезают и эти глины и мергели и весь разрез сложен одними известняками, сменяющимися друг друга.

Несколько южнее, в долине р. Аскын, С. М. Домрачев (1952) установил выклинивание и пашийской свиты, также резко уменьшающейся по мощности и сложенной здесь бурыми глинами.

В качестве примера обычных палеогеографических ошибок, о которых уже говорилось, можно привести мнение С. М. Домрачева (1952), считающего пашийскую свиту «фацией морского побережья наступающего моря». В этом определении внимательного и основательного наблюдателя кроются две ошибки. Первая заключается в том, что пашийскую свиту нельзя называть фацией; она включает в себя несколько фаций различного происхождения, и ее следует назвать фациями или комплексом фаций, или серией, как мною было предложено. Вторая ошибка, более интересная в методическом отношении, — это неправильное применение С. М. Домрачевым слова «морского». Нельзя считать, что, раз наступает трансгрессия, значит все отложения должны быть морскими. К сожалению, эта ошибка неоднократно повторяется геологами. Выше она была показана на примерах; здесь следует еще раз подчеркнуть, что грубо- и разнозернистые косослоистые кварцевые песчаники с линзами бокситовых пород и с многочислен-

ными остатками псилофитов, местами панцирных рыб и без всякой морской фауны, прослеживающиеся на сотни километров по всему Среднему и части Южного Урала, не могут быть морскими отложениями. Это типичные отложения прибрежной равнины с покрывающими ее болотами и озерами.

Примеры обособления континентальных и морских отложений

1. Прибрежные угленосные толщи, образующиеся на прибрежных равнинах, нередко заключают в себе прослой и пачки морских отложений, которые формируются во время кратковременных ингрессий моря, покрывающих поверхность равнин. Эти прослой иногда приводят к ошибочным выводам о морском происхождении всей угленосной толщи или большей ее части. Такие выводы делались по отношению к угленосным толщам Подмосковского и Кизеловского бассейнов.

В обоих случаях к морским отложениям можно относить только те слои, которые заключают морскую фауну. При наступании моря на равнину возникает обширный мелководный бассейн с песчано-глинистым дном, заросший водорослями и хорошо прогреваемый солнцем. В таких условиях появление морской фауны неизбежно. Ее отсутствие неоспоримо указывает на отсутствие самого моря. Это очень важное обстоятельство всегда нужно иметь в виду при анализе условий образования угленосных толщ побережий. Все остальные слои, подстилающие и покрывающие, следует считать наземными отложениями прибрежных равнин. Слои углей и углистых пород представляют отложения прибрежных болот.

2. Петинские слои центральных областей Русской платформы интересны во многих отношениях. В самых южных выходах у с. Петино (на берегу Дона, вблизи Воронежа) они представлены светлыми кварцевыми песчаниками, более грубыми и кослоистыми внизу и более тонкозернистыми с прослоями мергелей вверху. К северу песчаники становятся более тонкозернистыми и среди них появляются прослой глины; у Тамбова преобладают глины с прослоями алевроитов и песчаников. Они описаны в нескольких работах, среди которых можно назвать работу М. М. Толстихиной (1952). У Тулы и Калуги петинские слои отсутствуют.

Первый вопрос, который возникает при рассмотрении петинских слоев, — являются ли они верхней толщей среднефранского подъяруса (семилукских слоев) или базальной толщей верхнефранского подъяруса (воронежских слоев)? Связь с подстилающими и покрывающими слоями не подсказывает в данном случае никакого решения. Нижняя и верхняя границы петинских слоев одинаково резкие, но верхняя носит ясные следы перерыва: на песчаниках или мергелях петинских слоев лежат неясно слоистые оруденелые песчаники с железистыми бобовинами — типич-

ные наземные осадки, сверху постепенно переходящие в глины и известняки воронежских слоев. Вопрос решает изучение фауны, найденной М. М. Толстихиной в косослоистых нижних песчаниках. Фауна обычная, семилукская, но состоит из окатанной разбитой ракуши, скопления которой представляют типичные береговые валы. М. М. Толстихина (1952) считает петинские слои конечной толщей среднефранского мезоритма осадконакопления. С этим мнением можно вполне согласиться.

Второй вопрос — какие отложения представляют петинские слои, — морские или наземные? М. М. Толстихина (1952) считает их морскими, так как в верхней части слоев, в прослое мергеля, была найдена фауна фораминифер воронежского облика, а в нижней части слоев, в прослое песчаника, — фауна остракод семилукского типа. Это мнение нельзя считать правильным. Вся толща петинских песчаников в изобилии содержит остатки псилофитов и псевдокаламитов; встречены и панцири рыб. Нередки линзовидные пласты углистых глин — типичные болотные отложения. Затем литологически и фаунистически петинские слои резко отличаются от семилукских и воронежских слоев. Богатая и разнообразная фауна переполняет эти слои, а в петинских слоях полностью отсутствует. Отмеченная М. М. Толстихиной битая ракуша еще более подчеркивает отсутствие морской фауны, которая всегда бывает захороненной на месте жизни. Это важнейшее обстоятельство решает вопрос в пользу континентального происхождения петинских слоев. Прослой песчаников с остракодами мог отлагаться в прибрежных водоемах, если только он не представлял золотые пески, в которые раковинки остракод были занесены ветром. Прослой мергеля с фораминиферами ни о чем не свидетельствует, так как он мог образоваться в тех же условиях, что и прослой песчаника с остракодами. Настоящие морские мергели в семилукских и воронежских слоях кроме фораминифер всегда содержат морскую фауну.

Мы должны рассматривать петинские слои как отложения прибрежной равнины, возникшей на месте семилукского моря. Существование эпохи перерыва объясняет и резкое отличие фаун семилукских и воронежских слоев, почти не имеющих общих форм.

3. У ф и м с к а я с в и т а развита в юго-восточной части Русской платформы и Приуралья, она отлагалась у подножия верхнепалеозойских хребтов Урала. Залегает на хемогенных толщах кунгура и под морскими глинами и известняками казанского яруса. Севернее Красноуфимска замещается соликамскими плитняками. Чем замещается на западе и юге — неизвестно.

Эта свита сложена красноцветными и пестроцветными песчано-глинистыми породами с линзами мергелей с антракозитами и гипсоносных и соленосных пород; местами развиты рукавообразные залежи грубозернистых песчаников и конгломератов — русла рек и временных потоков. По данным Л. В. Пустовалова (1937, 1940), для свиты характерно большое количество коллоидального материала; минералогический состав и увеличение

крупности зерен к востоку определяют снос с Урала. Мощность изменяется от 0 до 25 на западе (Чистополь, Бугуруслан) до 200—250 в Уфе и Ишимбае и до 1000—1200 м восточнее Стерлитака.

Органические остатки крайне редки. В мергелях — антракозии (пресноводные формы); в гипсоносных толщах — эстерины (формы соленых бассейнов). Морская фауна полностью отсутствует.

Все признаки определяют образование уфимской свиты в континентальных, пустынных условиях, на поверхности аллювиальной равнины, наклоненной к западу. Широко развиты дельтовые наземные образования, как это показал Л. В. Пустовалов (1940).

Определение глубины моря

При определении глубины морского бассейна прошлого необходимо обращать внимание на три группы признаков: палеогеографические, литологические и палеонтологические.

Палеогеографические признаки. Прежде всего надо отчетливо представлять себе географическое положение изучаемого бассейна: 1) лежит ли он в геосинклинали или на континентальном массиве; 2) в какой части этих областей он помещается; 3) что представляет собой то море, частью которого является изучаемый бассейн, — пролив, залив, открытое море, море архипелага островов, рифовую область.

Положение изучаемого бассейна на платформе определяет отсутствие батинальных и абиссальных отложений, резкое преобладание глубин до 150—200 м и ограниченное распространение глубин около 400 м. В отдельных впадинах возможны и большие глубины — до 800 м, а в тектонических грабенах, типа впадины Байкала, — и до 2000 м. В ископаемом состоянии глины таких грабенов ничем не будут отличаться от глин, связанных с глубинами 150—200 м. Площадь таких грабенов и впадин, типа Скагеррака, незначительная. . .

По окраинам платформ располагаются предгорные прогибы со значительными глубинами. Здесь возможно нахождение и абиссальных и батинальных отложений, но преобладать будут все же отложения шельфа с глубинами до 200—400 м.

В геосинклинальных областях, как это показывает современный Индонезийский архипелаг, возможно нахождение отложений всех глубин, начиная от наземных и кончая абиссальными, но и здесь будут преобладать осадки шельфа.

Положение рассматриваемой части морского бассейна дает весьма существенные указания о его глубине. Окраинная часть морского залива на платформе будет, конечно, гораздо мельче, чем те части залива, которые примыкают к открытому морю. Верхнемеловые отложения в центральных областях Русской платформы, конечно, будут гораздо более мелководными, чем, скажем, в южной Украине у окраины платформы. В то же время верхняя юра на Ти-

мане и у Саратова будет связана приблизительно с одинаковыми глубинами, так как положение их в верхнеюрском море—проливе одинаково.

Взаимоотношения отложений. Весьма важны соотношения изучаемого пласта с теми пластами, которые его подстилают, покрывают и в которые он переходит по простирацию. Особенно важны они для немых пластов. Для глубоководных песков, брекчий и галечников, образующихся на перегибе шельфа, на подводных гребнях и других возвышенностях, расположенных на глубинах от 200 до 600—800 м, переход во все стороны в глины с глубоководной фауной служит почти единственным определяющим признаком.

Для береговых глин, глинистых и кремнистых сланцев определяющим признаком служит быстрый переход по простирацию в грубозернистые песчаники, конгломераты и брекчии и вообще тесная связь с ними. Таким образом было установлено лагунное и вообще береговое происхождение южноуральских девонских яшм и некоторых граптолитовых сланцев Западной Европы. Ряд других примеров был приведен выше. С другой стороны, для южноуральского доманика переход в отложения открытого шельфа, удаленные от берега, был одним из доказательств образования его в иловых впадинах, в понижениях шельфа, вдали от берега.

Для некоторых толщ тонкозернистых слоистых плотных известняков, типа золенгофенского литографского камня, лагунное происхождение было доказано окружением рифовыми массивными известняками с переходом в них по простирацию. Наоборот, для сходных по литологическому составу известняков верхней юры хр. Каратау окружение континентальными песчано-глинистыми отложениями доказало озерное происхождение их и полное отсутствие всякой связи с морем.

Береговые глины образуются на глубинах от нескольких до немногих десятков метров. Иловые впадины встречаются на глубинах от нескольких десятков до 200—400 м. Лагуны коралловых островов обладают глубинами около 20—40 м. Озера, на дне которых отлагается известковый ил, обладают такими же глубинами.

Литологические признаки. Сами по себе эти признаки не могут служить для определения глубины морских бассейнов, так как они допускают двоякое толкование или слишком большие пределы. Так, например, конгломераты в большинстве случаев определяют зону прибоя, но иногда они образуются на глубинах 100—200 и даже около 600—800 м. Ленточная слоистость и микрослоистость встречаются на глубинах от нескольких десятков сантиметров до нескольких тысяч метров. Некоторые признаки, например цвет осадков, вообще не могут служить показателем в отношении определения глубины.

Перейдем к рассмотрению отдельных литологических признаков.

Форма пласта, его распространение и мощность иногда ни о чем не говорят, но часто их свидетельства бывают решающими. Для глубоководных, батинальных и абиссальных осадков определяющим признаком служит их распространение на многие сотни и тысячи километров при небольшой мощности, от нескольких до десятков метров (для абиссальных отложений). Для атоллов определяющим признаком служит форма его тела, но такой же формой могут обладать известняковые массивы и другого происхождения.

Форма, размеры и распределение зерен и обломков допускают двойное решение, но в совокупности с другими признаками имеют большое значение.

Брекчии и отдельные глыбы характерны для прибрежной части моря, но и здесь они встречаются на глубинах от нескольких до свыше ста метров у обрывистых гористых берегов. Положение береговой линии, т. е. глубины от 0 до нескольких метров, они определяют только тогда, когда соприкасаются с более древними толщами или лежат на них, или по простирацию переходят в континентальные отложения.

Если же брекчии и глыбы окружены морскими отложениями с нормальной глубоководной морской фауной или залегают среди них, то тогда это глубинные брекчии, образующиеся на глубинах около 400—600 м и более.

Плавающий лёд может заносить одиночные глыбы в любые отложения.

Конгломераты и грубозернистые песчаники с округлыми зернами связаны с зоной прибоя, но нередко находятся и на значительных глубинах. И здесь вопрос решают окружающие породы, но имеет значение и фауна.

Минералогический состав и примеси могут служить для определения глубины только в совокупности с другими признаками.

Пирит характерен для застойных бассейнов, но такие условия могут существовать на самых различных глубинах. Вопрос решают взаимосвязи с окружающими отложениями.

Глауконит ранее считали характерным для глубин свыше 100 м, но сейчас имеются данные об образовании его на небольших глубинах — от нескольких десятков метров и менее.

Фосфорит также связан с различными глубинами. Окатанные галечки фосфорита с крупными зернами глауконита и раковинами животных связаны с донными течениями на глубинах в десятки и более метров, так что могут считаться осадками сравнительно глубоких зон шельфа и его перегиба в континентальный склон.

Россыпи различных минералов — магнетита, циркона, оливина, касситерита, золота, алмазов и других — характерны для зоны прибоя, т. е. для глубин не больше 2—3 м. Но не исключена возможность образования их в результате деятельности донных течений.

Выделения и включения образуются на различных глубинах.

Конкреции образуются в неподвижном осадке и поэтому связаны с глубинами свыше 10—20 м, но в лагунах и бухтах, где волны незначительны и прибоя почти нет, могут возникать и на меньших глубинах.

Оолиты возникают в двух противоположных условиях — в зоне прибоя, при непрерывном перекачивании, и в неподвижном осадке, путем концентрации вокруг определенных центров.

Бобовины с неясно выраженным концентрическим строением связаны с застойными бассейнами небольшой глубины, около 10—20 м. В отложениях иловых впадин они неизвестны.

Стилолиты, фунтики и многие конкреции связаны с вторичными, диагенетическими процессами и не могут служить для определения глубины.

Глиняные валуны и угольные шары возникают в зоне прибоя крайне мелководных водоемов, на суше и в береговой зоне моря. Нахождение их служит решающим доказательством в пользу глубин от десятков сантиметров до одного—двух метров.

Слоистость возникает на любых глубинах; микрослоистость отсутствует в зоне прибоя и сильных донных течений, но в застойных бассейнах возникает на самых различных глубинах, включая ложе Мирового океана.

Косая слоистость связана со значительными движениями воды и чаще всего с небольшими глубинами, но возникает и на глубинах от 100—200 до 600—800 м при сильных донных течениях.

Волноприбойные знаки возникают на глубинах до 100 м, но чаще всего связаны с глубинами от 0 до 10—15 м.

Палеонтологические признаки. Эти признаки, многочисленные и разнообразные, весьма существенны для определения глубин моря и часто бывают решающими.

Строение скелетных образований чаще всего обусловлено приспособлением животных к движениям водной среды. Организмы, живущие в условиях прибоя, всверливаются, зарываются, присасываются или вырабатывают массивную прирастающую раковину, как, например, рудисты.

Массивность раковины наблюдается у форм, живущих на глубинах до 10—20 м, но отдельные формы с массивной раковиной встречаются и на больших глубинах — от десятков до 200—400 м. Толстостенные устрицы и массивные громадные морские ежи встречаются в белом мелу.

Замок наибольшего развития достигает у форм, живущих в энергично движущейся воде.

Скульптура — ребра, складки, бугры — служит для упрочения раковины и усиливается в зависимости от силы движения воды. Иглы служат для самозащиты или чаще для поддержания раковины на поверхности илистого осадка.

Колониальные массивные скелетные образования характерны

для фауны, живущей в условиях сильного движения воды. Примером служат рифообразующие формы. Все они указывают на глубины не выше 20—40 м, чаще значительно меньше. Раковины современных глубоководных форм тонкие, иногда полупрозрачные, с тонким замком и нежной, тонкой скульптурой, нередко сложной; часты гладкие раковины.

Надо учитывать, что подобной раковиной обладают и некоторые сравнительно мелководные формы, живущие в застойных участках моря.

Образ жизни отдельных групп — признак существенный, так как многие группы фауны имеют определенное вертикальное распространение.

Водоросли — важный указатель глубины, так как при своем росте они требуют солнечного света. Поэтому их распространение ограничено глубиной проникновения солнечного света, колеблющейся в зависимости от прозрачности воды. Специальные опыты показали, что глубина проникновения различных лучей неодинакова. Инфракрасные тепловые лучи не проникают глубже 30—40 м, красные лучи поглощаются на глубинах около 100 м, проникая, возможно, и глубже. Синие лучи проникают до 500 м. Фотопластинки подвергаются действию света на глубинах около 1000 м. На глубине 1700 м дневного света нет.

Распространение одноклеточных планктонных водорослей ограничивается глубиной 200 м; для подавляющей массы их — 100 м; наиболее благоприятная глубина 20—40 м. Высшие — бурые и синезеленые — водоросли растут на глубинах меньше 100 м. Известковые водоросли у берегов Мурмана растут на глубинах 5—70 м, преобладая на глубинах 9—35 м. В коралловых рифах известковые водоросли распространены примерно на таких же глубинах. Рифы¹³ распространены на глубины около 40, преимущественно — 20 м, но пышно растут в зоне прибоя. В онкоидах Средиземного моря известковые водоросли развиты на глубинах от 80 м и до зоны прибоя. Эти цифры определяют глубины образования всех пород, в состав которых входят известковые водоросли. В основном они связаны с глубинами 10—40 м.

Глубины роста обычных водорослей определяют глубину образования тех глинистых пород, в составе которых они встречаются, например доманика и мшанковых глинистых сланцев. Глубина иловых впадин, в которых отлагался доманик, заросших водорослями с прикрепленными к ним своеобразными пеллциподами, не могла превышать 100 м. Эти впадины располагались в сравнительно мелкой зоне шельфа.

Фораминиферы. Образ жизни фораминифер освещен в монографиях Кешмена (1933) и Вальтера (Walther, 1893—1894) и в некоторых специальных работах, среди которых особенно выделяются многочисленные исследования советских палеонтологов.

¹³ Речь идет об организмах-рифостроителях. (Прим. сост.).

Фораминиферы встречаются во всех отложениях, включая даже золотые, куда они заносятся ветром. Они живут в озерах, болотах, солоноватых колодцах Каракумов, мириадами покрывают заросли водорослей, слагают пески пляжа, встречаются на всех глубинах шельфа, континентального склона и ложа Мирового океана до глубин 5—6 км.

Донные толстостенные формы, типа фузулин и нуммулитов, живут на небольших глубинах, около 20—40 м. Нередко фораминиферовые известняки образуются на суше, выше уровня моря. Пелагические планктонные пористые тонкостенные формы заносятся морскими течениями во все области и встречаются в отложениях любых глубин. Массовая концентрация их происходит в областях с застойной водой, с ничтожным приносом терригенного материала. Такими областями служат ложе Мирового океана и обособленные береговые водоемы — лагуны и заливы.

Радиолярии. Образ жизни их такой же, как у планктонных фораминифер. Для определения глубины они почти не имеют значения.

Остракоды. Свободно живут в пресных, солоноватых и морских бассейнах на самых различных глубинах. Предпочитают застойные илистые бассейны и области. Многие остракоды живут на водорослях и среди их зарослей. Это определяет сравнительно небольшие глубины их захоронения, даже в глинистых осадках, — около 10—60 м. С такими глубинами, преимущественно между 20 и 40 м, связаны темные тонкозернистые глинистые известняки и известковистые сланцы, переполненные одними остракодами.

Трилобиты — типичные донные формы, ползающие по илу или роющиеся в нем, реже плавающие. Связь с илистыми осадками указывает на глубины свыше 10 м, однако в обособленных водоемах они могут уменьшаться до 0, а в открытом море, наоборот, — достигать сотен метров.

Головоногие. Сумеречные и ночные хищники, живущие на самых различных глубинах, преимущественно на дне, где они ведут сравнительно малоподвижную жизнь, питаются главным образом ракообразными. Это относится к формам с закрученной раковиной, которые при жизни, а чаще и после смерти, связаны с определенными донными фациями сравнительно небольших глубин: около десятков метров, реже 200—400 м.

Формы с прямой раковиной ведут более мигрирующий образ жизни, но они чаще всего связаны с определенными илистыми фациями глубин свыше 10—20 м.

После смерти раковины головоногих, имеющие воздушные камеры, могут подниматься на поверхность моря, становиться частью псевдопланктона и заноситься течениями в любые участки моря, чаще всего в полузамкнутые бассейны. Поэтому цефалоподовые фации ни в коем случае нельзя считать обязательно связанными со значительными глубинами. Чаще они указывают на глубины от 10—20 до 60—80 м.

Гастроподы живут во всех бассейнах и на всех глубинах. Наибольшего расцвета они достигают в кенозое и для определения глубин кенозойских морей служат весьма важным показателем. Некоторые роды проникают на большие глубины и характерны для них, например *Pleurotoma*. Плеуротомовые глины, например, в олигоцене Крыма определяют наиболее глубокие части шельфа и верхние части континентального склона. На большие глубины спускаются и другие роды — *Fusus*, *Murex* и *Turritella*.

В мезозое распространение гастропод сокращается, ограничившись шельфом преимущественно с глубинами менее 100 м. Некоторые толстостенные формы с внутренними утолщениями — *Nerinea*, *Acteonella* — определяют небольшие глубины, связанные с сильным действием волн и течений.

В палеозое гастроподы еще более однообразны и концентрируются на глубинах не больше немногих десятков метров.

Пелециподы в кенозое широко распространены и встречаются на всех глубинах, но уже менее разнообразны, чем в мезозое. Они дают ценные указания о глубине при сравнении с современными формами.

В мезозое особенно характерны толстостенные неравносторчатые прирастающие, нередко громадные представители рудистов и их предков. Они определяют глубины в несколько метров — зону сильного действия прибою; одиночные более тонкостенные формы встречались и глубже, до 20—40 м, в зоне роста коралловых рифов.

В палеозое пелециподы приурочены к верхней части шельфа, к глубинам меньше 100 м. Можно отметить мегалодоновые банки, аналогичные современным и мезозойским устричным банкам, сложенные громадными толстостенными раковинами с массивным замком. Они определяют глубины в несколько метров, не больше 10—15 м. Интересны беззамковые тонкостенные подвешивающиеся формы, относящиеся к родам *Pterochaenia*, *Ontaria*, *Buchiola*. Они жили, подвешиваясь биссусом к водорослям, в застойных бассейнах. Неподвижность воды и обусловила отсутствие замка и тонкостенность. Они определяют глубины не более 100 м, преимущественно около 10—40 м.

Брахиоподы. Среди современных и кенозойских форм преобладают сравнительно глубоководные тонкостенные подвешивающиеся формы — ринхонеллиды и теребратулиды. Они встречаются на глубине от 20 м и больше. Более редки прирастающие толстостенные крании и диски, живущие на глубинах в несколько метров. С подводным песчаным пляжем (глубины 1—5 м) связаны лингулиды, спасающиеся от действия волн зарыванием в песок. В мезозое развиты те же три группы; в юре и древнее к первой группе присоединяются спирифериды. В палеозое распространение брахиопод совсем иное. В это время они достигают наибольшего развития и в зоне активного действия волн, от 0 до 10—15 м, замещают мезозойских пелеципод и кенозойских гастропод.

Они необыкновенно многочисленны на средних глубинах, около 100 м, и спускаются значительно ниже. Среди мелководных форм, живших в зоне активного действия волн, можно отметить своеобразные толстостенные прирастающие рихтгофении и литтони. С глубинами в несколько метров связаны банки, образованные толстостенными большими пентамеридами, продуктидами и стрингоцефалидами. Для более глубоких застойных участков характерны тонкостенные гладкие или слабоскладчатые теребратулиды, атириды и некоторые ринхонеллиды (лиоринхи).

Зарывающиеся в песок лингулиды живут не только в море, но и в солоновато-водных и даже пресных бассейнах.

Мшанки — хрупкие колониальные формы, указывающие на глубины, где движение воды ослаблено, т. е. на глубины от 20 до 100 м; местами они живут в зоне сильных донных течений и глубже.

Кораллы, как и все неподвижные прирастающие формы, нуждаются в непрерывном притоке микроорганизмов, которыми они питаются. Глубина, на которой они живут, определяется глубиной проникновения волн, т. е. 40—60, редко до 100 м, или развитием донных течений, проникающих до 600—800 м. Поэтому границы их распространения раздвинуты широко. Одиночные тонкостенные формы могут быть встречены в глубинных песках и галечниках. Вне области донных течений они живут на небольших глубинах. Массивные колониальные кораллы с успехом переносят самый сильный прибой.

Иглокожие. Морские ежи обитают на любых глубинах. Плоские низкие *Scutella* и *Clypeaster* не передвигаются даже сильными волнами и живут на глубинах от 1—2 м. Морские лилии со своими нежными хрупкими скелетными образованиями живут в зонах ослабленного действия волн, т. е. на глубинах ниже 15—20 м. Однако некоторые палеозойские роды с массивной чашечкой и толстым коротким стеблем могли выносить и более сильные волны на глубинах 5—10 м.

Изложенные выше данные по вертикальному распространению организмов кратки и представляют небольшую сводку имеющихся многочисленных сведений, приводимых в специальных работах. При детальном исследовании необходимо возможно более полное использование этих работ.

Примеры определения глубин бассейнов прошлого

Семилуцкие слои. Фактические данные взяты из исключительно содержательной работы М. М. Толстихиной (1952) и из личных наблюдений (Наливкин, 1930).

Палеогеографические признаки. Область развития семилуцких слоев расположена в центральной части Русской платформы — в средней части обширного залива, проникшего сюда с востока из Уральской геосинклинали. Это определяет глубины их образования не более 200 м.

Взаимоотношения. Со всех сторон семилукские слои окружены морскими отложениями, в которые они постепенно переходят. На юге граница связана эрозией, но общая обстановка не оставляет сомнения в том, что и здесь семилукские слои переходили в прибрежные морские отложения, в свою очередь примыкавшие к северной границе украинской суши. На западе в составе семилукских слоев начинают преобладать известняки, быстро сменяющиеся доломитизированными известняками и доломитами с свинордско-бурегской фауной; начиная от района Смоленска на севере мощность уменьшается, увеличивается количество известняков и семилукские слои постепенно переходят в свинордско-бурегские. На востоке, у Казани, Сызрани и Саратова, в семилукских слоях начинают появляться прослои битуминозных глин и известняков, изменяется и фауна, и семилукские слои на севере переходят в доманик, на юге — в лиоринховые слои.

Эти взаимоотношения показывают, что к югу, западу и северу глубины уменьшаются, к востоку — увеличиваются за счет перехода в иловую впадину — область отложения доманиковых фаций. Как уже было выше установлено, глубина этой иловой впадины не превышала 100 м, скорее всего колеблясь в пределах 40—60 м. Это определяет меньшие глубины семилукского бассейна.

Семилукские слои подстилаются верхнецигровскими, приблизительно такого же состава, покрываются петинскими слоями, резко отличными по составу и представляющими наземные прибрежные отложения. Эти взаимоотношения соответствуют изменениям разреза семилукских слоев, более глубоководных в нижней и средней частях и мелководных в верхней части.

Литологические признаки. В Воронежской области нижние две трети разреза, около 20 м, сложены зеленоватыми, сероватыми слоистыми глинами, чистыми и однородными, в которых содержание частиц менее 0.01 мм достигает 95—97 %. Они заключают богатую и разнообразную фауну. Верхняя треть разреза, около 10 м, состоит из сложно и часто чередующихся пород, содержащих особенно богатую и разнообразную фауну. Наряду с глинами и алевритами развиты мергели и известняки от тонкозернистых до грубообломочных, с плоской галькой до 10—12 см в диаметре или состоящие из более или менее крупной гальки известняков разного состава. Такие известняки представляют отложения зоны прибоя и служат естественным переходом к петинским песчаникам.

Палеонтологические признаки. Исключительно богатая и разнообразная фауна, среди которой встречены представители всех групп, включая головоногих, иглокожих и трилобитов, указывает на нормальную соленость, открытое море, небольшие глубины и движения воды в виде течений и ослабленного действия волн. Почти полное отсутствие массивных толстостенных форм и обилие организмов с длинными тонкими шипами и иглами свидетельствует об удаленности от зоны прибоя.

В верхней части разреза появляются прирастающие (альвеоли-

ты и ругозы), всверливающиеся и зарывающиеся формы. Среди гастропод встречаются низкие плоские толстостенные *Platyschisma*; на плоских гальках, неподвижно лежащих на дне, развивается своеобразное сообщество прирастающих форм — альвеолиты, спирорбисы, крании. Все это указывает на значительное усиление движений воды, скорее всего волн, связанное с приближением к берегу и уменьшением глубины.

В ы в о д ы. Глубины семилукского бассейна были неодинаковы в различные эпохи его существования. В самом начале они были менее значительны и наибольших размеров достигали в среднюю эпоху, когда отлагались чистые зеленоватые глины. Эти глубины были меньше глубины иловой впадины, расположенной к востоку, т. е. менее 40—60 м и более глубин прибрежной зоны песков и алевролитов (больше 10—15 м). Пределы от 10—15 до 40—60 м — это наиболее распространенные глубины шельфа в области, удаленной от берега. Этот вывод подтверждается географическим положением семилукского бассейна и характером окружающих его областей.

В конце семилукской эпохи состав осадков и фауны изменяется, появляются грубообломочные породы и мелководные формы, глубины уменьшаются, семилукские слои сменяются петинскими песчаниками и глинами — типичными отложениями берегового пляжа, сначала подводного с глубинами до 2—5 м, а затем наземного, с береговыми валами и дюнами, за которыми располагались болота, заросшие псилофитами. Соответственно и глубины образования верхней части семилукских слоев изменяются от 15—20 до 2—5 м.

Среднефранские доломиты Латвии и Белоруссии развиты в центральной части Русской платформы, между областью развития семилукских слоев и берегом Среднерусского залива. Это определяет глубины образования величиной менее чем 10—15 м.

Литологический состав характеризуется развитием на большой площади доломитов и доломитизированных известняков мощностью от 8—12 на Западной Двине до 15 м в Латвии. Массовое отложение доломитов наблюдается в бассейнах с повышенной соленостью или на отмелях, в условиях резкого колебания температуры.

Фауна морская, но по сравнению с фауной семилукских слоев резко обедненная, отличающаяся необыкновенным развитием гастропод, среди которых много массивных, толстостенных. Она определяет нормальную соленость и значительные движения воды, т. е. условия, характерные для отмелей.

Глубина больших отмелей различна, но не выше 3—5 м, чаще меньше.¹⁴

Такова же глубина образования фаменских доломитов Прибалтики, центральных областей Русской платформы, Второго Баку

¹⁴ Столь малые глубины мало вероятны. Эти представления отражают уровень знаний начала 50-х годов. (Прим. сост.).

и западного склона Урала. Своеобразный пояс отмелей протянулся в широтном направлении на тысячи километров; количество магния, сконцентрированного в отложениях отмелей, исключительно велико. Такого в истории Русской платформы больше не было.

Герцинские известняки Урала и Тянь-Шаня. Они представлены массивными рифовыми известняками, располагавшимися в геосинклинальной области, испытавшей длительные и значительные опускания. Это определяется большой мощностью известняков, колеблющейся от нескольких десятков до многих сотен метров, и их возрастом: в основании — лудловским, вверху — эйфельским.

Литология своеобразная и характеризуется развитием одних карбонатных пород — известняков, мергелей, реже доломитов самого различного происхождения — от грубообломочных (брекчиевых и конгломератовых) до тончайших афанитовых. Нередки массивные перекристаллизованные известняки с инкрустационной структурой, представляющие тело рифа и связанные с очень небольшими глубинами, не больше нескольких метров. Часто встречаются неясно- или яснослоистые зернистые разновидности, представляющие отложения склона рифа на глубинах от 10—20 до 100—200 м. Они сменяются более тонкозернистыми, вплоть до афанитовых, известняками, ясно и правильно слоистыми и небольшой мощности, которые отлагались на том же склоне рифа, но в зонах отсутствия действий волн и течений на глубинах от 200—400 м и больше, возможно до 1000—1500 м. Среди массивных разновидностей могут быть встречены тонкослоистые и тонкозернистые породы типа литографского камня, образовавшиеся в лагунах на глубинах не больше 10—40 м.

Герцинские известняки, так же как и другие рифовые массивы верхнепалеозойского, триасового, юрского возраста, важны потому, что показывают, как единое по своему образованию стратиграфическое тело может возникать на резко различных глубинах. Соответственно разные части массива связаны с различными глубинами. У большого рифового массива высотой 600 м верхняя часть образовалась на глубине 0—20, а нижняя — на глубинах около 500—600 м.

Турнейский ярус Среднего Урала. Фактические данные приведены по материалам автора.

Палеогеографические признаки. Отложения турнейского яруса широко развиты на западном и восточном склонах, т. е. в пределах всей Уральской геосинклинали; это определяет самые различные глубины образования этих отложений.

Взаимоотношения отложений. На западе турнейские отложения переходят в разновозрастные отложения Русской платформы, представленные очень близким комплексом фаций. На востоке выходы турнейского яруса прерываются. Это объясняется тем, что, судя по разрезам Южного Урала, сравнительно недалеко (от десятков до 150—200 км) располагалась суша, и тур-

нейский ярус из разрезов выпадает. Но на юг и на север на сотни километров развиты морские отложения того же типа. Подстилаются они темными слоистыми породами доманикового типа, но фаменского возраста. Покрываются угленосной толщей Кизеловского бассейна на западе и угленосной толщей Егоршинского бассейна на востоке. На востоке западного склона Среднего Урала угленосная толща замещает верхнетурнейские известняки, ложась на известняки нижнего турне с мартиниопсисами; на этих же известняках залегает она и на восточном склоне, как это установлено совместными наблюдениями автора и А. А. Пронина.

Литологические признаки. Преобладают известняки темные, слоистые, внизу тонкозернистые, иногда афанитовые, сверху более грубозернистые, светлые, нередко обломочные, переходящие в ракушники.

Палеонтологические признаки. В нижнем турне фауна встречается в тонких прослойках, но иногда переполняет их. Фауна богатая и разнообразная. Уже в верхних горизонтах нижнего турне развиты скопления больших толстостенных *Spirifer medius* Leb.; эти скопления близки к ракушняковым банкам, но связаны с более значительными глубинами, что подтверждается хорошей сохранностью раковин.

В верхнем турне фауна встречается гораздо чаще, местами переполняя породу. Вверху разреза ракуша поражает своими громадными размерами и толстостенностью. Длина массивных особей каниний достигает полуметра; не менее массивные давиеллы (*Chonetes comoides*) образуют банки, аналогичные устричным. Некоторые другие формы обладают громадными толстостенными раковинами.

Литологические и палеонтологические особенности нижнего турне и тесная связь с подстилающим фаменским домаником — отложениями иловых впадин — указывают, что глубины его образования значительны, около многих десятков метров. Допускать существование больших — около 400—600 м — нет никаких оснований. Наличие водорослей в иловых впадинах подтверждается характером пелециподовой фауны. Затем в нижнетурнейских известняках хотя и редко, но встречаются шаровидные и удлиненные небольшие известковые водоросли. Это также подтверждает глубины в десятки метров. Кроме того, мартиниопсисы (брахиоподы), местами встречающиеся в значительных количествах, обладают хотя и гладкой, но толстостенной раковиной. Интересно, что такие же мартиниопсисовые известняки найдены и на восточном склоне; это подтверждает широкое распространение фации, соответствующей глубокой части шельфа.

Важно отметить, что на восточном и западном склонах эта фация покрывается и постепенно переходит через пачку немых известняково-глинистых пород в угленосную толщу. Это указывает на быстрые поднятия, охватившие всю геосинклиналь и превратившие ее здесь в обширную плоскую дельту большой равнинной реки, текшей с востока.

Известняки с давициеллами и каниниями мелководные, связанные с глубинами не свыше 10—20 м; переход от них к покрывающей их угленосной толще постепенный, естественный, обусловленный небольшими поднятиями и не сопровождавшийся перерывами и размывами. Это подтверждается также наличием прослоев с морской фауной и в нижней части угленосной толщи.

Определение климатических условий

Климатические условия определяются по тем же группам признаков: палеогеографическим, литологическим и палеонтологическим.

Палеогеографические признаки. Самый простой признак — географическое положение (чем севернее — тем холоднее) — имеет ведущее значение для четвертичной эпохи и неогенового периода и сохраняет его до верхней юры. Это видно хотя бы по распространению коралловых рифов.¹⁵ Начиная с нижней юры и особенно в палеозое распространение коралловых рифов принимает не широтное, а долготное направление, например на Урале, и значение этого признака становится неясным.

Положение по отношению к областям оледенения имеет значение при знании границы оледенения. Поэтому для четвертичного и неогенового оледенений оно весьма существенно. Для верхнепалеозойского и более древних оледенений этот признак должен учитываться, но только при установлении положения области несомненного оледенения.

Положение морских течений. Мощные океанические холодные и теплые течения, типа Гольфстрима, представляют собой важные климатические факторы. Ими объясняется существование в палеогене на Шпицбергене теплолюбивой флоры с пальмами. Для более древних эпох значение их было не меньшим, но восстановление положения течений вызывает затруднения, поэтому устанавливается оно предположительно. Отсутствие известняков в верхнеюрском—нижнемеловом море¹⁶ объясняется холодным течением, направленным с севера на юг.

Положение морей и материков очень сильно влияет на климат. Побережье морей всегда имеет более умеренный и влажный климат, особенно если в морях развиваются теплые течения. Наибольшие мировые трансгрессии, например среднекембрийская, среднедевонская, верхнеюрская и верхнемеловая, проникают далеко в глубь континентов, резко изменяя их климат в сторону потепления и увлажнения.

Наоборот, складчатости, заполняя геосинклинали, создают громадные материки и высокие горные хребты. Это, безусловно, вызывает появление континентального климата с холодной зимой и жарким летом. Внутри континентов возникают области без

¹⁵ Учение о фациях, т. I, рис. 169.

¹⁶ Речь идет о Восточно-Европейской платформе. (Прим. сост.).

стока, весьма благоприятные для возникновения пустынного климата. При определении климата той и другой области установление положения ее по отношению к берегу континента или внутриматерикового моря весьма существенно.

Литологические признаки нередко важны. Рифовые массивы определяют тропический характер морских бассейнов и тем самым прилегающей суши. Это один из важнейших признаков для определения климата прошлого. Надо иметь в виду, что скопления известковых водорослей, мшанок и других организмов образуют онкоиды — холмообразные массивы известняков — в любых морях, вплоть до Северного Ледовитого океана. Одиночные кораллы и одиночные колонии кораллов растут и в водах с низкой температурой. Преобладание известняков в разрезе морской толщи указывает на теплый тропический климат. В отложениях холодных морей известняки встречаются, но в виде отдельных прослоев; нередко они полностью отсутствуют. В тропиках же часто весь разрез состоит из одних карбонатов.

Преобладание известняков определяет тропический характер морского бассейна, но преобладание терригенных пород ни о чем не свидетельствует — оно наблюдается как в холодных, так и в тропических морях.

Хемогенные толщи. Соленосные и гипсоносные толщи и толщи других химических отложений образуются в областях, где количество осадков незначительно и испарение преобладает над их выпадением. Это наблюдается в пустынных, полупустынных и степных областях с жарким и теплым климатом, как, например, в районах Сиваша и Кара-Богаз-Гола. Однако это справедливо лишь для континентальных равнин и побережий, а в горных областях отмечается существование самосадочных озер и в условиях холодного климата, например на Памире и в Тибете.

В жарких и теплых климатических областях хемогенные толщи в отложениях прибрежных равнин отсутствуют, но на ограниченном протяжении береговой линии. Полное отсутствие этих толщ на расстоянии тысяч километров указывает на умеренный и холодный климат.

Палеонтологические признаки разнообразны и существенны. Сообщество коралловых островов уже было рассмотрено выше.¹⁷ Надо отметить, что в различные эпохи оно различно, особенно в отношении родового и группового составов. В частности, для мезозоя характерны такие прирастающие массивные формы, как рудисты.

Массовое скопление толстостенных фораминифер типа нуммулитов и фузулин, образующее нуммулитовые и фузулиновые известняки и песчаники, характерно для пляжей тропических морей.

Скопления пелагических форм, например в палеогеновых фораминиферовых глинах или в белом мелу, образуются и на больших глубинах в условиях низкой температуры.

¹⁷ Учение о фациях, т. I, с. 421—474.

Разнообразие, большие размеры и богатые украшения свойственны ракушке теплых южных морей. Северные формы менее разнообразны и гораздо скромнее украшены.

Состав наземной флоры и фауны материков дает ведущие указания о климатических условиях одновременно и для морей, омывающих материки.

Примеры определения климатических условий. Средний кембрий Сибирской платформы представлен отложениями обширного континентального моря, связанного с одной из крупнейших трансгрессий, сопровождающихся широким распространением теплого влажного климата. Разрез, состоящий почти из одних известняков, археоциатовые рифы, богатая и разнообразная фауна подтверждают жаркий тропический климат. В красноцветах, подстилающих и покрывающих известняки, широко распространены толщи эвапоритов — каменной соли, калийных солей и гипса, также указывающие на жаркий климат.

Визейские известняки — пример необычайно широкого, всемирного распространения мощной карбонатной толщи, сложенной преимущественно слоистыми известняками. Они простираются начиная от Англии и Алжира, через Германию и Польшу, Русскую платформу, Урал, Тянь-Шань, в Китай и Северную Америку, образуя своеобразный пояс, охватывающий весь земной шар. Такое распространение указывает, что визейские известняки связаны с определенной климатической зоной. Эта зона обладала теплым, но влажным климатом типа современного средиземноморского. Коралловые рифы почти отсутствуют, но широко развиты онкоиды — холмы массивных известняков, нередко с богатейшей и разнообразнейшей фауной. Часто встречаются банки, сложенные громадными толстостенными гигантскими или сросшимися друг с другом стриаиферами. Нередки слоистые коралловые известняки. Многие формы обладают толстой, богато украшенной раковиной.

Влажность климата, обилие осадков, наличие хорошо развитой речной системы доказывается тем, что с визейскими известняками тесно связаны многочисленные мощные угленосные толщи. . . Они представляют неотъемлемую принадлежность материков, омывавшихся визейским морем. Флора угленосных толщ также носит тропический характер, в частности для древовидных растений характерно отсутствие годовых колец.

Заслуживает внимания и то, что с визейскими материками нигде не связаны красноцветы и эвапориты. Наоборот, в озерных отложениях нередко толщи бокситов, бокситовых пород и огнеупорных глин, что указывает на жаркий климат с чередованием засушливых и преобладающих дождливых сезонов.

Пермь, триас, юра и нижний мел Дальнего Востока и Восточной Сибири представлены в основном однородной, необыкновенно мощной (во много километров) терригенной толщей. Она обладает громадным распространением — от восточной оконечности Таймыра, через Верхоянский

хребет, в Колымский край, бассейн Анадыря и Дальний Восток. В ее состав входят три больших комплекса осадков: континентальные, нередко угленосные, затем морские и вулканогенные.

Палеогеографически рассматриваемая толща представляет отложения восточной окраины Ангарского материка — системы островов, примыкавших к нему с востока, которую можно назвать Колымским архипелагом — разнообразных морских бассейнов, омывавших ее. Многие острова были вулканическими. На Ангарском материке была хорошо развита речная сеть. Мощные равнинные реки образовывали дельты и выносили в море громадные массы терригенного, песчано-глинистого материала.

Характерная, очень важная особенность заключается в полном отсутствии соленосных и гипсоносных толщ. Нахождение каменной соли — одна из важнейших проблем для Дальнего Востока. Нет также толщ красцветов, широко распространенных на Сибирской платформе в кембрии, но полностью отсутствующих в верхнем палеозое и мезозое.

Морские отложения представляют собой пачки и толщи с морской фауной, чередующиеся и вклинивающиеся в континентальные отложения. В их составе характерно резкое преобладание терригенных отложений — песчаников, сланцев и конгломератов. Чистые известняки крайне редки. Рифовые известняки отсутствуют, появляясь только в верхнем палеозое на юге Сихотэ-Алиня.

Своеобразие состава рассматриваемой толщи не оставляет сомнения в необычайно влажном климате, сохранявшемся в течение длительного промежутка времени. Температурные условия менее ясны.

Для морских бассейнов более вероятны умеренные и низкие температуры. Это доказывается почти полным отсутствием чистых и массивных известняков, сравнительным однообразием фауны и преобладанием в ней гладких или мало украшенных форм. Возможно, и на континенте господствовал умеренный и холодный климат. Состав флоры в основном такой же, как и в других областях Ангариды, но обилие хвойных указывает на умеренные температуры.

А у ц е л л о в ы е с л о и представляют собой один из верхних горизонтов рассмотренной выше толщи. Их рассматривают как пример северных, возможно арктических, отложений, что весьма вероятно. Основное доказательство заключается в распространении их исключительно в северных широтах, преимущественно в Арктике. Подтверждает это и характер фауны, сравнительно однообразной, но многочисленной, состоящей из форм средних размеров и скромно украшенных.

К е н о з о й с к и е отложения южной половины Русской платформы (пример определения изменений климатических условий по изменению фауны и флоры в основном современного типа).

В конце олигоцена и начале миоцена характерно развитие

громадного числа своеобразных носорогов, среди которых встречены наиболее крупные наземные млекопитающие — безрогий носорог (индрикотерий). Зубы носорогов показывают, что они питались сочной растительностью болотно-лесного типа. Нахождение тапиров и первых олений подтверждает почти тропический влажный климат в это время. В конце миоцена — начале плиоцена болотные формы исчезают, сменяясь формами, жившими в сухой, лесостепной области, — слонами, настоящими носорогами, антилопами, обезьянами. Конец плиоцена — начало антропогена отличается преобладанием степных форм, среди которых особенно многочисленны трехпалые лошади — гиппарионы; встречаются верблюды, антилопы, саблезубые тигры, жирафы, гиены. К северу их сменяет лесная фауна с оленями и слонами. Далее фауна с мамонтами и волосатыми носорогами, жившими в сосновых и еловых лесах, которая указывает на дальнейшее резкое похолодание.

Наконец, фауна с северными оленями, мускусными быками, песцами и другими полярными тундровыми формами появляется в эпоху наибольшего похолодания. В эту эпоху вся северная половина Русской платформы была занята мощным ледяным покровом. У его краев жила полярная фауна.

Отступление ледяного покрова привело к появлению современной фауны лесного типа с оленями и лосями, а на юге — степной фауны с лошадьми и антилопами.

Изменения фауны сопровождаются соответствующими изменениями флоры.

Определение солености воды

При определении солености воды главный критерий — состав фауны. Нормальную соленость характеризуют:

- 1) присутствие коралловых рифов, цефалопод, иглокожих;
- 2) разнообразие фауны (в одном обнажении встречаются десятки видов, но каждый вид представлен небольшим числом особей).

На пониженную соленость указывают:

- 1) однообразие фауны: вся фауна бассейна состоит из немногих десятков видов, в одном обнажении встречаются обычно не больше 5—6 видов, но в громадном количестве; получается весьма характерный признак — бедность видами, но богатство особями;
- 2) отсутствие коралловых рифов, полное или почти полное отсутствие цефалопод, иглокожих, по-видимому, одиночные виды цефалопод и морских лилий приспособлялись к некоторому опреснению воды;

3) косвенным указанием служит обособленность бассейна в связи с возможным развитием речной системы.

Повышенная соленость вызывает гибель морской фауны. При небольшом повышении солености происходят такие же изменения, как и при понижении, — фауна становится бедной видами

и богатой особями. Нередко наблюдаются карликовые размеры фауны, вообще указывающие на неблагоприятные условия существования.

В горько-соленых бассейнах обитают лишь немногие виды ракообразных — филлопод и брахиопод. Наиболее распространен род *Estheria*.

Присутствие в осадках прослоев солей также указывает на повышенную соленость.

Определение солености воды рассмотрим на примере цехштейна или казанского яруса Русской платформы, сложенного толщей мергелей и известняков верхнепермского возраста. Область ее распространения значительна — от долины Северной Двины до долины Урала. С другой стороны, намечается полная или почти полная замкнутость бассейна. На востоке казанский ярус доходит до Урала, на западе приблизительно до меридиана Москвы. Отсутствует на северном побережье, на Новой Земле и на Северном Урале. Не обнаружен он и буровыми скважинами в Урало-Эмбенском районе. Мощность сравнительно небольшая — достигает максимум нескольких десятков метров. Подстилают различные отложения: то мергели с морской фауной, то гипсы и доломиты, то красноцветные песчаники. Покрывается везде красноцветными наземными отложениями. По простиранию переходит в толщи каменной соли и гипса или в красноцветные наземные песчаники. Слоистость везде правильная, средняя. Литологический состав: зеленовато- и буровато-серые глинистые известняки, мергели и глины. Песчаники отсутствуют.

Фауна своеобразна и отличается бедностью видов и богатством особей. Стеногалинные группы отсутствуют (рифовые кораллы) или почти отсутствуют (цефалоподы и иглокожие). Преобладают эвригалинные группы — пелециподы, гастроподы, мшанки; брахиоподы многочисленны и нормальных размеров, но представлены небольшим числом родов и видов. Большинство видов отличается сильной изменчивостью.

Итак, цехштейновое море представляло собой обширный замкнутый солоноватоводный опресненный бассейн. Глубины его не превышали 100—200 м.

Полная замкнутость цехштейнового моря вызывает у некоторых сомнения. А. Н. Нечаев указывал на существование пролива, соединявшего цехштейновое море с открытым морем Кавказа. Этот пролив он рисовал посередине Каспийского моря. Но это допущение неправильное. В случаях такого соединения, изменение фауны происходило бы постепенно: у конца пролива фауна типичная морская и чем дальше от пролива, тем она все более изменяется. Ничего подобного в фауне цехштейна не наблюдается. На всем протяжении — на юге, в центре, на севере — ее общий характер совершенно одинаков. Даже на самом юге предполагаемого пролива, у Оренбурга, фауна не носит никаких следов изменения. Поэтому цехштейновое море следует рассматривать как вполне замкнутый бассейн, аналогичный Каспийскому морю.

Глубина этого бассейна, несмотря на большую площадь, была незначительной, не превышавшей 100—120 м. Это доказывается однородностью осадков и фауны, скоплением фауны в больших количествах и ее сравнительным однообразием. Зона заражения сероводородом отсутствовала, так как количество пирита в отложениях ничтожно.

Не вызывает сомнения, что вода цехштейнового моря обладала ненормальной соленостью; иногда ее считали повышенной, указывая на образование громадных залежей различных солей. Но эти залежи образовывались, конечно, не в самом море, а в замкнутых заливах и лиманах, соленость которых не имеет ничего общего с соленостью моря, как, например, у Кара-Богаз-Гола и Каспийского моря. С другой стороны, только что образовавшийся Урал достигал значительной высоты и размеров и обладал хорошо развитой речной системой. Эти реки впадали в цехштейновое море, вызывая его опреснение.

Определение условий образования отсутствующих объектов

Подразумеваются такие объекты, которые ранее существовали, но в настоящее время уничтожены эрозией. Прежде чем изучать условия образования таких объектов, приходится восстанавливать их главнейшие особенности. Чаще всего к отсутствующим объектам относятся горные хребты и части пластов и свит, уничтоженные эрозией во время континентальных перерывов.

Горные хребты и возвышенности восстанавливают по свойствам их продуктов разрушения, образовавших зоны подножий и предгорные равнины и сохранившихся до настоящего времени. Методика восстановления: на основании изучения области накопления реконструируем ее противоположность — область разрушения, неразрывно с ней связанную.

Для горных хребтов и возвышенностей определяют географическое положение, высоту, речную систему, состав, возраст.

Речная система. Поскольку основным материалом служат речные отложения, то первой восстанавливают речную систему. Для этого изучают величину зерен и обломков, их окатанность и петрографический состав. Если толща накопления состоит из средне- и мелкозернистых песчаников с подчиненными слоями алевритов и глин, причем зерна хорошо окатаны, сортированы и почти исключительно кварцевые, то река, отложившая данную толщу, — равнинного материкового типа, похожая на современную Волгу. Размеры толщи — ее мощность, протяженность и форма — определяют размеры равнинной реки. Угленосная толща Донбасса поражает своими большими размерами; она могла быть отложена только крупнейшей рекой протяженностью свыше 1000—2000 км или несколькими реками. Угленосная толща Кизеловского бассейна на Среднем Урале такого же литологического

состава, но в десятки раз меньшего объема; соответственно образовавшая ее река хотя и была равнинной и имела значительные размеры, но по длине вряд ли превышала 1000 км. Ее можно сравнить с Северной Двиной или Печорой.

Мощные конгломераты, чередующиеся с песчаниками, протягивающиеся в длину на многие сотни, иногда тысячи километров, в ширину достигающие многих десятков, реже 100—200 км, а мощности — от нескольких сотен метров до нескольких километров, представляют типичные осадки подножия больших горных хребтов с многочисленными бурными и многоводными, но сравнительно короткими реками. Эти реки, стекая с хребта на равнину, образовывали громадные конусы выносов.

Многочисленные полноводные горные реки, обладающие большой протяженностью и способные отложить мощные конгломератовые толщи, могут возникнуть только в одном случае — при широком развитии в горном хребте вечных снегов и оледенения. Горное оледенение и мощные конгломераты неразрывно связаны друг с другом и не могут существовать раздельно. Этот вопрос детально рассмотрен в разделах «Горное подножие» и «Горные хребты».

Толщи нижнепермских конгломератов западного склона Урала достигают мощности во многие сотни, иногда тысячи метров и прослеживаются на протяжении свыше 1000 км. Они и представляют типичные отложения зоны подножия. Их состав, мощность и распространение определяют существование многочисленных мелководных и бурных горных рек такого типа, который мог возникнуть только в высокогорных хребтах с вечными снегами и оледенением. Таким образом, вопрос о верхнепалеозойском оледенении Урала решается бесспорно положительно, но это оледенение было типичным горным, долинным оледенением. Как это неоднократно указывалось, никаких признаков равнинного, материкового оледенения на Урале нет, но это не исключает возможности существования мощно развитого горного оледенения типа кавказского или среднеазиатского.

Весьма интересны мощные конгломерато-песчаниковые толщи, развитые в юрских отложениях Ангариды, например в основании челябинской угленосной толщи и в средней юре Восточного Забайкалья. Они имеют мощность во многие сотни метров, но сравнительно небольшое протяжение — немногие сотни километров, отлагаясь у подножия высоких горных хребтов с хорошо развитым оледенением, но небольшой протяженности типа горных массивов Южной Америки и Центральной Африки.

Кроме рассмотренных выше двух крайних типов речных систем — высокогорных и равнинных — существуют многие другие, промежуточные. С каждой из них связан свой тип толщ накопления, то с меньшим, то все же со значительным развитием конгломератовых толщ, то почти без них.

У подножия пустынных хребтов образуются своеобразные грубообломочные толщи, отлагающиеся временными потоками.

Они отличаются значительным количеством брекчий и грубозернистых песков с малоокатанными обломками и зернами, плохо сортированными и косо- или неправильно-слоистых. В ископаемом состоянии они весьма редки.

Высота горных хребтов прошлого определяется по мощности отложений подножий. У современных хребтов высотой 5000—6000 м мощность отложений подножий достигает 1000—1500 м. Приблизительно такой же высоты достигал и нижнепермский Урал.

Мощность сиваликской толщи, отлагавшейся у подножия плиоценовых Гималаев, достигает 4000—6000 м. Соответственно высота плиоценовых Гималаев была значительно больше, чем современных, и достигала 15 000—18 000 м.

Географическое положение устанавливается по положению зоны подножий, непосредственно примыкавшей к горному хребту или удаленной от него на расстояние не более нескольких десятков километров.

Изучение конгломерато-песчаниковых толщ верхнего палеозоя Урала показало, что в среднем карбоне они имеют небольшую мощность, развиты на восточном его склоне, а конгломераты почти отсутствуют. Из этого можно сделать вывод, что в описываемую эпоху на Урале никаких хребтов не было. В верхнем карбоне довольно мощные конгломераты появляются на восточном склоне, определяя положение горных хребтов в Зауралье. В нижнюю пермь мощные конгломераты зоны подножий высокогорного хребта развиты на западном склоне. Горный хребет, подвергавшийся разрушению, с вечными снегами и оледенением, располагался на месте центрального и, возможно, Восточного Урала. В уфимскую эпоху конгломерато-песчаниковые толщ подножий отсутствуют; следовательно, отсутствовал и высокогорный хребет. На Южном Урале отлагается красноцветная песчаниковая толща мощностью до 1000—1500 м, чаще значительно меньше. Она отлагается у подножия невысокого горного массива, лишённого постоянной речной системы, но с широко развитой системой мощных временных потоков, преимущественно плащевого типа, без постоянных русел. В казанскую и татарскую эпохи отлагаются такие же красноцветы, но еще меньшей мощности и меньшего распространения. Урал становится еще ниже, сохраняя пустынный, безводный характер.

Состав горных хребтов легко определяется минералогическим и петрографическим изучением обломков и зерен, слагающих толщ накопления. Состав этих толщ различен, что подчеркивает резкое различие строения тех хребтов, в результате разрушения которых они образовались.

Тедженская и каракумская толщ, слагающие основание юго-западных и центральных Каракумов, резко отличаются по составу. Изучение этого состава показало, что тедженская свита состоит из продуктов разрушения хребтов северо-восточного Ирана, сложенных преимущественно известняками и сланцами. Каракум-

ская свита возникла в результате разрушения хребтов Тянь-Шаня и Памира, в строении которых преобладают кристаллические и метаморфические породы.

Шлиховой анализ красноцветов татарского яруса верхнего Прикамья дал весьма существенные указания на характер тех толщ, которые слагали верхнепалеозойский, давно уничтоженный хребет, находившийся на месте современного Урала.

Возраст. Образование отложения подножий и поднятие горного хребта, сопровождающееся его разрушением, происходят одновременно. Поэтому возраст толщ накопления определяет возраст эпохи разрушения и существования разрушавшегося хребта. Это весьма важное положение позволяет определить возраст многих хребтов прошлого нередко иначе, чем оно определялось раньше.

Уничтоженные части слоев и свит восстанавливают сравнением с отложениями, окружающими их со всех сторон. Нередко это требует длительных и кропотливых исследований, но результаты получаются хорошие.

Заканчивая методические указания, необходимо сказать, что они отнюдь не исчерпывающие. На них надо смотреть, как на примеры и общие положения, дающие некоторые указания, как вести работу по определению условий образования осадков.

Самое важное — это то, что при изучении любого явления обязательным, нередко основным и решающим служит изучение взаимосвязей с окружающими явлениями и с теми, которые ему предшествовали и последовали. Особенно важны противоположные, неразрывно связанные с изучаемым, явления.

ЛИТЕРАТУРА

Домрачев С. М. Девон хр. Кара-Тау и прилегающих районов Южного Урала. — В кн.: Девон Западного Приуралья. Л., 1952, с. 5—122. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 61).

Домрачев С. М., Мелешенко В. С., Чочиа Н. Г. Чусовская свита западного склона Южного Урала. — Геол. сб., 1951, № 1, с. 80—94.

Кешмэн Н. Д. Фораминиферы. М.; Л., 1933. 462 с.

Наливкин Д. В. Семилукские и воронежские слои. — Изв. ГГРУ, 1930, т. 49, № 1, с. 53—93.

Пустовалов Л. В. Условия осадкообразования в верхнепермскую эпоху. — Пробл. сов. геол., 1937, т. 11, с. 963—992.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. Л.; М., 1940. 278 с.

Рухин Л. Б. Основы литологии. Л., 1953. 671 с.

Сапожников Д. Г. Известково-доломитовый ил оз. Балхаш. — ДАН СССР, 1942, т. 36, № 4—5, с. 150—153.

Сапожников Д. Г. Современные осадки и геология оз. Балхаш. — Тр. ИГН, 1951, вып. 132. 207 с.

Страхов Н. М. Доломитовые осадки оз. Балхаш и их значение для познания процессов доломитообразования. — Сов. геол., 1945, № 4, с. 46—66.

Страхов Н. М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов. — Тр. ИГН, 1951, вып. 124. 372 с.

Твенхофел В. Учение об образовании осадков. М.; Л., 1936. 916 с.

Толстихина М. М. Девонские отложения центральной части Русской платформы. М., 1952. 141 с.

Чочиа Н. Г. Девон Уфимского амфитеатра. — Тр. ВНИГРИ, 1950, вып. 44, с. 4—61.

Чочиа Н. Г., Андрианова К. И. Девон Колво-Вишерского края. — Тр. ВНИГРИ, вып. 61, 1952, с. 122—199.

Швецов М. С. Петрография осадочных пород. 2-е изд. М., 1948. 387 с.
Walther J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, Jena, 1893—1894. 1055 с.

ВРЕМЯ И МЕСТО ГОРООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПО КОНГЛОМЕРАТАМ ПОДНОЖИЙ¹

Для определения времени и места горообразовательных движений решающие данные дают осадки подножий, или молассы. В областях молодой складчатости, на Кавказе и в других районах внутренней зоны средиземноморской геосинклинали, горообразование совпадает со складкообразованием. Соответственно осадки подножий определяют время и место проявлений альпийской складчатости.

Осадки подножий весьма разнообразны. Они детально описаны в монографии В. И. Попова «Литология кайнозойских моласс Средней Азии» (1954 г.). Сейчас я остановлюсь только на одной группе фаций этих осадков, а именно — на конгломератовых толщах. У нас для них нет особого названия; среди альпийских моласс их выделяют под названием «нагельфлю»; в Северной Америке их называют «фангломераты». По условиям образования это осадки, слагающие большие конусы выноса, образованные мощными горными потоками, связанными с областями оледенения. Эти конусы достигают высоты во много сотен метров и располагаются на предгорной равнине вдоль подножия поднимающихся молодых горных хребтов. Сливаясь друг с другом, они образуют узкий и длинный пояс, протягивающийся вдоль хребта на всю его длину, обычно на сотни километров, при ширине, не превышающей нескольких десятков километров.

Конгломераты подножий легко узнаются в разрезах прежде всего по своей мощности и распространению. Мощность их наиболее характерна, так как на земном шаре нет других условий, в которых могли бы образовываться толщи конгломератов мощностью свыше 200 м. Конгломераты зоны приобя не превышают по мощности нескольких десятков метров. О распространении конгломератов подножий уже говорилось выше. Своеобразен и литологический состав. Наряду с преобладающей хорошо окатанной галькой небольших и средних размеров нередки валуны больших размеров, окатанные значительно слабее. Изредка встречаются отдельные слабоокатанные глыбы громадных размеров. Пачки конгломератов чередуются и прослаиваются песчано-глинистыми породами, имеющими подчиненное значение. Слоистость разно-

¹ В кн.: Труды Совещания по тектонике альпийской геосинклинальной области Юга СССР. Баку, 1956, с. 9—15.

образная. Для большинства пачек характерны почти горизонтальные поверхности ограничения, хорошо выдерживающиеся на десятки километров. В отдельных слоях часто встречается косая и неправильная слоистость.

Распространение органических остатков различно. В наземных конусах выноса они почти отсутствуют; только в глинистых прослойках, соответствующих времени существования небольших водоемов, встречаются остатки растений, пресноводных моллюсков и остракод. В морских дельтах, располагающихся у подножия горных хребтов, нередко прослой с морской фауной, какие, например, обнаружены в морских молассах Альп и артинских конгломератах Западного Урала.

Конгломераты подножий неразрывно связаны с горным хребтом, у которого они образуются. Начало их образования совпадает с началом поднятий хребта. По мере поднятия и расширения хребта они сдвигаются, в связи с движением окраин хребта. Особенно хорошо это сдвижение видно по распространению верхнепалеозойских конгломератов подножия Урала. Для Алайского хребта оно было описано В. Н. Вебером и другими исследователями на примере четвертичных конусов выноса.

При поднятии хребта выше линии вечных снегов его вершины покрываются ледниками. Это оказывает громадное влияние на характер горных рек. Они становятся более полноводными и бурными. Особенно сказывается летнее половодье, вызывающееся наибольшим таянием снегов и льдов. Благодаря этому, реки выносят на предгорную равнину наибольшие массы галечного и валунного материала и конгломераты подножий достигают наибольшей мощности, измеряющейся многими сотнями метров, иногда километрами. Подобные мощности наблюдаются только у подножия хребтов, несущих постоянный снеговой и ледяной покров. Поэтому нахождение типичных мощных конгломератов подножий указывает не только на существование рядом горного хребта, но и на оледенение этого хребта.

По-видимому, существует возможность по мощности и распространению конгломератов подножий судить о высоте хребта, за счет разрушения которого они образуются. Определение высоты Урала в пермскую эпоху по анализу мощностей артинских конгломератов было сделано А. В. Хабаковым в 1948 г.

В эпоху максимального поднятия горного хребта мощность конгломератов накопления, точнее говоря, — скорость их накопления и размеры переносимого материала достигают наибольшей величины.

Когда поднятия хребта ослабевают и наконец полностью прекращаются, сначала они уравниваются разрушением и высота хребта сохраняется постоянной. По-видимому, такое состояние бывает непродолжительным, разрушение перевешивает поднятие и высота хребта начинает понижаться. Когда же поднятия прекращаются, разрушение достигает наибольшей степени, и хребет начинает быстро понижаться. Это немедленно сказывается

на режиме речной системы. Ряд рек высыхает, другие же испытывают резкое уменьшение скорости течения и количества воды. Соответственно резко уменьшается количество выносимого материала и размеры слагающих его галек. При дальнейшем понижении хребта вынос галечного материала прекращается и отлагаются одни пески, алевроиты и глины.

Судя по разрезам, при прекращении поднятий разрушение хребтов идет неожиданно быстро и на их месте возникает мелко-сопочник, почти равнина. Нередко опускание всей области вызывает морскую трансгрессию, а на осадках подножий отлагаются морские песчано-глинистые и известняковые осадки. Через некоторое время новые поднятия вызывают образование нового хребта, у подножия которого начинают отлагаться новые толщи.

Начало накопления толщи подножий — это начало горообразования, начало складкообразования. В это время отлагаются сравнительно тонкозернистые, преимущественно песчаные базальные пачки. В эпоху максимального поднятия, когда горный хребет поднимается выше снеговой линии и покрывается льдом, отлагаются основные толщи конгломератов. Наконец, в эпоху ослабления горообразовательных движений вначале продолжают отлагаться конгломераты, пока высота хребта не станет ниже снеговой линии, затем конгломератов становится все меньше, и после прекращения горообразовательных движений они полностью замещаются песками. Таким образом, накопление осадков подножия продолжается и после прекращения горообразовательных движений, но очень недолго. Поднятие и разрушение горных хребтов протекают гораздо быстрее, чем это обычно считают.

Недопустимой и грубой ошибкой является мнение, что сначала образуются горы, а потом начинается их разрушение. Создание рельефа и его уничтожение — это две противоположности, неразрывно связанные друг с другом. Они начинаются и протекают одновременно, и только в конце процесс уничтожения не сопровождается процессом созидания; но длительность этой эпохи крайне непродолжительна, а иногда она полностью отсутствует.

Интересно, что ритм осадконакопления, соответствующий эпохе горообразования, по своей последовательности противоположен ритму, соответствующему морской трансгрессии. Последний ритм начинается грубозернистыми осадками, нередко конгломератами, его средняя часть состоит из наиболее тонкозернистых пород — глин и карбонатов. Заканчивается он теми же грубозернистыми породами — песками и конгломератами. Ритм горообразования, наоборот, начинается тонкозернистыми породами: его средняя часть состоит из наиболее крупногалечных конгломератов, а конец — из тонкозернистых пород. Нередко конец ритма горообразования сливается с началом ритма трансгрессии и эти два противоположных ритма постепенно сменяют друг друга.

Подобные взаимоотношения в неогене и антропогене представляют отличительную особенность внутренних зон мезокайнозойских геосинклиналей, в частности той части внутренней зоны

Средиземноморской геосинклинали, которая входит в пределы Советского Союза. Они отсутствуют во внешней зоне.

Осадки подножий, и в частности конгломераты подножий, дают ценные указания не только на возраст горообразования, но и на место его проявления. Конгломераты подножий непосредственно примыкают к горному хребту. Их граница одновременно представляет границу горного хребта. Обычно конгломераты подножия образуют пояс, вытянутый вдоль хребта. Остается только определить, с какой стороны пояса расположен хребет, а с какой — равнина, что делается по изменению величины галек конгломерата и по палеогеографическим данным.

Перейдем к рассмотрению некоторых разрезов внутренней зоны средиземноморской геосинклинали.

В Копетдаге выделяются три толщи подножий. Первая по возрасту соответствует верхам олигоцена и, возможно, самым низам миоцена. Она достигает мощности в 400 м и в основном состоит из песчаников. Вторая — надсарматская — лежит на морском верхнем сармате и покрывается морским акчагылом. Она представляет типичные конусы выноса и достигает 1000 м мощности. В ее составе до 80 % конгломератов, обычно с хорошо окатанной галькой, в средней части с большими валунами и мало окатанными обломками. Третья толща — надакчагыльская — лежит на морском акчагыле и покрывается верхнечетвертичными песчано-глинистыми пустынными отложениями. Ее мощность — не меньше 700 м. В ее составе чередуются пачки конгломератов и песчано-глинистых пород. Важно отметить, что в настоящее время речная система северного склона Копетдага слабо развита, маловодна и не дает подобного тем конусам выноса, которые в настоящее время растут вдоль подножий Алайского хребта в южной части Ферганской долины. Можно сказать, что сейчас у подножия Копетдага конусы выноса не образуются и эпоха образования надакчагыльских конгломератов подножия закончилась.

Разрезы неогена в областях, расположенных севернее Предкопетдагского прогиба, показывают, что там все время располагалась равнина, находившаяся то выше уровня моря, то ниже и затоплявшаяся морем. Хребет, разрушение которого создало конгломераты подножий, располагался несколько южнее пояса их распространения.

Верхнеолигоценовый хребет был сравнительно небольшой высоты и не поднимался выше снеговой линии. Его реки были маловодны и не могли выносить большие массы галечного материала, не говоря уже о больших обломках.

Послесарматский хребет обладал всеми особенностями высокой горной цепи, поднимавшейся значительно выше снеговой линии и имевшей хорошо развитую ледниковую сеть. Его высота была в пределах 5000—6000 м. Многочисленные реки были многоводными и бурными и выносили огромные массы гальки, валунов и обломков — это был первый хребет, имевший все особенности

молодого снежного складчатого массива типа современных Альп или Алайского хребта. К этому же времени относится появление первого значительного горного оледенения. Не менее громадные массы более тонкозернистого материала сносились к западу по поверхности опускавшейся предгорной равнины, образуя толщи прикаспийских красноцветов — нефтеносную толщу Западного Туркменистана. Происходившие одновременно и, возможно, взаимосвязанные поднятия молодого складчатого альпийского хребта и опускания обширной аллювиальной равнины были причиной образования мощных толщ конгломератов подножий и не менее мощных толщ красноцветов.

Послеакчагыльский хребет также обладал всеми признаками молодого снежного хребта, но располагался на несколько большем расстоянии к югу, так как в отложениях подножия конгломераты и песчано-глинистые осадки чередуются равномерно и в одинаковых количествах. Его осевая часть располагалась в пределах современных Хорасанских гор. Ее оледенение не вызывает сомнений, но высота все же была меньшей, чем у послесарматского хребта.

История верхнекайнозойских хребтов области Копетдага дает существенные указания по истории горообразовательных движений и тем самым альпийской складчатости. Отчетливо намечаются три фазы горообразовательных движений. Первая фаза начинается в верхней части олигоцена и, по-видимому, захватывает низы миоцена, покрываясь морским чокраком. Созданные ею горные хребты располагались значительно южнее современного Копетдага и были сравнительно небольшой высоты. Вторая фаза определяется более точно: она проявлялась в промежутке между сарматом и акчагылом. Третья фаза начинается после акчагыла и заканчивается в настоящее время.

Мы видим, что альпийская складчатость, насколько можно судить по вызванному ею горообразованию, проявлялась в виде трех хорошо обособленных фаз. Эти фазы обладали более значительной протяженностью во времени, чем им обыкновенно приписывается. Они разделялись промежутками, в которых складчатость и горообразование прекращались. В эти промежутки рельеф быстро сглаживался и образовывалась почти равнина.

Ограниченное распространение конгломератов подножий определяет такое же ограниченное распространение горообразовательных движений и складчатости. Области проявления складчатости и горообразования чередовались с областями, где эти процессы не происходили. Это чередование шло как по простиранию складчатых структур, так и вкрест него.

Область Копетдага, для которой характерно сильное проявление фаз складчатости и горообразования, по простиранию сменяется областью, начинающейся структурами Боядага, Нефтедага, Челекена и, вероятно, протягивающейся под дном Каспия и заканчивающейся в Азербайджане, в которой горообразование в соответствующие эпохи отсутствовало.

На Южном Кавказе, в восточной Грузии ряд фаз складчатости и горообразования выражены очень резко. На Северном Кавказе они отсутствуют или значительно ослабевают. Как показывают карты литофаций, составленные В. Е. Хаиным и А. Н. Шардановым (1952), на Южном Кавказе пояса конгломератов подножий обладают ограниченным простираем, сменяясь другими толщами. Это указывает и на ограниченное распространение высоких горных хребтов.

В Куринской впадине и на ее бортах развито несколько толщ конгломератов подножий. Их распространение и на площади, и во времени более сложно, чем в Копетдаге, но три эпохи горообразования довольно отчетливо намечаются и здесь.

В олигоцене толщи типа конгломератов подножий развиты только по южному борту Куринской депрессии. Их справедливо принимают за древние дельты, но забывают, что эти дельты с одной стороны (с севера) ограничиваются морем, а с другой стороны (с юга) горным хребтом, в котором и протекала сама река. Интересно, что для этой эпохи нет указаний на существование горных хребтов северней долины Куры.

Для центральной части Карталинской впадины А. Г. Алиев указывает существование чрезвычайно мощной грубообломочной толщи, относимой к конкско-сарматским отложениям. В. Е. Хаин и А. Н. Шарданов (1952) считают эту толщу дельтой реки, впадавшей с северо-запада в Куринский залив. Для этой толщи неясен возраст, возможно она окажется послесарматской. Затем упускаясь вывод, что река, выносившая громадные массы галечного материала, могла быть только рекой, протекавшей в высокогорном массиве с хорошо развитым оледенением.

Наибольшее развитие конгломераты подножий получают в послесарматскую эпоху, так же как и в Копетдаге. Область разрушения — поднимающиеся горные хребты — располагается уже значительно севернее, в области Кахетинского хребта и в Карталинии. Продукты разрушения молодых хребтов сносились на юг, где они сохранились, и на север — в область осевой части Главного хребта, где они уничтожены послеакчагыльскими поднятиями. Соответственно осевая часть и северный склон Главного хребта представляли в нижнеплиоценовую эпоху предгорную равнину. Предгорная равнина располагалась и на месте восточного окончания Главного хребта и Апшеронского полуострова. Временами она покрывалась понтическими бассейнами; в продуктивную эпоху это была обширная аллювиальная равнина — область опускания и накопления мощных тонкозернистых, песчано-глинистых отложений. Считать эту равнину морским бассейном, как это в последнее время иногда делают, нет никаких оснований. Это пример нередко встречающегося увлечения морскими бассейнами. Надо помнить основное правило, что не может быть моря без морской фауны.

Средняя часть южного склона Главного хребта была в послесарматскую эпоху высоким горным хребтом альпийского типа

с хорошо развитым оледенением. У его подножий отлагались громадные толщи конгломератов подножий мощностью до 1000—2000 м, образующие свиты. Они известны под различными названиями — надсарматской, карталинской, ширакской, цивилино.

Интересно, что нижние горизонты всех этих свит более тонкозернистые и сложены преимущественно песчаниками; главная, наиболее мощная часть сложена конгломератами, достигающими 1000—2000 м мощности (краснокогодская свита Степной Кахетии). Верхняя часть, соответствующая продуктивной эпохе, снова сложена тонкозернистыми породами, песками и глинами. Таким образом, мы видим полный ритм осадков горообразования.

Для акчагыла и нижнего апшерона типичные конгломераты подножий, тождественные по мощности и составу ширванской или краснокогодской свитам, неизвестны, что наводит на мысль об ослаблении горообразовательных движений. Вряд ли они полностью прекратились, так как осадки подножий известны в Кахетии и появляются в районе аула Кубы, на северном склоне.

Начиная со среднего апшерона, особенно в гюргянскую эпоху, горообразовательные движения резко усиливаются и толщи конгломератов подножий получают громадное распространение, как это видно по карте литофаций, составленной В. Е. Хаиным и А. Н. Шардановым (1952). Вероятно, в эту эпоху формируются основные элементы современного рельефа Главного хребта и Малого Кавказа; последний большую часть плиоцена представлял собою почти равнину — мелкосопочник.

Изучение конгломератов подножий Кавказа, изменения их фаций и возраста оставляет желать большего, но и то, что известно, позволяет сделать важные палеогеографические выводы.

Во второй половине олигоцена значительные горообразовательные движения происходят в южных областях, на Малом Кавказе и южнее. Образуется горная область со средними высотами и без оледенения. Эта область была частью выделенного мною Средиземноморского макроперешейка. Весь Главный Кавказский хребет представлял пониженную область, то затопленную морем, то возвышающуюся над ним, в виде невысокой почти равнины, распадавшейся на ряд островов и полуостровов, соединенных с возвышенной сушей, находившейся на юге.

В нижнем плиоцене (послесарматская эпоха) горообразовательные движения распространяются далее к северу. Зона, включающая в себя Степную Кахетию, Кахетинский и Карталинский хребты, районы Душети, Гори и Дзирульский массив, становится высоким горным хребтом с высотами не менее 5000—6000 м, увенчанным вечными снегами, с хорошо развитым оледенением и полноводными бурными горными реками. Северный склон Главного хребта до водораздельного гребня был обширной пред-

горной аллювиальной равниной, на юге, у подножия хребта, переходившей в ряд конусов выноса. Эти конусы выноса сейчас полностью размыты вследствие позднейших поднятий.

На южном склоне Послесарматского хребта в Куринской впадине позднейших поднятий не было и конусы выноса хорошо сохранились в виде мощных конгломератов и песчаников. К югу от впадины олигоценовый хребет был почти полностью размыт и на его месте образовался мелкосопочник.

В акчагыльскую эпоху горообразовательные движения хотя и несколько затихают, но все же продолжают, с тем чтобы с новой силой вспыхнуть в конце плиоцена и начале антропогена. В последнюю эпоху они распространяются далее к северу и постепенно создают современный водораздельный гребень. В зоне Послесарматского хребта движения ослабевают и он быстро понижается, превращаясь в цепь современных небольших возвышенностей. Зато в Малом Кавказе возобновившиеся поднятия создают новую, современную горную страну.

Все эти выводы основаны на особенностях и распространении толщ конгломератов подножий. Нет сомнения, что дальнейшее изучение последних позволит уточнить сделанные выводы, но общая закономерность — продвижение хребтов к северу — не изменится.

В заключение скажем несколько слов о взаимоотношении горообразовательных движений и несогласий с перерывами как указателями проявления складчатостей. Детальные наблюдения последних лет, особенно инструментальная съемка, показали, что угловые несогласия и перерывы обладают исключительным развитием повсеместно и во всех отложениях. Их стало так много, что они потеряли значение как индикаторы складчатости. Подавляющая часть их вообще не связана с проявлениями складчатости, а вызывается глыбовыми поднятиями и опусканиями, часто незначительной амплитуды и очень небольшого распространения. Нередко движущиеся глыбы имеют поперечник от немногих десятков до нескольких километров и менее; амплитуда движений колеблется от немногих метров до нескольких десятков метров. Тем не менее они вызывают и угловые несогласия и перерывы в осадконакоплении.

Перед нашими тектонистами стоит важная и неотложная задача — классификация несогласий и перерывов и определение того, какие из них могут служить для определения складкообразовательных процессов.

Пока эта работа не будет выполнена, да и после ее выполнения, изучение толщ подножия, особенно конгломератов, имеет решающее значение, и на него должно быть обращено большое внимание.

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ ДЕВОНСКОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ СССР¹

Впервые автору пришлось услышать о зоогеографических провинциях девона на лекциях А. А. Борисяка, подчеркнувшего существование в девоне двух провинций: южной, к которой относились Южная Америка, южная часть Африки, Австралия, и северной — Европа и Азия.

В 1911 г. автор начал работу по изучению брахиопод девона Средней Азии. Подбор литературы сразу показал значение выделения зоогеографических провинций: литература по девону Южной Америки и Южной Африки совершенно не годилась для Средней Азии, в ней не было ни одной формы, которой можно было бы воспользоваться при определении. Автор на своем опыте убедился в том, что выделение зоогеографических провинций прошлого имеет весьма существенное значение для обычной производственной работы.

Через некоторое время (это было в 30-х годах) автор приступил к изучению фауны девона и нижнего карбона Казахской степи, уже довольно хорошо зная фауну девона и карбона Средней Азии. Оказалось, что у казахстанской и уральской фаун не было почти ничего общего. Резче всего это различие было для среднего девона, в особенности для живетского яруса. Для живетского яруса на Урале, Тянь-Шане, в Западной Европе характерны весьма своеобразные комплексы таких форм, которые, кроме живетского яруса, больше нигде не встречаются, например стрингоцефалы, унциты, своеобразные энантиосфены и целый ряд других специфических родов, распространенных весьма широко на площади, которая протягивается на многие сотни и тысячи километров. В составе же живетской фауны Казахстана их совсем не оказалось. Автору пришлось заново приступить к изучению литературы по Северной Америке, Китаю и целому ряду других, более южных областей. Там, как и в Южной Америке и Южной Африке, был целый ряд общих форм с Казахстаном, и число этих общих форм было очень значительно. Можно сказать, что все определение фауны среднего девона Казахстана можно было провести по литературе Китая и Северной Америки.

Во франском ярусе были обнаружены очень интересные особенности, которые заслуживают внимания. Оказалось, что в Казахстане нет франского яруса, характерного для Урала, Западной Европы и Средней Азии. Нет ни одной группы брахиопод, на основании которых мы устанавливаем франский ярус. На среднем девоне должен лежать франский ярус, но ничего подобного европейским фациям и фаунам свойственно не было, и автору пришлось под этим названием выделить возрастной аналог этого яруса.

¹ В кн.: Вопросы палеобиографии и биостратиграфии: Тр. I сес. Всесоюз. палеонтол. о-ва, 24—28 янв. 1955 г. М., 1957, с. 77—80.

Дальше автор перешел к фаменскому ярусу. Была какая-то толща, которая лежала на франском ярусе и покрывалась известняками с нижнекаменноугольной фауной. При изучении фауны этой толщи опять оказалось, что в ней почти нет общих форм с фауной фаменского яруса Русской платформы и Урала. Некоторые отдельные формы были похожи, но все-таки это были другие виды. Фаменский ярус пришлось в схеме сохранить, хотя в Казахстане типично выраженных отложений фаменского яруса не было обнаружено, да и сейчас они не установлены. Все горизонты были совершенно другие, и, как ни хотелось провести унификацию с Европой, пришлось дать соответствующим слоям местные названия. Автор считает, что употребление местных названий — очень существенный, важный методический прием, который стратиграфу нужно как можно чаще применять в своей работе, так как результаты, полученные с его помощью, дают более точную характеристику тому, что существует на самом деле.

В нижнем карбоне также ничего похожего на нижнекаменноугольные фауны Урала и Европы в Казахстане нет. На девоне должен лежать турнейский ярус. Автор его выделил, но, переходя к более дробным подразделениям, опять использовал местные названия и выделил кассинские слои, русаковские слои, яговкинские слои — именно для того, чтобы подчеркнуть, что фауна исключительно своеобразная, специфически казахстанская.

Сразу возник вопрос: а где же граница между турнейским и визейским ярусами? Как ответить на такой вопрос, когда нет ни турнейского, ни визейского ярусов, а есть какие-то своеобразные отложения со своей специфической фауной? Это не так просто. И до сих пор идет оживленный спор о том, где же проходит граница между двумя ярусами, которые на самом деле здесь не существуют. Американцы в этом отношении поступили осторожнее. Сначала они тоже пытались устанавливать границу между турнейским и визейским ярусами, а потом вообще отказались от этих названий и стали проводить границу между теми подразделениями, которые на самом деле существуют. В конце концов и мы тоже перейдем на такой же путь и не будем искать границу между несуществующими ярусами.

Переходя к более верхним горизонтам нижнего карбона, можно отметить присутствие в Казахстане гигантелл. Однако отсутствие стриатифер и других европейских форм указывает, что мигрировали только отдельные группы, а общий состав фауны визейского века оставался иным. Но появление групп, характерных для другой области, показало, что установилось сообщение, возникли какие-то морские проливы, по которым отдельные группы могли мигрировать из одной области в другую. Вот в основном та картина, те взаимоотношения, которые обнаружились при изучении фауны среднего и верхнего девона и нижнего карбона Казахстана.

Надо сказать, что в отношении эйфельского яруса и нижнего девона картина несколько иная. Там общих форм с западно-

европейской фауной значительно больше. Но говорить о том, что нижнедевонская фауна Казахстана принадлежит к тому же типу, что и нижнедевонская фауна Урала, конечно, ни в коем случае нельзя. Например, карпинский — распространеннейшая на Урале группа, которая существовала в течение всего нижнего девона и вымерла в эйфельском веке, а в Казахстане ее нет. Равным образом там нет зиберелл, нет герцинелл и целого ряда других форм, руководящих и характерных для Уральской провинции, но есть целый ряд казахстанских форм, которые не встречены на Урале. Между прочим, и в Северной Америке гейдельбергская фауна (нижний девон) тоже включает ряд общих форм с нижнедевонской фауной Урала. Однако одно наличие общих форм не дает права говорить о едином бассейне, о единой зоогеографической провинции. Здесь приходится опираться не на отдельные формы, а на общий характер состава фауны, а он безусловно различен и для нижнего девона.

В Казахстане были обнаружены климении. Они широко распространены на Урале, но их почти нет в Средней Азии. Климении довольно широко распространены в Северной Америке, в Китае, притом не только в фаменском ярусе, но и во франском. Возникает вопрос: может ли появление климений указывать на существование какой-то непрерывной связи, может ли оно указывать на единство морского бассейна? Ни в коем случае. Факта появления отдельных групп, в особенности таких, как головоногие (климении, гониатиты) — групп подвижных, легко мигрирующих, распространяющихся на очень большие площади, для таких выводов недостаточно. При детальном изучении климений и гониатитов оказалось, что последовательность распространения климениевой фауны в разрезах девона на Урале совершенно иная, чем в Казахстане. В Казахстане климении появлялись спорадически, существовали в течение очень коротких эпох, и ясно, что они проникали сюда путем очень далекой и обходной миграции.

Позже автору пришлось заниматься девонской фауной других областей и оказалось, что девонская фауна казахстанского типа распространена далеко на восток. Она проходит через Алтай и Кузнецкий бассейн в Забайкалье, на Амур, на Охотское побережье. Вся эта обширная область характеризуется фауной, которая отсутствует на Урале, но развита в Китае, в южной части Северной Америки и в Южной Америке, а также в Южной Африке.

Фауна уральского типа, наоборот, распространена на севере: она встречается на Таймыре, на Колыме, на Чукотском полуострове. Интересно, что она известна также в северной части Северной Америки, в долине р. Маккензи, где она открыта еще в 70-х годах прошлого столетия. Далее она развита в Гренландии и в Западной Европе. Таким образом, намечается существование своеобразного приполярного бассейна, но с фауной тропической: с коралловыми рифами и другими сообществами, характерными для южных морей.

Уральская фауна девона известна в Средней Азии, в Южном Тянь-Шане, в Каракоруме, в Куньлуне, в Индокитае и там, где, возможно, осуществляется связь с китайскими морями, населенными казахстанской фауной. Возможно, что в Китае существуют какие-то своеобразные фауны, носящие смешанный характер и включающие как казахстанские, так и уральские элементы.

Возникает вопрос: а что же разъединяло фауну казахстанскую от фауны уральской? Сейчас совершенно определенно можно сказать, что эти фауны разъединяли каледонские структуры, образованные каледонской складчатостью. Эти структуры сначала поднимались над морем в виде отдельных возвышенностей, гористых островов и полуостровов — типа Курильских островов, Камчатки, Японских островов. В нижнем девоне и в особенности в силуре эти массивы еще не были связаны между собой, между ними был целый ряд проливов. Но в конце эпохи каледонской складчатости, в начале нижнего ² девона, структуры поднимаются настолько, что существовавшие раньше острова сливаются друг с другом и образуется сравнительно узкая полоса гористой суши, которая обособляет один бассейн от других. Для таких полос гористой суши автор предложил название «макроперешеек». В настоящее время таких макроперешейков не существует, но в прошлом истории Земли они возникали неоднократно. Кроме девонского макроперешейка, который автор назвал Казахским, существовал Средиземноморский макроперешеек, отделявший сарматское море от открытого океана. В верхней перми к северу от Кавказа тоже существовал участок поднятой суши, который отделял Тетис от казанского моря Русской платформы. На юге Казахский макроперешеек через Тянь-Шань подходил вплотную к Ордосу. Далее к юго-западу моря с казахстанской фауной соединялись с морями в уральской фауной.

Таким образом, имеется возможность говорить о существовании двух громадных обособленных бассейнов, настоящих океанов. Хотя они и являются типичными зоогеографическими провинциями, это явление более крупное, чем те зоогеографические провинции, которые выделяются в настоящее время. Современные зоогеографические провинции не обособляются друг от друга какими-то непроницаемыми перегородками. Очень часто одна провинция постепенно переходит в другую в зависимости от распространения теплых или холодных течений, от других температурных условий, от глубины бассейна и целого ряда других физико-географических условий.

На площади этих двух больших бассейнов безусловно должны были существовать свои зоогеографические провинции, более дробные, охватывающие менее значительную площадь, причем эти зоогеографические провинции были связаны между собой. Например, для Кузнецкого бассейна намечается очень своеобразная фауна, очень своеобразные сообщества, возможно, дающие

² Вероятно, среднего. (Прим. сост.).

основание для того, чтобы его выделить в качестве самостоятельной зоогеографической провинции. Разрезы девона Дальнего Востока, в основном Приамурья, также обладают целым рядом своеобразных особенностей, своеобразной фауной и с полным правом могут быть отнесены к особой зоогеографической провинции.

Такого же типа зоогеографические провинции существовали и в других морских бассейнах. Одним из наиболее ярких, наиболее бесспорных примеров являются зоогеографические провинции верхнемелового моря на Русской платформе. Верхнемеловое море Русской платформы постепенно соединялось с верхнемеловым морем Средней Азии, никаких перерывов между ними не было. И в то же время характер верхнемеловой фауны Средней Азии и Русской платформы совершенно различен. Целый ряд своеобразных групп, родов, видов ясно определяют существование двух зоогеографических провинций.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что на выделение зоогеографических провинций обращается слишком мало внимания. На практике при разного рода построениях существование зоогеографических провинций слишком редко учитывается. Одной из тех задач, которые стоят перед стратиграфией ближайшего будущего, безусловно является выделение зоогеографических провинций самого различного возраста. Но нужно сказать, что при их выделении климатические условия понимаются не всегда правильно. В наших работах чувствуется тенденция к завышению температуры. «Построить» тропическое море, синее, безбрежное, с пальмами на берегу и т. д. для геологов ничего не стоит, это они делают быстро, легко и уверенно. Но далеко не всегда такие построения отвечают действительности. Оказывается, что в целом ряде случаев нужно считаться с наличием областей умеренного климата, например для юры. На большей части Советского Союза, за исключением, может быть, Кавказа и Памира, в юрский период господствовал умеренный климат, приблизительно такой, как и в настоящее время. При анализе ряда юрских фаун можно увидеть, что они распространялись не по берегам тропических материков, а по берегам материков с умеренным климатом.

Задача выделения палеозоогеографических провинций стоит сейчас на первом плане, и хочется выразить пожелание в успешном ее решении.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ ¹

Необыкновенные, внезапные, гигантские по размерам и исключительные по производимым ими изменениям геологические явления можно назвать геологическими катастрофами. Они происходят редко, иногда чрезвычайно редко, и поэтому нами забы-

¹ Природа, 1958, № 6, с. 27—32.

ваются, а значение их в жизни Земли недооценивается. Обратить внимание на них, на необходимость учета их при изучении осадконакопления в эпохи прошлого — цель настоящей статьи.

Вокруг нас происходят геологические явления, небольшие, очень мелкие, иногда едва заметные, происходящие медленно, постепенно. Они встречаются повсеместно и постоянно, и мы незаметно для себя невольно начинаем считать их основными процессами, определяющими накопление осадков. Очень часто так оно и есть на самом деле, но когда мы признаем эти медленные, ничтожные явления единственными, то делаем грубую ошибку. Значение для осадконакопления геологических катастроф весьма велико. Остановимся на некоторых примерах.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕТРА

Даже в пустынях, в предгорьях, окружающих пустыни, где ветры обычны и сильны, производимые ими геологические изменения, в частности перенос осадков, невелики, почти незаметны.

В 1912 г. С. С. Неуструев, изучая почвы Ферганской долины, осуществил наблюдение за количеством пыли и песчинок, переносимых ветрами. Измерения показали, что количество осевшей пыли было ничтожным, явно недостаточным для образования громадных толщ лёсса. Это послужило да служит и сейчас одним из главных доводов в пользу доказательства невозможности образования эолового лёсса. К сожалению, цикл наблюдений, проводившихся С. С. Неуструевым, был кратким и неполным. Без учета остались пыльные бури и песчаные ураганы. Далее, Ферганская долина со всех сторон окружена горными хребтами, и в ее пределах деятельность ветра слабее, чем по окраинам открытых пустынь и засушливых степей.

Между тем для последних двух типов областей характерны частые и сильные пылевые бури, иногда переходящие в песчаные ураганы. Страшная сила последних общеизвестна: они неоднократно описывались, и повторять эти описания излишне. Весьма интересны цифровые данные о количестве переносимого пылевого и песчаного материала. Например, во время пыльных бурь на юго-западе Соединенных Штатов Америки было перенесено за год около 850 млн. т. Во время трехдневной бури в марте 1901 г. в Сахаре количество перенесенного материала достигло 2 млн. т. Эти цифры ясно показывают громадное значение катастрофических бурь в переносе и отложении алевритовых (лёссовых) и песчаных осадков. Для пустынь Советского Союза подобные подсчеты производились крайне редко, но и их данные весьма убедительны. Так, в марте 1953 г. из Ирана через Копетдаг в Каракумы перевалила пыльная буря, во время которой на сотни километров было перенесено не менее 100 тыс. т сухой лёссовой пыли.² Можно только пожелать, чтобы наши специалисты, рабо-

² Природа, 1955, № 7, с. 98—99.

тающие в пустынях и в их окраинах, не прятались от песчаных бурь и ураганов, как это мы обычно делаем, но провели бы ряд наблюдений и замеров отлагающихся осадков.

Смерчи отличаются тем, что засасывают сверху и переносят обломки и зерна значительно больших размеров, чем те, которые переносятся ветром. На открытых больших равнинах, пустынных или степных, они достигают гигантских размеров и производят катастрофическое действие. Нет сомнения, что в образовании равнинных красноцветов они принимают существенное участие, особенно в переносе довольно больших обломков и зерен, преимущественно пластинчатой формы. Интересно, что и в этом случае перенос производится без окатывания.

Эолово-морские и Марино-эоловые отложения — два типа отложений, в образовании которых песчаные и пылевые бури играют определяющую роль.

Эолово-морские отложения давно известны, и им посвящено довольно большое число работ. Это морские отложения с морской фауной, к которым примешивается песчаный, алевроитовый и глинистый материал, приносимый в море ветрами и бурями. Наибольших размеров такой принос достигает там, где море граничит с пустыней. Океанографические исследования показали, например, что у северо-западного берега Африки эоловый материал уносится в море на многие сотни и даже тысячи километров, отлагаясь на громадных площадях.

Вместе с терригенным материалом в море уносится большое количество наземных и пресноводных микроорганизмов, особенно пыльные, спор, диатомей и остракод.³ Наши микропалеонтологи должны учитывать это явление при восстановлении условий жизни представителей названных групп. Среди нормальной морской фауны могут быть найдены представители континентальных микроорганизмов, а иногда и макроорганизмов.

Вынос в море происходит не только у берегов пустынь, но и у берегов полупустынных, степных засушливых областей. Пылевые бури в Соединенных Штатах Америки выносят в Атлантический океан громадные количества алевроито-глинистого материала и континентальных микроорганизмов.

В морях СССР образование эолово-морских отложений происходит сейчас и происходило в четвертичную и плиоценовую эпохи вдоль северного побережья Черного моря, в Азовском море и, в особенно больших количествах, вдоль северного и восточного берега Каспия и предшествовавших ему бассейнов, а также в Аральском море. В последнем эолово-морские отложения распространены повсеместно.

Марино-эоловые отложения представляют собой выделяемую впервые группу отложений континентальных (наземных и пресноводных), но с большей или меньшей примесью

³ Описание такой бури над Красным морем см.: Природа, 1956, № 3, с. 116—117.

морских осадков и морских микроорганизмов. Эта примесь образуется благодаря ветрам и бурям, направленным с моря на сушу. Метеорологические наблюдения показывают, что сила ветров и бурь, дующих с моря на сушу, не меньше, чем сила ветров и бурь, дующих с суши на море, о которых мы только что говорили.

Соответственно морские пески, алевриты и глины и морские микроорганизмы должны заноситься на сушу на многие сотни и тысячи километров, особенно в пустынных и полупустынных областях, областях образования красноцветов. Это важнейшее явление мы, в частности наши микропалеонтологи, полностью игнорируем как для современной эпохи, так и для эпох прошлого.

Значение бурь особенно велико для переноса более крупных частиц, как, например, зерен глауконита и кристаллов различных солей. Обычные ветры не в состоянии переносить их. Ураганы, сопровождающиеся смерчами, засасывают вверх и увлекают с собой большие количества таких зерен и кристаллов, отлагая их за сотни километров от моря. Поэтому нахождение зерен глауконита, скоплений кристаллов гипса и соли, отдельных раковин микроорганизмов в красноцветах и других отложениях прибрежных равнин отнюдь не может рассматриваться как доказательство морского происхождения этих отложений.

Очень важно, что при переносе бурями и ураганами не происходит окатывания и перетиранья — раковины микроорганизмов и зерна глауконита остаются совершенно свежими, лишенными всяких признаков переотложения.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДНЫХ ПОТОКОВ

Плащевые потоки образуются во время каждого дождя на каждой наклонной поверхности. Обычно геологическое значение их ничтожно, едва заметно, и поэтому геологи ими пренебрегают, не изучают. Больше внимания им уделяют почвоведы, так как плащевые потоки влияют на эрозию почв.

Мощность дождя, т. е. количество выпадающей воды, измеряется миллиметрами; во время сильных дождей мощность достигает десятков миллиметров; наконец, у катастрофических ливней она достигает 100—200 мм, в отдельных случаях многих сот миллиметров. Такие случаи очень редки, но они бывают и сопровождаются настолько ужасными явлениями, что, как правило, всякие возможности систематических наблюдений, пока они продолжаются, исключены.

Даже отдельные факты показывают, что геологическое значение катастрофических ливней весьма велико. На обширных наклонных предгорных равнинах, особенно в засушливых степных, полупустынных и пустынных областях, образуются сплошные, непрерывные плащобразные покровы дождевой воды, тянущиеся на десятки километров. Стремительно стекая вниз по склону,

они уносят с собой, нередко во взвешенном состоянии, обломки, зерна и частицы самых разнообразных пород и минералов. Плащевые потоки переносят зерна различных хрупких и неустойчивых минералов, например киновари, молибденового блеска. Эти минералы переносятся по склону на сотни километров от области разрушения, сохраняясь почти совершенно свежими благодаря отсутствию перекачивания.

Плащевые потоки одновременно переносят частицы весьма различной величины и состава, отлагая их в виде линзовидного пласта. Протяженность такого пласта определяется размерами равнины и площади, на которой выпадал дождь. И те и другие могут достигать десятков километров и более в длину и ширину. Вполне возможно образование пластов значительно более коротких, но не меньших нескольких километров в поперечнике. Мощность пласта обычно небольшая, порядка нескольких десятков сантиметров, достигая в отдельных случаях — в области особенно сильного сноса — немногих метров. Литологический состав таких пластов своеобразен и отличается четырьмя «отрицаниями»: неоднородностью, несортированностью, неокатанностью и неслоистостью. По величине зёрна преобладают глинисто-алевритовые породы. Примесь грубых частиц обычно делает их щебневоглинистыми.

В ископаемом виде отложения плащевых потоков еще не выделены. Они очень похожи на отложения селей и других долинных временных потоков и отличаются от них формой пласта, распространяющегося на большую площадь; отложения долинных потоков заполняют свою долину, обычно сравнительно узкую и длинную. Большая мощность и скорость долинных потоков обуславливают обилие крупных обломков. На практике отложения плащевых потоков принимаются за отложения долинных потоков, хотя по существу они совершенно различны. Подчеркнем еще раз способность плащевых потоков переносить на большие расстояния зерна таких минералов, которые долинными потоками легко разрушаются и раздробляются.

Нет сомнения, что плащевые потоки образуют большую часть пластов, слагающих наши красноцветы — кембрия Сибири, девона запада Русской платформы, перми — ее востока, неогена Средней Азии.

Долинными временными потоками образуются во время дождей повсеместно, но наибольшего развития достигают в областях, лишенных древесного покрова. Обычно после небольших дождей в промоинах, оврагах, сухих руслах и долинах временные потоки непродолжительны, маловодны и имеют ничтожное геологическое значение. В отдельных же редких случаях мощные и длительные ливни вызывают образование гигантских, невообразимых, все разрушающих потоков, бешено несущихся по всей ширине долины в виде мутной стены высотой в несколько метров. Такие потоки и связанные с ними отложения тождественны селям речных долин.

Речные потоки — один из важнейших геологических факторов, но обычно деятельность их мало заметна. Между тем в геологической истории вызываемые ими небольшие изменения, накладываясь друг на друга, в конечном результате приводят к исчезновению громадных горных хребтов.

Среди внезапных катастрофических явлений, связанных с реками, наиболее известны сели и наводнения.

Сели общеизвестны, и им посвящена довольно большая литература. Тем более удивительно, что в ископаемом состоянии их отложения неизвестны. Наиболее вероятное объяснение этому — не действительное отсутствие, а то, что отложения селей принимаются за морены или флювиогляциальные отложения.

Половодья даже обычных размеров представляют собой мощную силу, но иногда они достигают необычайных, гигантских размеров и становятся катастрофическими. И в настоящее время такие половодья порой вызывают гибель людей, тысяч голов скота и не поддающегося учету громадного числа лесных животных. Ранее, до появления человека и домашнего скота, дикие животные гибли нередко в исключительных количествах. Весьма вероятно, что массовая гибель парейзавров и иностранцевий в районе Северной Двины была вызвана внезапным затоплением болот и низменных равнин. Половодья одновременно создают благоприятные условия для захоронения трупов погибших животных, покрывая их слоем ила и тонкозернистого плотного песка.

В отношении накопления осадков половодья интересны тем, что их отложения отличаются тонкозернистостью и правильной горизонтальной слоистостью. Они распространяются на площади в сотни километров в длину и в десятки километров в ширину. В ископаемом виде они принимаются за озерные осадки, а иногда и за морские. Выделение их только начинается.

Кратерные потоки образуются при внезапном прорыве кратерных озер, чаще всего во время извержения. Благодаря большой глубине озер кратерные потоки нередко отличаются многоводностью; чаще всего они несут громадные количества вулканического пепла, песка и более крупных обломков, превращаясь фактически в грязевые потоки. Выходя на равнину, окружающую вулкан, они растекаются, занимая громадные площади и вызывая гибель не только всех животных, но и растений. Все покрывается слоем горячей грязи толщиной в несколько метров, иногда до 40 м. Мы еще не научились выделять отложения кратерных потоков в ископаемом виде, так же как не научились выделять отложения других катастрофических потоков.

Обвалы, оползни и оплывины — это явления одного порядка, отличающиеся только количеством воды, принимающей участие в движении обломочных масс. Они широко распространены, но, как правило, имеют небольшие размеры, благодаря чему в общем процессе осадконакопления значение их ничтожно. Только в отдельных случаях они резко увеличиваются, становятся катастрофическими и вызывают существенные изменения.

В районе г. Гарма (Южный Таджикистан) в предгорьях находится долина довольно значительных размеров, длиной в несколько десятков километров и шириной до 6—8 км. Ее склоны на большом протяжении были травянистые, местами с обильными почвенными водами. На дне долины располагался ряд таджикских кишлаков. В 1952 г. после резкого сейсмического толчка большой силы все травянистые склоны сползли в долину; гигантские массы густой грязи бесследно похоронили под собой кишлаки с людьми и домашним скотом, все насаждения. При наблюдении с самолета открывалась жуткая картина: все дно долины представляло собой сплошную серую слабо волнистую безжизненную поверхность. Подобные оползни одновременно образовались и в соседних долинах. Язык грязи вырвался из боковой долины сплошной стеной в несколько метров высотой и похоронил под собой небольшой город. Все здания его исчезли под покровом грязи, толщина которого была на 2—3 м больше высоты зданий. Общее количество грязи, сползшей во всех долинах, было невероятно по своим размерам и существенно изменило ход накопления осадков на большой площади.

Гигантский оползень образовался в 1935 г. в юго-западном Иране, в долине р. Сендмары, после сейсмического толчка. Сползшая каменистая масса образовала покров шириной до 10 км и общим объемом около 30 км³.

Громадные обвалы неоднократно происходили в горных ущельях Западного Памира (Бадахшана). В 1911 г. обвал в долине р. Мургаб произошел на наших глазах. Обвалившийся склон высокого горного массива образовал громадный завал высотой более 500 м, шириной у дна долины около 5 км и в поперечнике 6 км. Он похоронил под собой кишлак Усой и получил название Усойского. Подпруженная река образовала Сарезское озеро длиной в 61 км и глубиной до 505 м. Обвальным является и другое озеро на Памире — Яшилькуль, но наибольших размеров достигало древнее озеро на Пяндже, образованное гигантским обвалом несколько выше устья Язгулема. Породы, слагающие эти три гигантских обвала, очень похожи на конечные морены, но легко отличаются тем, что состоят из обломков пород, из которых сложены примыкающие к обвалу склоны гор.

Подводные оползни. Обвалы, оползни и оплывины происходят не только на поверхности земли, но и в еще больших размерах и количествах на дне морей и озер. Объясняется это тем, что на дне водоемов осадки пропитаны водой гораздо больше, чем на суше, что создает их большую подвижность. И здесь основной, но отнюдь не единственной причиной оползней являются сейсмические толчки.

Из всех внезапно образующихся отложений подводные оползни изучены наиболее полно. Это позволило установить их весьма широкое распространение. Каждый год приносит все новые и новые примеры самых различных отложений во всех странах мира. Повторять их в настоящей статье нет необходимости.

Общеизвестны местные смятия пластов, их раздробление, образование линз брекчиевидных или щебенистых пород, возникших в результате обычных небольших подводных оползней, но нельзя забывать, что громадные, катастрофические оползни обуславливают появление мощных брекчиевых толщ, прослеживающихся на многие десятки километров и достигающих мощности во много десятков метров.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРСКИХ ВОЛН

Обычно морские волны ласково набегают на песчаный пляж, тихо разбиваются о скалистый берег. Деятельность их почти незаметна, но она резко возрастает в сезоны сильных ветров и бурь и становится разрушающей, катастрофической в ураганные штормы. Во время таких штормов не только высота волн увеличивается в несколько раз против средней, но и благодаря нагону воды уровень моря у берега повышается на несколько метров. Все это вместе обуславливает необыкновенные, неожиданные разрушения и изменения. Особенно велики они вдоль равнинных низменных песчаных берегов. За один шторм происходят коренные изменения береговой линии. Открытые заливы перегораживаются пересыпью и превращаются в лагуны. Наоборот, лагуна, казалось бы навсегда обособившаяся от моря, становится открытым заливом, а иногда просто слабым изгибом береговой линии.

Наиболее важны ингрессионные явления, образующиеся там, где у береговой линии располагаются понижения и впадины, дно которых лежит ниже уровня моря. Такие впадины могут быть самого различного размера, вплоть до гигантских бессточных впадин длиной в сотни километров. Образование подобных впадин обуславливается чаще всего тектоническими движениями или карстово-дефляционными явлениями. Прорыв же в них моря, затопление их морской водой, возникновение ингрессии вызывается штормовыми волнами, разрушающими перемычку, отделяющую впадину от моря. Это разрушение происходит с необыкновенной скоростью, в течение одного дня; в образовавшийся в песчаной или каменной перемычке проток морская вода устремляется в виде мощного бурного потока, и затопление впадины идет быстро.

Превращение залива в лагуну, лагуны — в открытый залив, ингрессионное затопление прибрежных впадин вызывают значительные принципиальные изменения в образовании осадков, сопровождающиеся не менее важными изменениями фауны и флоры. Даже там, где не происходит таких изменений, на основной, прибрежной части дна моря громадные штормовые волны производят важнейшие нарушения нормального осадконакопления. Они проникают на такие глубины, на которые обычные волны не действуют и где нормально отлагается ил. Штормовые волны

размывают и уносят этот ил, отлагая на его месте более или менее мощный пласт песка. После шторма на этот пласт песка снова отлагается ил. Такую смену в разрезе ила, после поверхности размыва, песком и снова илом очень часто объясняют тектоническими движениями. Штормовые нарушения осадконакопления ясно показывают, что подобные изменения разреза прибрежных отложений могут возникать без всякой тектоники. Значение тектоники в осадконакоплении очень велико, но объяснить каждое литологическое изменение осадка одной тектоникой ошибочно, примитивно и наивно.

Наблюдения над катастрофическими явлениями ограничиваются сроком не более 4000—6000 лет. Для геологических процессов этот срок небольшой, и не исключена возможность того, что некоторые наиболее страшные катастрофы остались неотмеченными в летописях человечества. Что это за катастрофы, как они сказались на осадконакоплении — мы не знаем, но считаться с их возможностью необходимо. Нельзя вгонять в нормы современности все, что происходило на Земле за миллиарды лет ее существования.

Примером могут служить сбросы и связанные с ними землетрясения. Самые страшные катастрофические землетрясения, известные нам, сопровождалась сбросами с амплитудой не больше 4—6 м. В то же время мы знаем ряд сбросов, секущих четвертичные и плиоценовые отложения и имеющих амплитуду, в десятки раз большую, до 100—120 м, возможно и больше. Какими катастрофами сопровождалась эти гигантские сбросы, мы не знаем, их даже трудно представить себе. На равнинах и вдоль подножий гор возникли обрывы высотой в десятки метров, протягивающиеся на сотни километров. Эти обрывы вызывали резкое изменение в гидрографической сети. В долинах рек появлялись громадные водопады, в рыхлых породах на их месте быстро промывались узкие каньонобразные долины. Скорость течения в вышележащих частях речных долин возрастала, что резко изменяло осадконакопление.

Еще более значительные катастрофические явления сопровождали гигантские землетрясения в горных областях. Невообразимые оползни и оплывины заполняли песчано-глинистым материалом целые речные долины на глубину во многие десятки метров. Не меньшие по размерам обвалы перегораживали горные долины, создавая запруды высотой во много сот метров и новые горные озера длиной в сотни километров. На Памире в долине Пянджа следы такого озера хорошо видны и сейчас. Возможно, возникли и еще более крупные изменения в гидрографической сети.

Явления, отмеченные выше, конечно, не исчерпывают всего разнообразия катастроф, влияющих на осадконакопление, но и сказанного достаточно, чтобы уяснить себе их значение. Ясным становится почти полное незнание соответствующих им отложений. Чаще всего такими отложениями будут брекчиевидные и гравелистые породы, но в ряде случаев возникают слои песчаных,

алевритовых и глинистых пород. Выделение их — одна из задач будущего.

Мы отнюдь не преследуем цель возрождения теории катастроф. Неправильность этой теории ясна каждому. Нельзя объяснить все геологические явления одними катастрофами. Но автору хотелось показать, что также неправильна теория эволюционных изменений. Нельзя объяснять все геологические явления одними медленными, длительными, едва заметными изменениями.

Методически обе теории ошибочны совершенно одинаково. Нельзя отрицать одну противоположность, принимая другую. В природе происходят как катастрофы, так и медленные изменения, причем происходят они в теснейшей связи между собой. Медленные изменения, накапливаясь в течение долгого времени, становятся причиной катастроф. С другой стороны, катастрофы коренным образом изменяют направление и самую сущность медленных изменений. Медленные изменения громадны по количеству, но ничтожны по результатам одиночного действия. Катастрофы редки и разбросанны, но результаты каждой из них поразительны, и их надо изучать наряду с медленными изменениями.

КАРТА ДЕВОНСКОГО УГЛЕНАКОПЛЕНИЯ¹

Часть текста, план статьи и палеогеографическая карта, ее сопровождающая, были составлены Л. П. Монаховой. Безвременная смерть прервала ее работу. Работа была закончена Д. В. Наливкиным и Е. А. Слатвинской.

П а л е о г е о г р а ф и я. В течение среднего и верхнего девона угленакопление происходило в трех провинциях: 1) Тиманской, 2) Казахстанской, 3) Сибирской.

В Тиманской провинции угли залегают среди континентальных красноцветных верхнедевонских отложений. Они образуют линзовидные пласты мощностью до 0.45 м, быстро выклинивающиеся и не имеющие промышленного значения. Угли того же типа и возраста обнаружены буровыми скважинами в центральных областях Русской платформы.

Казахстанская провинция обладает углями наиболее древнего возраста, среднедевонскими, возможно — эйфельскими. Они залегают в континентальных отложениях, но тесно связаны с морем, располагавшимся вблизи. Наиболее изученным является Айдарлинское месторождение. Помимо его угли были встречены в Баян-аульской копи и Каратасском месторождении.

В Сибирской провинции углепроявления известны в Барзаском районе и в окрестностях Красноярска. В Барзаском районе мощность углей достигает 4 м, но площадь распространения не-

¹ В кн.: Доклады на Седьмом совещании Межведомственной постоянной тематической комиссии по проблеме «Закономерности размещения ископаемых углей в земной коре как основа для их прогноза на территории СССР». М.; Л., 1960, с. 6—16.

значительна. В Красноярском районе пласт угля не имеет рабочей мощности (до 30 см) и по своему составу и строению полностью соответствует барзасскому.

Палеогеографические особенности всех трех провинций близки друг другу. Основная особенность — это весьма тесная связь с морем. Среднедевонские угли, возможно, образовывались в морских бассейнах, лагунах и мелководных обособленных заливах. Верхнедевонское угленакopление уже продвигается дальше от моря и происходит в прибрежных болотах, среди низменных равнин.

В пределах Казахcтанской и Сибирской провинций в конце силура возникли складчатые горы, созданные каледонской складчатостью. В течение нижнего девона они быстро разрушались и к началу среднего девона превратились почти в равнину — мелкосопочник. Достаточно было небольших опусканий, чтобы море глубоко проникло в пределы мелкосопочника. Такие трансгрессии, вернее ингрессии, происходили дважды. Первая относится к началу эйфеля, вторая — к началу живетской эпохи.

В Казахcтанской провинции (Центральный Казахстан) эти две трансгрессии местами следуют непосредственно друг за другом и сливаются, местами обособлены эпохой континентального режима. В Сибирской провинции, в Барзасском районе, развита только одна поздняя трансгрессия. В Красноярском районе нижнеэйфельская таштыпская трансгрессия отделяется от нижнеживетской бейской трансгрессии эпохой существования континентального режима (абаканская и илеморовская свиты).

Распределение моря и суши достаточно ясно. На севере была суша, на юге — море. В пределы суши входила бóльшая, северная часть Западно-Сибирской низменности,² а также Сибирская платформа и примыкавшие к ней с юга каледонские складчатые возвышенности. В нижнедевонскую эпоху они представляли выжженную солнцем пустыню, на севере — равнинную, на юге — гористую, возвышенную. Эта пустыня размывалась только временными потоками, переносившими вниз большие количества плохо окатанного несортированного обломочного материала. Постоянных рек в это время не было. Обширный глубокий морской залив далеко к северу проникал в пределы этой пустыни, обособляя сушу Центрального Казахстана от возвышенностей Кузнецкого Алатау и Саян. На юге залив открывался в океан.

В начале эйфельской эпохи начинаются глыбовые опускания частей континента и море ингрессирует в их пределы. Ингрессии захватывают южную часть Центрального Казахстана и впадины, примыкающие сейчас к Енисею. Восточная часть Кузбасса и Кузнецкий Алатау не были захвачены опусканиями и представляли сравнительно узкий возвышенный полуостров, далеко к югу вдававшийся в море. Барзасский район тогда был частью этого

² В настоящее время в Среднем Приобье скважинами вскрыты морские девонские отложения. (Прим. сост.).

полуострова. К востоку от этого полуострова возник небольшой и мелководный Талышский залив.

В последующее время на востоке опускания сменяются поднятиями и Талышский залив становится сушей. В Центральном Казахстане в одних районах море остается, в других — отступает.

В начале живетской эпохи (или в конце эфельской) происходит вторая, более значительная трансгрессия. Море проникает далеко к северу; вновь образуется залив (бейский) в районах, примыкающих к Енисею. В Барзасском районе Енисейский залив распространяется к западу, покрывая северную часть Барзасского полуострова и соединяясь с морем, все время существовавшим в пределах Салаира и Горного Алтая. В Центральном Казахстане мелководные обособленные участки моря, которые ранее были областями угленакопления, опускаются и на их месте возникает открытое море. В районах Барзаса и Красноярска море ингрессирует на мелкосопочник, невысокие округленные холмы, разделенные широкими и плоскими долинами. Такой рельеф способствует образованию многочисленных заливов и проливов с малоподвижной водной средой, почти застойных, заросших густой растительностью.

В конце живетской и начале франской эпох в Центральном Казахстане географические условия не изменяются, только море проникает еще далее к северу. В Барзасском районе застойные водоемы сменяются открытым морем. В Красноярском районе, наоборот, поднятия создают сушу, на которой отлагаются красноцветы без углей.

Тиманский и Центральнорусские районы в эпоху девонского угленакопления располагались в прибрежной области моря, отчасти включая в себя и береговую полосу суши. Материк был на западе, открытое море — на востоке. И здесь условия, благоприятные для угленакопления, были связаны с ингрессией моря, образованием сложной, рассеченной береговой линии, изолированных застойных водоемов. Основной особенностью этих водоемов была более тесная связь их с морем, а не с сушей.

Климатические условия. Все рассматриваемые области располагались в зоне жаркого засушливого климата, как это справедливо подчеркнул академик Н. М. Страхов. Обилие коралловых рифов в девонских морях, широкое распространение красноцветов и толщ с хемогенными осадками доказывают это положение. Девонские континенты были безжизненной, раскаленной солнцем пустыней с ничтожным количеством осадков. Редкие катастрофические ливни смывали продукты выветривания с возвышенностей на прибрежные равнины. Вся растительность существовала только в воде, преимущественно в мелководных обособленных застойных морских водоемах.

Возможно существование отдельных прибрежных районов с микроклиматом более влажным, с большим количеством осадков. Их возникновение связывалось с поясами возвышенностей, отгораживающих влажные районы от пустыни и задерживавших

осадки, приносимые ветрами с моря. Естественно, что в таких районах флора достигала наивысшего развития и давала наибольшее количество клетчатки, необходимой для образования углей.

Угленакпление. Палеогеография и особенно климат являются факторами, определяющими пышное развитие растительности и возникновение водоемов, благоприятных для захоронения остатков растений.

Девонское угленакпление — первое в истории Земли, и, как все первое, оно редко встречалось и было трудно объяснимо. Почему, например, верхнедевонские угли накапливались на Северном Тимане, а не на Южном или в Архангельской области? Ответить на такие вопросы почти невозможно. Весьма вероятно, что здесь основную роль играл микроклимат, создававший изолированные участки, особенно благоприятные для усиленного, необычайного развития растительности. Большое значение имели и другие особенности водоемов, в которых росла флора, и в первую очередь изолированность и застойность. Эти же условия были необходимы и для захоронения растительного вещества. Комбинация благоприятного микроклимата и застойных бассейнов была редким явлением. Это определяет редкость месторождений и их спорадическое распространение. Участки с благоприятным микроклиматом в совокупности с застойными водоемами становились районами угленакпления только тогда, когда они располагались у береговой линии моря. Береговая линия служила наиболее важным, определяющим фактором угленакпления. Без береговой линии не было бы и углей, не только девонских, но и нижнекаменноугольных. При поисках углей этого возраста перспективными являются только прибрежные области. Очертания береговой линии становятся определяющими.

Водоемы, в которых происходило девонское угленакпление, обладают рядом своеобразных особенностей. Первая — их большие размеры. Все девонские пласты угля имеют линзовидную форму и быстро выклиниваются. Протяженность в несколько километров уже считается большой, нередко она измеряется сотнями метров.

Длительность существования водоемов также была невелика, как и мощность пластов угля. Максимальная мощность в Барзаском месторождении достигает 4 м, в Казахстане — 1 м, на Северном Тимане — 0.45 м. Все эти цифры относятся к местным вздутиям; обычно же мощность пластов не превышает немногих десятков сантиметров. Ни одно месторождение не эксплуатируется даже после разведочных работ. Надо учитывать, что болота угленакпления возникали во время трансгрессий и регрессий моря, т. е. во время наибольшей подвижности береговой линии. Это и было причиной их недолговечности и небольших размеров.

Третья особенность — это чрезвычайно тесная связь бассейнов угленакпления с морем. В среднем девоне она была наибольшей. Барзасские и красноярские угли — сапромикситовые и содержат большое количество планктонных одноклеточных водорослей.

По своему составу эти угли почти одинаковы с горючими сланцами и образовывались в одинаковых с ними условиях, но только в прибрежной зоне. Угленакопление происходило в застойной водной среде, но с почти нормальной соленостью. На это указывает нахождение остатков морской фауны в прослоях среди углей. В очень близких условиях шло угленакопление в Центральном Казахстане. В глинистых известковых породах вместе встречаются многочисленные спириферы и другие брахиоподы и стволы древовидных растений до 10 см в диаметре.

Береговые водоемы если и были, то высшие растения в них отсутствовали. Вероятно, не было и болот, так же как не было и постоянно текущих рек. Береговые водоемы того времени представляли горько-соленые самосадочные озера и лагуны.

Только в верхнем девоне, да и то лишь в областях с влажным микроклиматом, появляются первые береговые болота, заросшие высшими растениями — псилофитами, плауновыми и лепидофитами. Эти болота обладали небольшими размерами и быстро появлялись и исчезали. Это были предвестники тех гигантских, долго существующих и заросших богатейшей растительностью береговых болот, которые так характерны для нижнего карбона.

Четвертая особенность девонского угленакопления — это принос в болота большого количества терригенного материала. Зольность девонских углей очень высока, до 40—50 %. Это вполне понятно. В то время вся растительность была сконцентрирована в воде, в самом водоеме. Его берега были лишены растительного покрова. Поэтому каждый ливень сносил в болота известное количество песка и глины. У болот со сплошь заросшими берегами такой снос фактически отсутствует.

Тектонические условия. Девонское угленакопление шло как в геосинклинальных, так и в платформенных условиях. В среднем девоне преобладали геосинклинальные условия, в верхнем девоне — платформенные.

Водоемы угленакопления среднего девона в Центральном Казахстане расположены в зоне сильного проявления как каледонской, так и герцинской складчатостей. Каледонская складчатость предшествовала угленакоплению, герцинская складчатость следовала за ним через значительный промежуток времени. Во время угленакопления складкообразовательные движения отсутствовали. Происходили только глыбовые, почти вертикальные поднятия и опускания массивов палеозоя. Размеры массивов были различны, вызывая дифференцированность осадконакопления. Иногда они были весьма значительны. Амплитуда поднятий и опусканий была невелика, не превышая нескольких сот метров. На это указывают мощности терригенных толщ, среди которых заключены угленосные пачки. Преобладали медленные опускания, временами прерывавшиеся небольшими и кратковременными поднятиями. Трещины, ограничивавшие опускавшиеся массивы, иногда служили подводными каналами для эффузивных пород, одновременных угленакоплению.

В Барзасском районе тектонические условия были близки к таковым в Казахском. Проявлялась каледонская и герцинская складчатость, но последняя была значительно слабее первой. Благодаря этому метаморфизация угленосной толщи Барзаса слабее, чем в Казахстане. Само угленакопление и здесь шло в эпоху прекращения складкообразовательных движений. Оно было связано только с одними длительными опусканиями, происходившими в морской обстановке. Мощность морских и прибрежных угленосных отложений — около 300 м. Они слабо складчаты и умеренно метаморфизованы.

В Красноярском районе отличия, отмеченные для Барзасского района, становятся еще более резкими. Каледонская складчатость достигает большой силы, а герцинская слабо проявляется. Угленосная морская пачка залегает среди весьма мощных (4000—6000 м) красноцветов, с резким угловым несогласием лежащихся на интенсивно дислоцированный и метаморфизованный нижний палеозой. Сами красноцветы образуют большие простые и пологие складки и слабо метаморфизованы. Мощность угленосной пачки — до 200 м, что указывает на медленные небольшие глыбовые опускания, происходившие во время угленакопления. По тектоническим особенностям Красноярский район можно считать расположенным в краевой, еще подвижной зоне, припаявшейся к Сибирской платформе в конце силура.³ Эту зону нельзя считать краевым прогибом, так как в ней не происходило мощного осадконакопления. В то же время ее нельзя считать и платформой, так как все девонские отложения ясно и регионально складчаты и ясно метаморфизованы.

Тиманское и Центральнорусское угленакопления шли в одинаковых платформенных условиях. По строению своего фундамента Тиман отличается от Русской платформы, но эти отличия имели место так давно, что не могли оказать влияния на девонское осадконакопление. Тиман превратился в платформу в конце протерозоя, а Русская платформа — в конце археозоя.⁴

В отличие от среднедевонских верхнедевонские угленосные толщи лежат почти горизонтально и не метаморфизованы. Мощность их незначительна — единицы десятков метров. Это типичные платформенные образования. Они близки к нижневизейской угленосной толще и являются ее предвестником.

Угленосный комплекс, его состав и мощность. В каждом из трех провинций угленосный комплекс характеризуется рядом особенностей. В Тиманской провинции первые углепроявления в виде тонких прослоев углистых пород относятся к верхней части безмошницкой свиты, подстилаемой покровами базальтов. Мощность этой свиты 250—320 м, ее считают отложением франского яруса. Выше залегают безугольные отло-

³ По современным представлениям, в начале раннего палеозоя. (Прим. сост.).

⁴ В соответствии с современной геохронологической шкалой докембрия — в конце раннего протерозоя. (Прим. сост.).

жения фаменского яруса, выделяемые А. И. Егоровым и Л. С. Косовым в каменскую свиту (мощность 250 м). Вверх по разрезу каменная свита сменяется отложениями пакоямской свиты (D_3fm) мощностью 350 м, содержащей от 11 до 20 прослоев углистых пород и угля.

Пакоямская свита от нижнекаменноугольных карбонатных осадков отделяется горизонтом базального конгломерата мощностью 2—4 м. Литологически углесодержащая пакоямская свита представлена тремя мощными, до 30 м, горизонтами песчаника, переслаивающимися с пестроцветными алевролитами, аргиллитами, известковистыми алевролитами, углистыми породами и маломощными пластами углей.

В свите выделяется два наиболее угленасыщенных интервала, называемых «пакетами», отделенных друг от друга 25—40-метровой толщей практически безугольных отложений. Нижний пакет мощностью в 70—85 м заключает 5—11 прослоев углистых пород и угля мощностью от 0.05 до 0.33 м. Здесь известны пласты Черничный и Находка. Верхний пакет (25—50 м) содержит 6—10 прослоев углистых пород и угля мощностью от 0.5 до 0.45 м.

Отложения пакоямской свиты известны по простиранию на 25 км (нижнее течение р. Волонги и побережье Чешской губы до мыса Сувойного). Помимо бассейна р. Волонги и Чешской губы верхнедевонские угленосные отложения известны на Канином полуострове, при этом некоторые исследователи предполагают, что здесь степень угленасыщенности разреза будет выше, чем на Северном Тимане.

В территориально близких районах Русской платформы толща, содержащая угли и углистые породы, имеет несколько иной характер. Здесь в ряде скважин, расположенных к северу от Рязска (месторождения Кораблино, Ковалинское, Биркинское и др.), под угленосными отложениями карбона вскрыты породы, относящиеся к озерско-хованским слоям фаменского яруса. Это желтовато-серые, реже серые и темно-серые, иногда пятнистые известняки с массивной, а в некоторых случаях брекчиевидной и слоистой текстурами. В известняках отдельные участки доломитизированы и окремнены. Доломитизированные известняки отличаются темно-серым цветом и обилием пирита. Микроскопическое изучение пород показало содержание в них гипса, количество которого с глубиной несколько увеличивается.

Среди известняков наблюдаются очень редкие и маломощные прослои иловатых темно-серых, почти черных, жирных сапропелевых глин, а на участках Ковалинском, Волковском, Гуровском, Юраковском — редкие прослои угля мощностью до 0.3—0.4 м.

В известняках заключена очень редкая и бедная видами фауна: *Pseudoastrata socialis* Eichw., остракоды *Sulcella multicostrata*, *Gliptolichwinella* ex gr. *spiralis*, *Healdianella punctata* Posp., *Aparchites globulus* Posp. и др. Мощность угленосной толщи 40 м.

На юго-восточной окраине Русской платформы углепроявления известны в отложениях среднего и верхнего девона. Среднедевонские отложения представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями известняков. В песчаниках встречаются остатки обугленных частей растений в виде обломков витренизированной древесины и лентовидных тел, напоминающих *Orestovia* из Кузбасса. Появление этих обломков древесины, по мнению А. П. Блудорова, свидетельствует о размыве неизвестных угольных пластов.

Углепроявления в виде двух маломощных угольных пластов приурочены к нижней части аскынской свиты, залегающей в верхней половине франского яруса. Угленосная толща представлена преимущественно мергелями, которым подчинены аргиллиты и угли. Мощностью угленосной толщи 40 м.

В пределах Казахстанской провинции темно-серые углистые сланцы и угли залегают в толще аркозовых песчаников с *Psygmo-phyllum* и мергелей с *Favosites eifelensis*, *Spirifer frequens*, *Chonetes plebeja* и другими эйфельского возраста.

В Сибирской провинции наиболее полно изучен разрез Барзасского месторождения. Здесь на нижней красноцветной толще залегают дмитриевско-перембойская толща с горючими сланцами и прослоями листоватого угля, местами замещающаяся эффузивами; на дмитриевско-перембойской толще трансгрессивно залегают барзасская толща, представленная аргиллитами, песчаниками с прослоями конгломератов и углей. В нижней части толщи находится основной пласт сапромикситового угля мощностью 4.8 м. По простираюнию барзасская толща замещается конгломератами и известняками с обильной брахиоподовой фауной, а перекрывается второй красноцветной толщей верхнедевонского возраста.

Угольные пласты каждого из районов отличаются по характеру строения, мощности, характеру исходного материала и другим признакам.

В угленосной толще Северного Тимана заключено от 11 до 22 прослоев углистых пород и угля мощностью от 0.05 до 0.45 м. По характеру исходного материала угли в основном гумусовые, содержат небольшую примесь сапропелевого вещества. Помимо этого в небольшом количестве встречаются липтобиолиты типа «барзасской рогожки». Для углей характерна повышенная зольность — 20—76 % (содержание сульфидной серы от 2 до 5.5 %). По степени углефикации угли относятся к длиннопламенным.

На Русской платформе севернее Рязьска максимальная мощность угольного пласта 0.4 м. Редкие находки угольных пластов по скважинам свидетельствуют о линзовидном характере угольной залежи. Помимо угольных пластов известны прослой сапропелевых глин. На востоке Русской платформы (вблизи Казани) обнаруженный на глубине 1350 м угольный пласт состоит из малозольного (зола 9—10 %) матового и блестящего некоксуемого угля.

В угленосной толще Казахстанской провинции известен пока

один линзовидный пласт мощностью до 1 м. Исходным материалом для образования этих углей послужили высокоорганизованные псилофиты. А. А. Любер относит уголь, слагающий пласт, к липтобиолитам. Угли, вероятно, аллохтонные (отличаются высокой зольностью — 30—50 %); по марочному составу относятся к тощим и антрацитам. Образовались они в прибрежной части подвижного морского мелководья.

Наиболее хорошо изучены угольные пласты барзасской свиты Барзасского месторождения. Здесь известны 3 угольных пласта, из которых наиболее мощный (4.8 м) залегает в нижней части разреза угленосной толщи. Они отличаются плохой выдержанностью на площади. Исходным материалом для образования угольных пластов, по мнению М. Д. Залесского, явились массы ослизневшей водоросли. По З. В. Ергольской, угли возникли из детрита наземных растений и кутикулы высших растений. Залесский считает угли Барзасского месторождения сапромикситами. А. А. Ларищев (1948) рассматривает их как псилофитовые липтобиолиты. Угольные пласты характерны переслаиванием с аргиллитами; вероятно, они аллохтонные.

А. В. Тыжнов считает, что накопление барзасских углей происходило в береговых валах, где скапливались водоросли и остатки наземных растений с примесью песчано-глинистого материала. Более вероятно накопление их в береговых водоемах. Угли отличаются повышенной зольностью (40—50 %) и слабой степенью метаморфизма (марки Г и Д).

Общие запасы девонских углей СССР весьма ограничены (0.08 млн. т); угли пригодны для полукоксования и получения жидкого топлива. Можно предположить, что девонские угли могут быть использованы и с геохимической стороны как аккумуляторы редких элементов.

ЛИТЕРАТУРА

Блудоров А. П. Геологические условия преобразования угольного вещества на юго-востоке Русской платформы. — В кн.: Генезис твердых горючих ископаемых. М., 1959, с. 166—179.

Геологическое строение СССР. М., 1958: т. 1, 568 с.; т. 3, 384 с.

Егоров А. И. Климатические, ботанические и угленосные зоны Земли в верхнем девоне. — В кн.: Авторефераты науч.-иссл. работ за 1958 г. Ростов н/Д., 1959, с. 176—177.

Жемчужников Ю. А. Петрографическое изучение углей СССР и его значение для их рационального использования. — В кн.: Энергетические ресурсы СССР. М., 1938, т. II, с. 7—46.

Жемчужников Ю. А. Общая геология ископаемых углей. М., 1948. 491 с.

Ларищев А. А. К вопросу о природе углей барзасского типа. — Уч. зап. Томск. гос. ун-та им. В. В. Куйбышева, № 11, 1948, с. 79—100.

Страхов Н. М., Залманзон Э. С., Глаголева М. А. Очерки геологии верхнепалеозойских отложений гумидного типа (опыт фашиально-геохимического исследования). М., 1959. 223 с. (Тр. Геол. ин-та; Вып. 23).

Страхов Н. М. Типы климатической зональности в послепрогерозойской истории Земли и их значение для геологии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1960, № 3, с. 3—25.

Петров Л. С. Девонские отложения северо-запада Русской платформы. Л., 1956. 174 с.

Чочиа Н. Г., Белякова Е. Е., Боровская И. С. и др. Геологическое строение Минусинских межгорных впадин и перспективы их нефтегазоносности. — Тр. ВНИГРИ, 1958, вып. 120, 196 с.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА УГЛЕНАКОПЛЕНИЯ¹

СРЕДНИЙ ДЕВОН

Средний девон является эпохой одной из крупнейших в истории Земли трансгрессий. В это время почти все материковые массивы опускаются, море из геосинклиналей проникает на их поверхность и занимает громадные площади.

Размеры образующихся в среднем девоне эпиконтинентальных морей исключительно велики. Количество воды, потребовавшейся для заполнения этих морей, также было громадным. Благодаря этому уровень воды в океанах геосинклиналей и в Мировом океане среднего девона понизился не менее чем на десятки метров.² В пределах геосинклиналей в это время возникли новые острова. Береговые и барьерные рифы и отдельные коралловые острова, располагающиеся по краям континентов, опустились вместе с континентами на 200—400 м. Это привело к прекращению роста и массовой гибели рифообразующих организмов. В результате рифовые сооружения перекрылись толщей глинистых морских осадков, чаще всего черных илов.

По сравнению с нижним девоном граница между морем и сушей изменилась, очертания береговой линии стали сложными, изрезанными. Особенно большие изменения произошли на поверхности Русской платформы, где вследствие эйфельско-живетской трансгрессии суша сохранилась только на северо-западе. К югу от этой суши располагались острова Белорусского, Балтийского, Украинского щитов, Воронежского массива, Яицкого поднятия. На Кавказе сушей являлся участок, расположенный к югу от Тбилиси до Еревана и достигающий на востоке Баку.

В Арктике трансгрессия, начавшаяся в эйфельскую эпоху, своего максимума достигла в живетскую. Наступление моря шло с севера, достигнув середины Сибирского материка. Анабарский массив в это время являлся полуостровом, омываемым с запада и востока глубоко вдающимся в сушу единым бассейном Северного моря.

На юге Советского Союза трансгрессия была значительно меньших размеров: море здесь занимало области Восточного Ка-

¹ В кн.: Атлас карт угленакопления на территории СССР: Объяснит. зап. М.; Л., 1962, с. 25—31.

² Поскольку эпиконтинентальные моря соединяются с Мировым океаном, правильнее считать, что понизились континенты по отношению к уровню океана. (Прим. сост.).

захстана, Алтай, территории, смежные с Кузбассом, и заходило севернее Новосибирска. Северное и Южное моря разделялись сравнительно узкой полосой суши, располагавшейся к северу от Енисейского кряжа.

Средний девон являлся эпохой полного отсутствия складкообразовательных движений и связанной с ними орогении. Это доказывается почти полным отсутствием толщ конгломератов подножий (фангломератов), флишеидных и молассовых толщ.

Колебательные, глыбовые движения и связанные с ними поднятия и опускания происходили неоднократно, но охватывали небольшие площади и имели небольшую амплитуду. Создаваемые ими возвышенности были невысокими, слабо расчлененными, безводными и безжизненными. Это были типичные горы-пустыни, похожие на современные Кызылкумские возвышенности.

Значительно реже поднятия и опускания охватывали большие площади, вызывая при этом трансгрессии и регрессии моря на значительных территориях, но и в этих случаях амплитуда движений не превышала 200—400 м. В результате поднятий море отступало и происходило образование обширных прибрежных равнин — областей последующего накопления красноцветных континентальных осадков.

Рельеф среднедевонской суши не был высоким. Если в начале девона верхнесилурийские каледониды имели высоту до 2000—3000 м, то к среднему девону они значительно разрушаются и превращаются в пенеплен. Только местами происходили глыбовые поднятия, омолаживающие рельеф и образующие небольшие платообразные возвышенности.

В европейской части Советского Союза области разрушения имели незначительные площади и небольшие относительные превышения. На это указывает небольшая мощность (порядка десятков, реже 100—200 м) континентальных, преимущественно красноцветных отложений, распространяющихся широкой полосой на юг, восток и юго-восток от Балтийского щита. Это подтверждается также и незначительной мощностью тонкозернистых песков и глин, которые отлагались в водах эпиконтинентального моря, занимавшего большую часть европейской части СССР.

Несколько более высоким и расчлененным был рельеф Арктики. Мощность континентальных отложений нередко измеряется многими сотнями метров, хотя здесь также мощные конгломератовые толщи отсутствуют. Это указывает на отсутствие высоких гор и слабое развитие речных систем.

Таким образом, для рельефа среднего девона в целом характерны невысокие, каменные, пустынные и безжизненные возвышенности, не пересекаемые постоянными водотоками. Реки в это время, как правило, отсутствовали. Транспортировка продуктов разрушения происходила в основном в дождливые периоды временными потоками. Области накопления в среднем девоне служили: а) прилежавшие к областям разрушения обширные

плоские полого наклоненные к морю низменные пролювиально-аллювиальные равнины, б) морские эпиконтинентальные и геосинклинальные бассейны.

На поверхности приморских равнин отлагались песчано-глинистые, в большинстве случаев красноцветные осадки. Здесь местами иногда возникали первые реки, еще маловодные, пересыхающие, с медленным течением. Кроме рек здесь располагались озера, болота и лагуны, размеры и число которых увеличиваются по направлению к морскому берегу. Некоторые лагуны, как, например, на Русской платформе, имели значительные размеры и были местом отложения хемогенных осадков. По простиранию лагуны сменялись мелководным теплым морем, с которым они были связаны проливами.

Эпиконтинентальные моря занимали огромные пространства в европейской части Советского Союза, Арктике и на Сибирской платформе. Как было уже сказано, возникновение большинства эпиконтинентальных морей связано с эйфельской трансгрессией, достигшей своего максимума в живетскую эпоху. В отдельных случаях, как, например, на Сибирской платформе, эпиконтинентальные моря занимали обширные пространства в течение короткого времени. Свидетельством этого является пачка глин и известняков небольшой мощности в долинах рек Джалтуми и Учами и в бассейне Нижней Тунгуски.

Специфический характер имели морские бассейны восточной части Русской платформы, современной Волго-Уральской области и ее продолжения к югу и северу. В этой обширной зоне возникают застойные, но неглубокие, по-видимому, заросшие водорослями водоемы. В условиях восстановительной малоподвижной среды и ослабленного приноса терригенного материала отлагаются мощные толщи слонстых битуминозных темных известняков. Наиболее развиты они в начале среднедевонской эпохи, но местами непрерывно отлагаются до самого ее конца, завершаясь пачкой черных битуминозных сланцев и известняков инфрадоманика. Иногда эти известняки рассматриваются как сравнительно глубоководные отложения, но частое нахождение громадных толстостенных пентамерид и строфоменид противоречит этому. Медленное и почти непрерывное опускание морского дна компенсирует накопление осадков. Возникает толща известняков мощностью до 200 м и выше, но одного характера.

Геосинклинальные моря в среднем девоне занимали площадь несколько меньшую. Накопление осадков в них характеризуется почти полным отсутствием рифовых известняков. Если в нижнем девоне многочисленные и громадные рифовые массивы протягивались друг за другом на протяжении тысяч километров от Новой Земли до Синьзяня, то в среднем девоне они прекращают свое существование: некоторые в начале эйфеля, другие позже — в конце эйфеля. В живетскую эпоху на их месте отлагаются темные сланцы и слонстые известняки с табулятами и брахиоподами. Изредка и среди живетских отложений встречаются небольшие

массивы светлых известняков, как, например, чesлавские известняки Западного Урала.

Причины повсеместного вымирания рифообразующих организмов пока точно не выяснены, тем более что группы этих организмов продолжали тогда существовать в других областях. Вероятнее всего, вымирание связано с медленным прогибанием геосинклинальных зон, в которых локализовались рифы. Опускание на глубины свыше 40—50 м под уровень моря вызывало гибель рифообразующих организмов. На это указывает то, что темные слоистые известняки, мергели и сланцы, перекрывающие рифы, имеют сравнительно глубоководный облик.

Средний девон в сравнении с нижним характеризуется пониженной вулканической деятельностью. Вулканизм прекращается почти полностью в средней части среднего девона. Территориально пояса вулканизма почти совпадают с вулканическими поясами нижнего девона, на Урале они немного сдвигаются к востоку.

Климат среднего девона для всей территории СССР был жарким. Красноцветные прибрежно-континентальные толщи, нередко с гипсоносными и соленосными пачками, развиты на очень больших площадях и почти по всему Советскому Союзу. На Русской платформе они развиты везде, за исключением восточных районов, закрытых морем. Красноцветные отложения распространены также вдоль подножий всех каледонид, достигая большого развития в Саянах. Отсюда они непрерывно распространяются на западную и южную части Сибирской платформы, проникая на восток, вероятно, до Кемпедяйских соляных куполов (?), а на север — до устья р. Хатанги (соляные купола Юрунг—Тумус).

В среднем девоне впервые появляются угленосные толщи с тонкими пропластками, линзами, а иногда и промышленными залежами углей (Тиман, Казахстан, Кузбасс). Территориально и генетически угленосные толщи связаны с прибрежно-морскими осадками.

Прибрежные болота и лагуны существовали еще до девона; первая псилофитовая флора росла в них уже в силуре и нижнем девоне. Однако массовое развитие растений и накопление их остатков, которое привело к образованию углей, впервые происходит в среднем девоне. Причиной местной концентрации высших наземных растений является относительно спокойный тектонический режим и постоянный доступ воды в лагуны, обеспечивающий ее нормальную или слабую соленость, благоприятную для развития растений. Массовое скопление растительных остатков, очевидно, связано также с появлением новых древовидных групп растений, уже близких лепидофитам. Стволы таких растений в среднем девоне Казахстана достигают в диаметре более 10 см. Обломки древесины в эйфельских отложениях юго-востока Русской платформы также имеют значительные размеры.

Угленосные толщи в отдельных случаях, как, например, в обнажениях у г. Красноярска и в Казахстане, залегают среди красноцветов. Это является показателем того, что красноцветность

необязательно связана с аридной зоной или, напротив, свидетельствует о том, что в пределах аридной зоны существовали районы с обильным и постоянным увлажнением.

Таким образом, жаркий климат среднего девона был далеко неоднородным. Можно предположить, что в отдельных районах СССР в течение среднедевонского времени изменялась степень влажности. Устанавливать же какую-нибудь четкую климатическую зональность для среднего девона, основываясь только на материалах, известных по территории СССР, представляется пока преждевременным.

ВЕРХНИЙ ДЕВОН

В верхнем девоне произошло некоторое изменение в очертаниях моря и суши по сравнению со средним девонем. Во франкий век на севере Русской платформы море достигало наибольших размеров, на Тимане оно подходит к основанию байкальских горных сооружений. Значительно распространено эпиконтинентальное море в северной части Арктики.

На границе франского и фаменского веков происходит инверсия тектонических движений и господствовавшие ранее опускания сменяются поднятиями. Наибольших размеров поднятия достигают на северо-западе Русской платформы, вблизи докембрийских массивов (Балтийского щита). Эти области во франкий век представляли собой обширные аллювиальные, прибрежные равнины. В фаменский век они испытывают настолько значительные поднятия, что из областей накопления становятся областями разрушения и сноса. Их поверхность начинает усиленно размываться временными потоками, возможно и постоянными небольшими реками. Накопление красноцветов прекращается, и даже накопившиеся ранее, в конце франского века, красноцветы размываются. Интересно, что эти поднятия несинхронны в пространстве. Местами из разреза выпадает только фаменский ярус и верхи франского, и на среднюю часть франского яруса налегает угленосная и бокситоносная толща нижнего карбона. Местами же из разреза выпадает и нижний карбон, и море покрывает эти участки только в середине среднего карбона.

Сибирская платформа в фаменский век превратилась в огромный континент, являющийся областью сноса. Пестроцветно-красноцветные осадки франского времени, известные по ее северной окраине, в фамене были денудированы. Осадконакопление продолжалось только в юго-западной части Сибирской платформы, на территории нынешнего Канско-Ачинского бассейна, Рыбинской впадины и Минусинского межгорного прогиба, где накапливались континентальные красноцветы.

В Казахстане в верхнем девоне на место широко развитых в живетский век континентальных красноцветных осадков в фамене пришло теплое мелководное эпиконтинентальное море, на что ука-

зывают известняки сульфидероных слоев. Одновременно с этим в западной части Казахстана произошло некоторое увеличение областей сноса. На северо-востоке СССР в распределении моря и суши не произошло существенных изменений. На Дальнем же Востоке в результате поднятий несколько сократилось море в районах, расположенных к северу от Благовещенска.

Верхнедевонская суша по своему характеру была сходна со среднедевонской. Горнообразовательных процессов не было, а следовательно, более или менее высокие горные хребты отсутствовали. Об этом свидетельствует отсутствие мощных толщ конгломератов и песчаников.

Вероятнее всего, рельеф суши представлял собой невысокие нагорья и пенеплены типа современной Русской платформы. На этих возвышенностях было много сухих русел и оврагов, возможно и мелководных, пересыхающих рек такого же типа, как в современном Центральном Казахстане. Эти реки заканчивались озерами или наземными дельтами уже за пределами областей разрушения, на плоских аллювиальных равнинах. Помимо аллювиальных равнин областями накопления в верхнем девоне служат лагуны и прилегающие к ним морские бассейны. На этих равнинах отлагались красноцветные осадки, мощность которых в связи с большим количеством приносимого в основном временными потоками терригенного материала и длительным медленным опусканием достигла сотен метров.

В сравнении со средним и особенно нижним девонем количество постоянных, обособленных водоемов, озер, болот и лагун на поверхности приморских равнин значительно возрастает. На это указывают встречающиеся среди красноцветов тонкослойные и тонкозернистые породы: глины, мергели и алевролиты с остатками панцирных и двоякодышащих рыб, ракообразных и харовых водорослей. Местами подобные тонкослойные и тонкозернистые породы обогащены углефицированными растительными остатками и даже содержат прослои и линзы углей. Это типичные болотные отложения, чередующиеся с отложениями пресных озер. Болотные отложения также иногда входят в состав красноцветов. Это является доказательством того, что в засушливых областях существовало локальное увлажнение, приводившее к заболачиванию.

На северо-востоке Русской платформы, вдоль побережья, сложенного древними толщами тиманских каледонид,³ в прибрежных болотах в отдельные интервалы франского и фаменского времени накапливались растительные остатки в количествах, достаточных для образования промышленных пластов угля. Угольные пласты, достигающие иногда рабочей мощности, все еще непостоянны, имеют повышенную зольность и в настоящее время не эксплуатируются.

Лагуны в фамене достигали иногда громадных размеров. Вероятно, они были обособлены от моря песчаными косами. Обычно

³ Правильнее — байкарид. (Прим. сост.).

лагуны тянулись друг за другом с небольшими перерывами. В этих лагунах происходило накопление гипсоносных и соленосных осадков. На это указывает наличие залежей гипса среди фаменских толщ во многих районах центральной части Советского Союза.

Эти лагуны в своем большинстве существовали очень короткое время. Они быстро возникали и также быстро высыхали. На это указывает небольшая мощность залежей солей и гипса. Только в некоторых местах, как, например, в Припятском прогибе, мощность каменной соли и ангидрита достигает многих сотен, а порой и тысяч метров. Это было возможно только в том случае, когда лагуна располагалась над прогибом, сравнительно быстро и долго опускавшимся. При этом опускание немедленно компенсировалось отложением солей. Форма гипсо-соляной залежи также свидетельствует о том, что лагуна была вытянута вдоль берега моря, в широтном направлении.

Эпиконтинентальные моря в верхнем девоне также имели огромные размеры и по своим очертаниям были близки к среднедевонским. Вместе с тем в результате поднятий, происходивших на границе франского и фаменского веков, моря все же несколько сократили свою площадь и значительно обмелели.

На Русской платформе моря непрерывно сменяют друг друга. Здесь возникают многочисленные доломитовые отмели, а в конце фаменского века море превращается в огромные горько-соленые лагуны и береговые озера, в которых происходило накопление гипсоносных и соленосных осадков.

В этих же лагунах в фазы повышенного увлажнения возникают условия, благоприятные для образования углистых доломитов, сапропелевых глин и даже непромышленных пластов угля (Андреаполь, Селижарово, Рязск). Именно потому огромная площадь Русской платформы на листе 2 показана как область развития чередующихся между собой континентальных и морских отложений.⁴

В фаменский век происходит массовое накопление доломитов, мощность которых достигает многих десятков, а нередко и сотен метров. Они тянутся на многие сотни и тысячи километров, занимая наибольшие площади на Западном Урале и в центральных областях Русской платформы. Доломиты слоистые, первичные и, как общее правило, заключают морскую фауну. Нередко фауна носит следы угнетения: она однообразна по составу, а особи уменьшенных размеров. Это объясняется тем, что доломиты выпадали на громадных плоских подводных отмелях в условиях сильного солнечного прогревания морских вод днем и резкого их охлаждения ночью. Подобное осаждение доломитов в настоящее время происходит на отмелях Багамских островов.

На востоке Русской платформы и Западном Урале, так же как и в среднем девоне, среди известняков встречаются пачки сильно битуминозных горючих сланцев и кремнистых известняков. Они

⁴ Атлас карт угленакопления на территории СССР. М.; Л., 1962.

выделяются под названием «доманик» в среднефранском подъярусе и «доманиковых толщ» — в других горизонтах. Анализ очень своеобразной фауны пелеципод доманика позволяет установить, что при жизни они прикреплялись к водорослям. Соответственно области накопления доманика представляются как изолированные застойные впадины с малоподвижной водной средой и заросшие водорослями.

Геосинклинальные моря верхнего девона распространены примерно в тех же пределах, что и в среднедевонское время, хотя граница Уральской геосинклинали несколько сдвигается к востоку. Эти моря, как и среднедевонские, отличаются почти полным отсутствием рифовых массивов.⁵ Известные массивы, например в долине р. Миньяра, на южном Урале, невелики по размерам и имеют мощность в несколько десятков метров.

В геосинклинальных морях восточного склона Урала и Центрального Казахстана, так же как и в среднем девоне, продолжают отлагаться кремнистые толщи. Они приурочены к областям вулканических проявлений, с которыми в свою очередь связаны месторождения марганцевых и железных руд.

Вулканическая деятельность по сравнению с нижним и средним девонem в верхнем девоне несколько ослабевает,⁶ хотя на восточном склоне Урала, в Центральном Казахстане и Алтае распространена все же достаточно широко. Помимо этого очаги вулканизма отмечаются также в хребте Сетте-Дабан, в бассейне р. Омолона и севернее р. Ожогины.

Климат в верхнем девоне также продолжает оставаться жарким и на большей территории сухим. Свидетельством этого являются красноцветные, соленосные и гипсоносные толщи, широко развитые среди верхнедевонских отложений. Периодически создавались условия повышенного увлажнения, что в совокупности со всеми другими факторами создало условия, благоприятные для накопления углистых осадков.

Приведенный выше краткий очерк палеогеографии среднего и верхнего девона далеко не отражает всего разнообразия обстановок девонских материков и морей. Очерк касается только основных явлений далекого геологического прошлого, наиболее интересных для понимания условий древнейшего на Земле девонского угленакопления.

⁵ Верхнедевонские рифы в настоящее время выявлены не только на Урале, но и на Русской платформе; мощность слагающих их известняков и доломитов достигает 400 м (Колво-Вишерский край). (Прим. сост.).

⁶ Как показывают исследования последнего времени, во франском веке вулканическая деятельность местами усилилась. (Прим. сост.).

Сто лет прошло со дня рождения Владимира Афанасьевича Обручева, много лет прошло со дня его смерти, много десятилетий — со времени его поразительных путешествий по Центральной Азии, когда он впервые изучал лёсс и выдвинул золую теорию его образования. С тех пор написаны сотни работ, больших и маленьких, обоснованных и необоснованных, добросовестных и легковесных. В подавляющем их большинстве так или иначе восставали против золотой теории, показывали ее несостоятельность. Этих работ было так много, что одно время казалось, будто с золотой теорией покончено. На сторонников золотой теории смотрели, как на зубров из Беловежской пуши, а в отношении самого В. А. Обручева говорили: «И у великих людей бывают ошибки молодости».

На Владимира Афанасьевича вся эта литература, все разговоры действовали мало, а чаще вообще не действовали. Иногда приводившиеся интересные и бесспорные факты он принимал и допускал, что в некоторых областях для отдельных пачек в лёссовых толщах водное происхождение несомненно. Но он всегда считал, что эти факты имеют частное значение и не только не опровергают, но даже подчеркивают золотое происхождение основных масс лёсса. Это мнение он неоднократно высказывал, и оно остается справедливым и в настоящее время.

Как же следует подходить к золотой теории с позиции современной науки?

Водная теория никогда не сможет объяснить два комплекса явлений, имеющих мировое распространение. Первый из них — это плащевое распространение толщ лёсса в предгорьях. Они одинаково развиты и в речных долинах и на водоразделах. Нередко на водоразделах и в верхних частях склонов речных долин лёсс имеет наибольшую мощность и выражен наиболее типично. Получается, что там, где деятельность водных потоков, и в частности речных вод, наиболее слаба и даже отсутствует, лёсс достигает максимальной мощности и обладает типичным составом. Там, где деятельность речных вод наиболее сильна в речных долинах, мощность лёсса резко падает и он обогащается посторонними грубозернистыми элементами. Там, где деятельность речных вод особенно активна и наиболее ясно выражена в речных поймах, типичный лёсс фактически отсутствует. Мне много приходилось изучать среднеазиатские реки и их отложения, но я не помню такого места, где речная пойма была бы сложена типичным лёссом.

Факт образования золотых песков в наших пустынях за счет выдувания речных отложений сейчас общепризнан и не вызывает сомнений. Речные отложения, слагающие дно бассейнов наших пустынь и засушливых областей, обладают значительной тонкозернистостью. Частицы песка слагают всего 20—50 % осадков

¹ В кн.: К 100-летию со дня рождения Владимира Афанасьевича Обручева. М., 1963, с. 79—92. (Очерки по истории геол. знаний; Вып. 12).

наших среднеазиатских рек. В широко распространенных буроватых и палевых суглинках осадков Амударьи 50—80 % алевритовых частиц. При выдувании этих суглинков ветрами, постоянно дующими в пустынях и нередко достигающими огромной силы, образуются громадные массы эоловых песков, покрывающих поверхность пустынных и полупустынных равнин. Но материал этих песков слагал всего 20—50 % речных отложений. Куда же девались остальные 50—80 %, также унесенные ветром? На этот вопрос сторонники водной теории ответить не могут. Однако это принципиально важная проблема. Поскольку пылеватые частицы не отлагаются ветром в пределах пустынь, значит они выносятся за их пределы, в предгорья. Здесь сила ветра резко ослабевает и пылеватые частицы оседают везде: и на водоразделах, и в долинах, образуя сплошной покров лёсса. В речных долинах и нижних частях их бортов лёсс быстро перерабатывается водой и, вновь отлагаясь, образует те отложения, которые и считаются водным лёссом. Количество их значительно уступает массам эолового лёсса.

Остановимся теперь на отдельных стадиях лёссообразования. Первая стадия совпадает с эпохами оледенения: в Средней Азии — горного, на Украине — равнинного. Мощные толщи льда, перетирая свое ложе и моренный материал, образуют колоссальные количества тонкозернистого материала. Он немедленно подхватывается ледниковыми потоками и в виде ледниковой мути уносится реками вниз на равнину. Часть его отлагается по периферии подножий, но большая часть сносится мощными реками Амударьей и Сырдарьей далеко вниз по равнинам. Блуждание русел этих рек по равнинам достигает громадных размеров и в результате почти вся поверхность аллювиальных равнин нашей Средней Азии оказывается сложенной речными отложениями. Уже неоднократно отмечалось, что основание наших величайших пустынь, Каракумов и Кызылкумов, сложено речными отложениями. Выдувание этих отложений и создает необозримые пространства, покрытые эоловыми песками, а в предгорьях — неменьшие покровы лёсса.

Отложения рек наших пустынь неоднократно изучались и описывались. Сводка данных приведена мною в «Учении о фациях» (1956 г.). Среди осадков резко преобладают буровато-желтые, желтовато-серые и палевые суглинки, слагающие пойменную террасу Амударьи и Сырдарьи. По внешнему виду и составу они близки к лёссу, но никто и никогда не называл их лёссом. Для того чтобы получить из них лёсс, надо переветать их, отсортировать, удалить все песчинки, галечки и другие примеси. Эта операция производится ветром уже во вторую стадию образования лёсса.

Вторая стадия — выдувание речных отложений, происходящее не только в долинах рек, но и на всей поверхности щебнистых и глинистых пустынь, затем — перенос ветром алевритовых и глинистых частиц и, наконец, отложение алевритовых частиц по склонам предгорий, окружающих пустыню. Куда уносятся гли-

нистые частицы, где и в виде чего они отлагаются — мы пока не знаем, да и вообще об этом не думаем.

Выдувание речных отложений описывалось неоднократно, и нет нужды здесь останавливаться на этом вопросе. Надо только отметить, что сортирование, переивание происходит тут же, у места выветривания. Части песка и галечки остаются сначала почти на месте, но алевритовые и глинистые частицы немедленно уносятся вдаль. Последующие порывы ветра передвигают и частицы песка до уже существующих песчаных бугров. Галечки передвигаются только сильными бурями и ураганами. Они концентрируются в понижениях и впадинах между песчаными буграми и барханами. Количество алевритовых частиц, переносимое обычными ветрами, которые не столько транспортируют, сколько сортируют их, сравнительно невелико, однако мощные песчаные бури переносят громадные количества не только алевритовых, но и песчаных частиц и на громадные расстояния. Таким образом, перенос идет непрерывно, но с резкими усилениями во время бурь. Эти усиления вызывают образования неясной слоистости в лёссе.

Важно отметить, что во вторую стадию лёссообразования происходит не только накопление, но и размывание. Размывание так же своеобразно, как и накопление. Оно производится преимущественно дождевыми плещевыми потоками. Дожди снимают с лёссовых массивов пленку за пленкой, в то же время уплотняя их поверхность. Смываемые частицы сносятся на склоны водоразделов, а затем и в долины рек. Здесь в старицах, заводях и озерах алевритовые частицы снова оседают, образуя лёссовидные породы водного происхождения вблизи и одновременно с эоловым лёссом. Речные бассейны отличаются кратковременным существованием и быстро сменяются наземными равнинами. Поэтому и в толщах лёсса чередование эоловых и водных пачек вполне возможно, но далеко не обязательно. Фактически выдувание речных отложений, обогащенных ледниковой муťou, перенос ветром и отложение лёссовых частиц, а также смывание их дождевыми плещевыми потоками происходят одновременно. Это и является характерной особенностью второй стадии лёссообразования.

Третья стадия лёссообразования отличается прекращением приноса и накопления алевритовых частиц. Толщи лёсса разрушаются, уплотняются и наконец захороняются под другими отложениями. Погребенный лёсс сначала сохраняет свои особенности и легко узнается в ископаемом состоянии, например в антропогенных отложениях Украины. Сравнительно быстро он изменяется настолько, что теряет свои признаки и его перестают узнавать. Нижнеплейстоценовый и плиоценовый лёсс почти неизвестен. Возможно, что лёсс в эти эпохи не отлагался совсем, так как для его образования необходимо наличие больших областей регионального оледенения, горного или равнинного. Кроме того, к этим областям должны примыкать пустынные и полупустынные области, области выдувания и накопления эоловых песков. Наконец, должны быть области ослабления ветров и накопления самого лёсса. Та-

кое сочетание в истории Земли встречается сравнительно редко. Время существования такого сочетания непродолжительно. Вероятно, этим и объясняется редкое нахождение лёсса в ископаемом состоянии.

В заключение надо сказать, что проблема лёссовобразования стала сейчас значительно сложнее, чем семьдесят лет тому назад, когда В. А. Обручев проводил свои экспедиции в Азии. Сейчас мы знаем много фактов и явлений, которые ему были неизвестны. Тем удивительней, что основные положения и выводы, выдвинутые им, сохраняют полностью свою силу, свежесть и убедительность. В. А. Обручев всегда был исключительно точным и острым наблюдателем, а те явления природы, которые он видел, и их взаимосвязи были фундаментом его построений и выводов. Наши наблюдения в природе и сейчас не оставляют сомнений в эоловом происхождении основных масс лёсса Азии. Нам, его ученикам и последователям, остается только развивать и разрабатывать те положения, которые были выдвинуты В. А. Обручевым так давно и которые он защищал всю свою долгую жизнь стойко и мужественно.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СФЕР ЗЕМНОГО ШАРА¹

Атмосфера, гидросфера и литосфера, казалось бы столь различные, столь обособленные, на самом деле непрерывно воздействуют друг на друга. Они обособлены лишь в тех случаях, когда не движутся. Только в «мертвый» штиль воздух недвижно висит над морем и при зеркальной поверхности оно не разрушает сушу. Но достаточно подуть легкому ветерку, и на поверхности моря образуются волны. Ветер срывает их гребни, и воздух обогащается частицами воды. Проходя над сушей, ветер поднимает в воздух разнообразные твердые частицы, и прежде всего пыль.

Ветерок переходит в шторм и ураган; количество воды, поступающей с моря в воздух, увеличивается во многие десятки раз. Громадные массы воды переносятся на сотни и тысячи километров. На поверхности Земли, особенно в засушливых областях, возникают страшные песчаные и пыльные бури. За два—три дня они переносят десятки кубических километров пыли и песка.

Самое большое поглощение воздухом жидких и твердых частиц происходит во время смерчей, обладающих иногда сверхзвуковыми скоростями. Проходя над небольшими прудами, смерч засасывает в себя всю грязь с их дна, всю воду, со всеми животными и растениями.

Таким образом, обычное определение ветра как движения воздуха неточно. Ветер — это движение воздуха, содержащего большее или меньшее количество жидких и твердых частиц.

Удельный вес ветра больше удельного веса воздуха, причем разница иногда значительна. Поэтому при использовании мате-

¹ Вест. АН СССР, 1969, № 10, с. 14—18.

матических методов, нашедших широкое применение в метеорологии, для подсчетов давления ветра на различные предметы, в том числе и на самолеты, необходимо учитывать, что в ураганах и бурях, не говоря уже о смерчах, воздух содержит значительные количества воды и твердых частиц.

Хотя точные замеры и определения этих количеств не производились, известно, например, что пылевая черная буря 1960 г., в течение трех дней бушевавшая над Предкавказьем и югом Украины, перенесла 25 км³ чернозема (в виде пыли) и песка. Это — масса горного хребта длиной в 25, шириной в 1 и высотой около 1.5 км. Количество пыли в воздухе было так велико, что она затемняла Солнце, в результате чего временами наступала полная темнота.

Аналогичное явление неоднократно наблюдалось и во время других пыльных бурь. Сильный самум в пустынях Сахары несет такие массы пыли и песка, что становится трудно дышать. Известны случаи, когда лошади и верблюды задохнулись насмерть.

Во всех больших пустынях имеются громадные массивы золотых песков, тянущиеся на многие сотни, а иногда тысячи километров. Количество песка в этих массивах невообразимо велико, но весь он является результатом деятельности песчаных и пыльных бурь. Его с полным правом можно называть «ископаемым ветром».

Форма песчаных холмов указывает на направление ветра. Размеры их зависят от его силы и длительности. Наконец, форма песчаных поясов позволяет установить положение и размеры антициклонов, создающих пыльные и песчаные бури. Исследования в этой области кладут начало новой науке — исторической метеорологии.

Историческая геология существует давно и высоко развита. Ее современная форма — стратиграфия — имеет громадное научное и практическое значение. Давно существует также историческая география — в виде палеогеографии. Ее значение меньше, чем стратиграфии, которая служит ее базой, но все же весьма значительно.

Историческая океанология (палеоокеанология) как самостоятельная наука, к сожалению, пока отсутствует. Это в значительной степени обусловлено тем, что вода океанов и морей прошлого не сохраняется. Мы почти ничего не знаем о ее термическом режиме, солевом составе, ее движениях (течениях). Единственное, что сохранилось — это морские отложения и скелетные образования морских животных. Они содержат в себе обширнейший материал для палеоокеанологических построений, но он пока используется в основном лишь для возрастных определений и установления климатического режима.

Достаточно сказать, что даже такой, казалось бы, простой вопрос, как солевой состав древних океанов, почти не изучен. Это невероятно, но по сей день отложения мощностью в тысячи метров, протягивающиеся на огромные расстояния, одни исследователи считают глубоководными (батинальными и абиссальными),

а другие исследователи, в том числе и я, — континентальными отложениями прибрежных равнин. Это резкое расхождение объясняется тем, что, по мнению многих геологов и палеогеографов, не во всех морях обязательно имеется фауна, что могут быть глубоководные бассейны, протягивающиеся на тысячи километров, без глубоководной фауны.

Мы не знаем, когда образовался Атлантический океан, каким образом возникли Индийский и Северный Ледовитый океаны. Нам неизвестно, что представляет собой Средиземное море — океанский бассейн или внутреннее, эпиконтинентальное море.

Таких вопросов очень много, и это показывает, что наступило время создать палеоокеанологию как самостоятельную науку. В Институте океанологии Академии наук СССР должен быть не только отдел геологии моря, но и отдел палеоокеанологии. Понять море можно, только зная историю его развития.

Историческая метеорология — палеометеорология — тоже еще лишь начинает развиваться. Только одна область ее, палеоклиматология, привлекла к себе внимание. За последние годы появилось довольно много работ этого направления, но подавляющее большинство их написано геологами. Нет сомнения, что в ближайшие годы в палеоклиматологические исследования включатся и метеорологи. Это придаст работам необходимую полноту и поможет устранить неточности.

Кроме палеоклиматологии, в палеометеорологию входят другие дисциплины, например изучение систем ветров и общей циркуляции воздуха, изучение солнечной радиации. Весьма интересен и важен вопрос о периодичности метеорологических явлений. Поэтому вполне своевременна организация отделов палеометеорологии в наших ведущих метеорологических обсерваториях и институтах.

В физике атмосферы недостаточное внимание уделяется вихревым движениям. Если турбулентные движения более или менее хорошо изучены, а иногда даже имеют математическую характеристику, то вихревые, являющиеся их завершением, высшей формой, исследованы далеко не полно. В то же время они играют исключительно важную роль во взаимосвязях атмосферы, гидросферы, литосферы и даже биосферы. Замкнутые, сравнительно небольшие, компактные вихри, развитые в нижней части кучево-дождевых облаков, переносят на десятки километров морскую воду с живыми медузами, рыбами и крабами и пресную воду с лягушками и рыбами, которые живыми падают на землю из облака вместе с дождем. Нередки случаи, когда в облаке переносятся целые небольшие озера и пруды со всем их населением. Падая на землю, они занимают почти такую площадь, которую занимал сам пруд. Компактность переноса поразительна. В этом отношении заслуживает внимания дождь с гравием и крупнозернистым песком, недавно выпавший в Киеве в районе вокзала. Он шел на площади размером около одного квадратного километра. Наиболее удивителен дождь из серебряных старинных монет,

выпавший около Серпухова. Клад с монетами был поднят в облако смерчем в виде компактной массы. В таком же виде он находился в вихревом образовании в облаке и такой же компактной массой выпал из него вместе с дождем. Площадь, на которой деревенские мальчишки собирали выпавшие из облака монеты, была очень небольшой.

Давно известны, но мало изучены вихревые образования, спускающиеся из облака в виде воронок смерчей. Еще менее изучены башенные вихри, поднимающиеся вверх на несколько километров в виде столбообразных облаков и прорывающие материнское облако. Только благодаря башенным вихрям могут образовываться градины диаметром до 20—30 см. В одной из таких гигантских градины однажды была найдена наземная черепаха длиной больше 15 см, а в другой — небольшой карп. Известно также, что довольно крупные обледенелые обломки ветвей деревьев падали вместе с градом в Германии. Поднять на большую высоту такие тяжелые предметы и поддерживать их там, пока они не оледенеют, могут только вихревые образования. Нет сомнения, что они представляют наибольшую опасность для самолетов и планеров. Можно вспомнить, как несколько планеров попали в восходящий, башенный вихрь. Планеристы пытались спастись на парашютах, но их подняло вверх, в зону оледенения. Беспомощные люди замерзли насмерть.

Что это за образования — мы не знаем. Институту физики атмосферы Академии наук СССР было бы вполне своевременно создать специальный отдел для их изучения.

Последний вопрос — это катастрофические явления природы. Мы окружены медленными частыми непрерывно происходящими небольшими явлениями. Мы привыкли к ним, изучаем их, хорошо их знаем, и нам кажется, что они — самые главные, все определяющие в природе. Это существенная ошибка. Не менее, а иногда гораздо более важны большие редкие резкие и быстрые, часто катастрофические явления. Особенно большую роль играют катастрофические явления во взаимодействиях атмосферы, гидросферы и биосферы, в то время как роль эволюционных явлений в этих взаимодействиях, несмотря на их частую повторяемость, второстепенна, а нередко ничтожна.

Примером может служить перенос ветром жидких и твердых частиц и микроорганизмов. К сказанному в начале статьи можно добавить, что хотя поглощение смерчами воды, пыли и облаков качественно наибольшее, количественно совершаемый ими перенос невелик из-за их небольших размеров. Скорости ураганов и тайфунов хотя и меньше, чем смерчей, но достигают нескольких сотен километров в час. В центре урагана ветер срывает верхушки воды над морем в виде беловатой пелены. Переходя с моря на сушу, ураган уносит с собой на сотни километров морскую воду, покрывая пленкой соли стекла в окнах домов. Размеры ураганов громадны, они достигают 500—600 км в поперечнике. Количество переносимой ими воды поражает. Подсчеты показали, что оно

достигает десятков и сотен миллионов, а иногда нескольких миллиардов тонн.

Смерч 1879 г. в Канзасе поднял корову и перенес ее над лесом и речкой на несколько сотен метров. Там же другой смерч налетел на дощатое одноэтажное здание сельской школы, разнес его в щепки и поднял на воздух весь класс вместе с учительницей. Она описывала потом, как летела в воздухе и пыталась схватить детей, вращавшихся вокруг нее. Учительница и многие дети отделились небольшими ушибами, но 13 учеников погибли.

В Москве в 1904 г. смерч поднял в воздух городовых и пожарника, дежуривших на улице. Один мальчик пролетел около четырех километров и остался невредим.

Смерчи, проходя над морем, реками, озерами и болотами, засасывают в материнское смерчевое облако медуз, небольших рыб, крабов и лягушек. В облаках они переносятся нередко на десятки километров и падают на землю вместе с дождем, иногда невредимыми. Но во всех случаях длительность такого переноса небольшая и количество переносимых животных невелико.

Ураган не может поднять в воздух человека, он только сбивает его с ног и катит по земле, но небольшие предметы и животные легко переносятся им на многие сотни и даже тысячи километров. В 1954 г. ураган «Газель», проходя над Гаити, поднял в воздух куски бамбука, зеленые кокосовые орехи и раковины тропических гастропод весом около килограмма каждая. Все это вращалось в теле урагана три дня, прошло над морем более 1500 км и упало на землю в штате Северная Каролина, где бамбук и кокосовые пальмы не растут и тропических гастропод в море не бывает.

Если ураган перенес на 1500 км такие крупные предметы, то сколько же он может перенести микроорганизмов, диатомей, фораминифер, остракод! Когда-нибудь потом геолог, найдя их в ископаемом виде, наверно, скажет, что они появились благодаря морской трансгрессии.

Другим примером взаимодействия атмосферы, гидросферы и литосферы во время катастрофических явлений служит абразия — разрушение суши морем, прибоем. Считается, что абразия — это взаимодействие гидросферы и литосферы, происходящее в обычных условиях. Такое представление по существу неверно. Само по себе море не может разрушать сушу. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно прийти на берег моря в штилевую погоду. Его зеркальная, гладкая поверхность никакого разрушения не производит. Для этого необходим прибой, волны, а для их образования в свою очередь нужен ветер. Мало того, в зоне прибоя волны всегда содержат песчинки, галечки, а иногда и крупные каменные обломки. Таким образом, абразия производится действием газообразных, жидких и твердых частиц. В ней принимают участие атмосфера, гидросфера и литосфера.

Многие специалисты считают, что основная абразия происходит под действием обычных, небольших волн, вызываемых слабыми и умеренными ветрами. Это тоже не вполне верно. Такие

волны разрушают, да и то в незначительной степени, только обрывистые берега, вертикально спускающиеся в море. Детальное исследование берегов Англии, проведенное за последние годы, показало, что остальные типы берегов такими волнами не разрушаются. Илистые и песчаные берега, наоборот, даже намываются. Благодаря этому общая площадь Британских островов не сокращается, как это часто считают, а увеличивается.

Основное разрушение берегов всех типов происходит во время бурь, и чем они сильнее, тем значительнее разрушения. Тщательные наблюдения и замеры показали, что одна буря вызывает разрушения значительно большие, чем те, которые производит обычный прибой в длительные промежутки времени, отделяющие одну бурю от другой. Нередко и эти промежутки не так уж велики. Результаты катастрофических явлений во много раз превышают результаты, вызываемые явлениями обычными, но, конечно, объяснять все изменения берегов только одними катастрофами было бы также неверно. Разрушать может каждое движение воздуха и воды, как бы слабо оно ни было.

В заключение надо отметить, что катастрофические движения в атмосфере и гидросфере изучаются далеко не достаточно. Пыльные бури приносят неисчислимый вред народному хозяйству, но у нас нет ни одной обсерватории, ни одного института, которые концентрировали бы свою работу на их изучении. Следует надеяться, что этот недостаток в ближайшее время будет исправлен.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРЫВОВ¹

Перерывы в осадконакоплении представляют наименее изученную область стратиграфии. Это вполне понятно. Стратиграфы привыкли изучать отложения, осадки, и изучают их неплохо. Но во время перерывов нередко никаких отложений не образуется. Изучать приходится такие явления, которые чужды нашим стратиграфам, которые они просто не умеют изучать. А в то же время число проблем, и крупных и мелких, значительно. Сейчас мы остановимся только на некоторых из них.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СКРЫТЫХ ПЕРЕРЫВОВ

Основной, важнейшей проблемой является резкое несоответствие цифр абсолютного возраста с цифрами длительности действительного существующего сейчас осадконакопления. Абсолютный возраст приблизительно в десять раз больше длительности осадконакопления. Абсолютный возраст палеозоя, мезозоя и кайнозоя сейчас установлен в 600² млн. лет. Из них на осадконакопле-

¹ В кн.: Этюды по стратиграфии. М., 1974, с. 10—21.

² 570 млн. лет. (Прим. сост.).

ние достаточно 60 млн. лет. Куда же девать остальные 540 млн. лет? Ответ пока может быть только один — на перерывы в осадконакоплении.

Объяснять это резкое различие ошибками при установлении абсолютного возраста нельзя. Наблюдения и определения проводятся сотнями специалистов во многих десятках лабораторий, разбросанных по всему свету. Разговор может идти только о порочности всех разнообразных методов, применяющихся в настоящее время. Геохимики категорически отвергают возможность такой порочности.

Наблюдения за скоростью современного осадконакопления также многочисленны и бесспорны.

Наиболее поражающим примером служат скорости накопления эффузивных толщ. Эти толщи нередко достигают мощности в несколько тысяч метров и соответствуют промежутку времени в несколько миллионов, а иногда десятков миллионов лет. Распространено мнение, что накопление таких толщ представляет длительный, постепенный, идущий без перерывов процесс. Это мнение, конечно, представляет грубую ошибку, основанную на полном незнании или пренебрежении данными современной вулканологии. Все мы знаем, что современный вулканизм представляет прерывистый процесс. Кратковременные, катастрофические извержения чередуются с эпохами покоя. Очень важно, что длительность извержений в десятки, а иногда сотни и тысячи раз короче эпох покоя, их разделяющих. В то же время мощность отложений, образующихся во время извержений, в сотни и тысячи раз больше мощности осадков, возникающих в эпохи перерыва. Соответственно скорость их накопления громадна. Достаточно вспомнить южноамериканский вулкан Парикутин. Он возник из трещины, пересекавшей поле крестьянина, когда тот пахал его, и сейчас представляет солидную гору высотой более 1500 м. Сейчас он прекратил расти и на его поверхности образуется слой почвы ничтожной мощности.

Возьмем другой пример — извержение вулкана Везувий, во время которого пеплом были засыпаны города Помпеи и Геркуланум. Длительность извержения — несколько дней, мощность слоя пепла — до 10—12 м. Извержение было около 2000 лет тому назад. За это время на поверхности пепла образовался слой почвы, появилась растительность — сады, поля, луга. Следующий выброс вулкана перекроет эту почву новым слоем пепла, опять мощностью в несколько метров. Такой же слой почвы уже образуется на склонах вулканов Парикутин, Катмай на Аляске и многих других. Нет сомнения, что такие же слои почвы возникали и погребались и на склонах вулканов прошлого. Они и будут соответствовать тем громадным промежуткам времени, которые разделяют вулканические извержения.

Эти слои почвы в ископаемом виде мы, конечно, видим, но не узнаем. Прежде всего это объясняется тем, что нам и в голову не приходит, что такие прослой ископаемых почв вообще суще-

ствуют. Мы их видим, но не знаем, что это почвы. Кроме того, изучение и нахождение ископаемых почв представляют сложную и трудную задачу, даже когда их ищешь сознательно и специально.

В результате эпохи перерывов исчезают, мы их не видим, и их с полным правом можно назвать «скрытыми перерывами». Скрытые перерывы в эффузивных толщах особенно многочисленны и распространены, но они, конечно, существуют и в других толщах.

В ряде областей петрологи пытаются найти в эффузивных толщах так называемые центры извержения, попросту говоря, вулканические конусы. Ясно, что для нахождения вулкана надо найти его поверхность, а на этой поверхности должна быть ископаемая почва. Как она может выглядеть? Все зависит от степени разрушения. В целом в современном виде почвы почти не сохраняются. Иногда заметна углистость, встречаются растительные остатки, остатки фауны. Чаще всего сохраняются только неорганические скелеты почвы, а вся органика исчезает. В таком состоянии почва представляет неправильный, выклинивающийся или утолщающийся пласт песчано-глинистой породы небольшой мощности, порядка десятков сантиметров, иногда больше или меньше. Порода неслоистая, неоднородная, несортированная, то более песчанистая, то более глинистая. Цвет обычно серый, темный, красноватый, реже пестрый. Нахождение таких прослоев, иногда всего в несколько сантиметров мощности, среди километровых толщ вулканогенных пород представляет нелегкую задачу, но все же вполне выполнимую. Надо только поискать повнимательней, особенно там, где можно ожидать поверхность вулкана, лавовых потоков и туфогенных покровов.

У подводных вулканов и вулканогенных образований поиски прослоев перерыва облегчаются морской фауной, особенно микрофауной. Все остальное остается таким же, как у наземных вулканов. Прослой перерыва часто обогащаются карбонатами и сложены мергелями и известняками с морскими микроорганизмами.

В тех случаях, когда перерывы вызываются поднятием рифов выше уровня моря, на их поверхности образуются прослойки и линзочки почв таких же, как и на вулканах. Вообще связь вулканических конусов с рифами представляет распространенное явление. На склонах вулканов, высящихся среди южных морей, очень часто возникают береговые и кольцевые рифы.

За последние десятилетия необыкновенное развитие получили подводные исследования, особенно при помощи аквалангов. Было поднято громадное количество разнообразных, точно датированных предметов, покрытых известковой коркой; была подсчитана мощность корки на больших предметах на морском дне. Эти подсчеты показали, что отложение извести происходит очень быстро. Цифра 2 см за столетие — не преувеличение. В ряде случаев она значительно больше. Если принять ее как среднее, то для образования рифового массива мощностью 400—600 м потребуется 2—3 миллиона лет. В то же время ископаемые рифы

соответствуют значительно большим промежуткам времени. Нередки массивы, начинающие возникать в лудлове, растущие весь нижний девон и отмирающие в конце эйфеля, мощностью 400—600 м. Они соответствуют промежутку времени, равному не менее 40 млн. лет. На рост каждого такого рифа идет 2—4 млн. лет и 36—38 млн. лет приходится в таком случае на перерывы в рифообразовании; цифры меньшие, чем для эффузивных толщ, но весьма значительные. Важно, что и эти перерывы — скрытые. При изучении рифовых массивов, и современных и ископаемых, перерывы почти никогда не наблюдались, и поиски их представляют задачу будущего.

Одно можно сказать уже сейчас, это то, что поднятия и опускания рифовых массивов, вызывающие перерывы в рифообразовании, происходят быстро и часто. Число скрытых перерывов может быть значительным.

Еще более возросло число наблюдений над скоростью образования терригенных отложений. Они все неизменно показывают цифры, во много раз меньшие, чем цифры абсолютного возраста. И здесь проблема скрытых перерывов стоит во весь рост.

Как пример можно взять разрезы верхнего девона западного склона Южного Урала. В его средней части в долинах рек Рязуяк, Зилим и Инзер наблюдается нормальная последовательность, установленная давно в Западной Европе. На горизонте с *Gephyroceras* лежит горизонт с *Manticoceras*, а на нем — с *Cheiloceras*. Иногда в верхней части мантикоцерового горизонта выделяется небольшая пачка в несколько метров — слои с *Koenenites*. В нескольких десятках километров севернее, в долине р. Ай, происходит совершенно неожиданное изменение разреза. На мантикоцеровом горизонте лежит устькатавская свита мощностью около 200 м, на ней — гремячинская свита — доломитизированные известняки с *Cyrtospirifer archiaci* мощностью до 400 м, а на ней — слои с нижнехейлоцеровыми гониатитами. Между хейлоцеровыми и мантикоцеровыми слоями, которые должны лежать друг на друге, появилась толща брахиоподовых известняков мощностью 600 м. Абсолютный возраст этой толщи около 5 млн. лет. Она соответствует верхнефранскому и нижнефаменскому подъярусам. Наиболее простое объяснение появления этой толщи — скрытый перерыв между мантикоцеровыми и хейлоцеровыми слоями. Длительность перерыва — около 5 млн. лет.

Это объяснение может встретить ряд возражений. Наиболее существенное из них — это отсутствие гониатитовых фаун, которые могли бы соответствовать промежутку в 5 млн. лет. Таких фаун нет ни на Урале, ни в Западной Европе.

Весьма важным указанием на скрытые перерывы служат резкие значительные принципиальные изменения в составе фауны. Иногда у подстилающих и покрывающих слоев нет ни одного общего вида. Такие изменения, конечно, требуют времени для своего образования, а в разрезе нет отложений, которые могли бы соответствовать этому времени.

Например, на том же Южном Урале на западном склоне нижнетурнейские отложения сменяются верхнетурнейскими без видимого литологического перерыва, а в составе их фаун нет почти ни одного общего вида. Только сейчас удалось установить, что местами верхнее и нижнее турне обособлены небольшой пачкой континентальных песчаников и глин, которую я предложил называть ряужякскими слоями.

Здесь же, на Ряужяке, еще Б. П. Марковским установлено налегание слоистых нижефранских известняков на такие же известняки с верхнеживетской фауной. Опять у этих фаун нет почти ни одной общей формы. И в этом случае существование скрытого перерыва доказывается наличием в прилегающих разрезах континентальных пашийских слоев — основного нефтепроизводящего горизонта Волго-Уральской области.

Нельзя забывать, что любое изменение фауны требует времени и чем изменение больше, тем больше и промежуток времени, ему соответствующий.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМЫХ ПЕРЕРЫВОВ

По существу скрытые и видимые перерывы тождественны. Различие заключается только в том, что у скрытых перерывов нет отложений перерыва и нет видимого различия в возрасте предшествовавших и следовавших отложений. В разрезах эти отложения кажутся неразрывно связанными друг с другом.

Один и тот же перерыв в одних областях может быть скрытым, а в соседних — видимым. Выше приводились примеры таких перерывов между нижним и верхним турне и между живетским и франским ярусами на Южном Урале.

Длительность видимых перерывов не менее загадочна, чем скрытых. Нет сомнения, что отмечавшееся выше различие в длительности абсолютного времени и скорости осадконакопления в значительной степени может объясняться и видимыми перерывами. До сих пор нет ни одного перерыва, длительность которого была бы определена абсолютным возрастом предшествовавших и следовавших отложений и даже хотя бы возрастом отложений самого перерыва.

Даже метод определения длительности перерыва по возрасту предшествовавших и следовавших отложений нередко глубоко порочен, особенно для перерывов большой длительности. Остановимся на двух классических примерах: перерыве между голоценом и докембрием на Кольском полуострове и между юрой и средним карбоном в Подмоскowie.

Допуская, что на Кольском полуострове и вообще на Скандинавском массиве перерыв длился начиная с верхнего докембрия и кончая голоценом, и изображая на всех палеогеографических картах Кольский полуостров как область разрушения, мы делаем грубейшую ошибку. Эта ошибка заключается в полном непонима-

нии эрозии, того разрушения, о котором мы сами говорим. Допуская разрушение, мы сейчас же должны указывать, что разрушалось. Один воздух разрушаться не может. В тех разрезах, в которых голоцен лежит на самых молодых докембрийских отложениях, совершенно ясно, что разрушался не докембрий, а более молодые толщи, во всяком случае, палеозой. Открытие палеозойских отложений в Печенгском районе и прилегающих частях Северной Норвегии делает возможным существование морского мезозоя, в частности морской верхней юры и нижнего мела. Весьма вероятно, почти несомненно, что эрозия, вскрывшая современные массивы докембрия, происходила не древнее верхнего мела, а скорее всего в антропогене, в плейстоцене. Длительность перерыва была не 600 млн. лет, а не более одного миллиона лет. Скорость эрозии такова, что за миллион лет могут быть уничтожены громадные толщи. Еще более вероятно, что существовало несколько перерывов, несколько эпох континентального режима, как и на основной части Русской платформы. Первая эпоха — неоген — антропоген, вторая — верхний триас—нижняя юра, третья — верхняя пермь—нижний триас, четвертая — силур—нижний девон.

Второй классический пример псевдодлительного перерыва — это налегание верхней юры на средний карбон в мячковских каменоломнях под Москвой. Обычно длительность его определяют как промежуток времени между средним карбоном и верхней юрой, т. е. многие десятки миллионов лет. Это опять грубая ошибка. За такой промежуток что-то должно разрушаться и это «что-то» должно быть солидных размеров. Нет сомнений, что в Подмосковье был верхний карбон, нижняя и верхняя пермь и нижний триас, так же как и на прилегающих частях Русской платформы. Перерыв в осадконакоплении мог быть только в среднем и верхнем триасе и нижней юре, и этот вывод должен найти отражение в палеогеографических картах.

Мы рассмотрели только два длительных перерыва, но их можно привести многие десятки, и во всех повторяется та же ошибка — полное пренебрежение разрушением. На ряде палеогеографических карт изображаются одни и те же области разрушения, существующие несколько периодов, т. е. многие десятки, а иногда и сотни миллионов лет и самое поразительное — их изображают почти одинаковыми контурами. Совершенно ясно, что за десятки миллионов лет, соответствующих периоду, любая область разрушения должна полностью разрушиться, исчезнуть и во всяком случае значительно изменить свое очертание. На картах же они переходят из одного периода в другой не изменяясь.

Перейдем к более кратким перерывам, умещающимся в пределах одного периода и даже одного яруса. Наиболее часто встречающейся ошибкой при определении таких перерывов является помещение их между соприкасающимися стратиграфическими подразделениями. Говорят «перерыв между девоном и силуром, между живетским и франским ярусами, между нижним и верхним турне». Ошибка заключается в том, что между девоном и силуром,

живетским и франским ярусами, нижним и верхним турне никакого промежутка времени нет, они непрерывно переходят друг в друга. А раз нет промежутка времени, то не может быть и перерыва. Перерыв может быть или в конце силура или в начале девона, в конце живетской эпохи или в начале франской, в нижнетурнейское время или верхнетурнейское. Для перерыва нужно время, а об этом нередко забывают.

Точно так же нельзя говорить, что складчатость произошла между силуром и девоном или между силуром и девоном произошло резкое изменение фауны. Складчатость происходит в конце девона или начале силура; в это же время изменяется фауна. Можно сказать — в конце силура — начале девона, это тоже не будет ошибкой.

Перерывы, складчатости, изменения фауны обычно связаны с началом нового, молодого события. Поэтому правильнее всего относить их к более молодому периоду, в данном случае — к девону. Тогда перерывы, тектонические движения, изменения фауны — все будет нижедевонскими.

Что касается длительности этих эпох, и в частности перерывов, то положение остается прежним. Цифры абсолютного возраста в несколько раз больше цифр, требующихся для осадконакопления. Опять их можно объяснить только за счет перерывов.

Длительность верхнего девона на Урале не менее 10 млн. лет. На образование всех отложений, его слагающих, требуется не более 2 млн. лет. Остающиеся 8 млн. лет падают на перерывы. Длительность их получается в 8 млн. лет. Естественно, что за этот громадный промежуток времени могут произойти значительные тектонические движения и большие изменения фауны.

Последние очень интересны, и мы остановимся на них детально.

ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ВО ВРЕМЯ ПЕРЕРЫВОВ

Остановимся на сравнительно небольших перерывах, являющихся частью яруса или горизонта. Как примеры возьмем перерывы в начале франского яруса, в начале верхнего турне, в начале визейского яруса и в понтическую эпоху.

В начале франского века почти по всему западному склону Урала и во всей Волго-Уральской области отлагались пачки красных и пестроцветных песчаников и глин с растительными остатками, получившие название пашийской свиты. Мощности этой свиты невелика, обычно не более 20—30 м, чаще — меньше, но в ее состав входят рыхлые пористые песчаники — основной нефтеносный горизонт всей области. Морская фауна отсутствует, и пашийская свита является типичным наземным образованием, типичными отложениями перерыва. Благодаря своей нефтеносности они детально изучены: их подстилает верхнеживетский чеславский горизонт и покрывает нижнефранский кыновский горизонт. Фауна этих горизонтов резко различна. Различия эти общеизвестны. Наиболее

важное — вымирание таких распространенных родов, как стрингоцефалы, унциты, хаскоширисы, энантиосфены, эльмарины, появление новых — ухтоспириферов, циртоспириферов и других родов. Достаточно сказать, что у этих фаун почти нет общих видов.

Намечается следующая последовательность: в чеславское время весь Урал и вся Волго-Уральская область покрыты морем с богатейшей своеобразной фауной; в пашийское время они становятся сушей, море уходит, с ним уходит фауна; в кыновское время море ингрессирует; снова все перекрыто морем, но уже с совершенно иной фауной, почти не содержащей общих видов с чеславской фауной.

Возникает вопрос: куда уходит чеславское море, где оно существует в пашийское время и как называются его отложения с фауной, промежуточной между чеславской и кыновской? Кажется бы, ответ на эти вопросы прост: в областях, окружающих Урал и Волго-Уральскую область. На самом же деле перед нами загадка, которую мы еще не знаем как разгадать; по существу одна из крупнейших загадок современной стратиграфии. Все окружающие области сейчас мы знаем хорошо, не хуже, чем Урал и Волго-Уральскую область, но нигде нет таких отложений, которые содержали бы переходную фауну, одновременную с пашийским перерывом. А такие отложения с переходной фауной должны быть обязательно. Очевидно, они есть, мы их видим, но не умеем распознавать, относя то к чеславскому горизонту, то к кыновскому.

Совершенно то же повторяется в турнейскую эпоху. В нижнем турне весь Урал покрыт морем с богатейшей и своеобразной фауной. В начале позднего турне море уходит и образуется аллювиальная равнина, на поверхности которой отлагаются красноцветные континентальные песчаники и глины небольшой мощности, для которых я предложил название «рязьякские слои». Возникает перерыв, по-видимому, значительной длительности, такой же, как и в начале франской эпохи. После него, в кизеловское время море снова ингрессирует на Урал, но фауна его резко отлична. Например, из 80 видов продуктид, найденных в турне Урала, у нижнетурнейской и верхнетурнейской фаун нет ни одного общего вида. Это относится и к другим группам.

Снова возникают те же вопросы: куда ушло нижнетурнейское море, где находятся отложения с фауной, переходной между нижне- и верхнетурнейскими. Они должны находиться где-то близко от Урала, скорее всего на Русской платформе, но там таких фаун мы не знаем, возможно, еще не умеем выделять. Загадка повторяется в полной силе.

Переходим к третьему перерыву в основании нижнего визе, точнее — западноуральского горизонта. Косьвинский горизонт я отношу к верхнему турне. Он отделен от визе рассматриваемым перерывом, который вызывает резкое различие их фаун. С кизеловским горизонтом он не только тесно связан, но местами замещает его по простирацию.

Третий перерыв по сравнению с первым и вторым отличается некоторыми особенностями. Наиболее важная из них — это накопление на громадных площадях мощных терригенных толщ. Эти толщи в Караганде, по всему восточному склону Урала, в Кизеловском и Подмосковном бассейнах являются угленосными и содержат промышленные пласты угля.

На еще больших площадях терригенные толщи перерыва обладают небольшой мощностью, порядка от немногих десятков до нескольких метров, иногда десятков сантиметров. Пласты угля отсутствуют, но углистость широко развита.

Благодаря широте распространения терригенных толщ даже при небольшой их мощности количество обломочного материала, заключенной в этих толщах, громадно. Интересно, к тому же, что почти исключительно в них развиты тонкозернистые осадки — глины, мергели, алевроиты; реже встречаются крупнозернистые пески, брекчии и конгломераты обычно отсутствуют, свидетельствуя о переносе обломочного материала на большие расстояния медленно текущими реками.

Если учесть мощность и площадь распространения угленосных толщ и углистых пачек, то получаются исключительно большие цифры, почти глобальных размеров. Эти цифры могли получиться только за счет таких же громадных цифр разрушения. Во время перерыва где-то происходили поднятия, сравнительно небольших размеров, но охватывавшие большие площади. Где располагались эти площади, мы пока не знаем. Громадное количество кварца указывает на разрушение магматических и метаморфических толщ докембрийского возраста.

Для угленосных толщ восточного склона Урала и Кизеловского бассейна несомненно принос с востока, так как на западе к угленосным толщам примыкают морские отложения того же возраста. Где-то в пределах Западно-Сибирской низменности и в северо-восточном Казахстане располагались поднимавшиеся массивы докембрия значительных размеров. За счет их разрушения и образовался материал для формирования толщ перерывов, в том числе и угленосных.

Менее ясен вопрос об источнике материала, образовавшего угленосные толщи и углистые пачки центральных областей Русской платформы. Возможно, что здесь шло разрушение поднимавшихся докембрийских массивов Скандинавии и Украины. Очертания этих массивов не совпадали с их современными очертаниями.

Перенос терригенного материала производился материковыми реками, по-видимому, значительно меньшими, чем современные гиганты. Размеры Кизеловской дельты сравнительно невелики. Нет больших дельт типа Донбасса и на восточном склоне Урала. Там реки тоже были небольшие, но их дельты, сливаясь, образовывали пояс угленакопления большой протяженности. Западно-Сибирский материк, с которого стекали эти реки, был недалеко от Урала и Караганды.

Менее ясен вопрос о переносе материала углистых континен-

тальных пачек перерыва небольшой мощности. Возможно, что они отлагались небольшими реками, мигрировавшими по поверхности обширной плоской и низменной аллювиальной равнины. Не исключен перенос сильными ветрами и бурями, несомненно свирепствовавшими над поверхностью полупустынной равнины.

Не менее интересен и сложен вопрос о длительности нижневизейского перерыва. В течение его отлагались угленосные толщи большой мощности, порядка многих сотен, а иногда и нескольких тысяч метров. Это происходило в течение длительного промежутка времени, но абсолютную длительность этого промежутка мы пока не знаем.

Мы знаем, что длительность всей визейской эпохи порядка 10—15 млн. лет, но не знаем, сколько миллионов пошло на перерыв и сколько на образовавшиеся после него морские толщи. Обычно мы считаем, что последующие толщи потребовали больше миллионов лет, чем перерыв, но не исключена возможность и обратного соотношения. Перерыв может быть в десять раз длиннее, чем время накопления морских толщ.

Интересно и изменение мощностей толщ перерыва, начиная с угленосных, переходя к небольшим пачкам, затем к небольшим прослоям и кончая разрезами, в которых они совершенно отсутствуют и перерыв становится скрытым. Во всех этих случаях длительность перерыва одинакова.

Наиболее сложен и труден вопрос о морской фауне, существовавшей во время перерыва. Сравнение фаун предшествовавшего козьвинского горизонта с фауной следовавшего устьилимского горизонта показывает, что они резко отличаются. Старые роды вымирают, появляются новые, видовой состав почти полностью сменяется, но где это все происходило, где располагалось море, соответствующее перерыву, мы не знаем. Однако можно сказать — на востоке и западе его не было. Наиболее вероятно, что оно располагалось на юге. Нет его и в стратиграфических разрезах, в виде особого подразделения. Мы знаем, что море, в котором козьвинская фауна изменилась в устьилимскую, существовало, но где оно располагалось, неизвестно. Неизвестно, что это было за море, но оно несомненно существовало.

Совершенно такая же картина, но меньших масштабов, видна в соотношениях семилукского и воронежского морей с разделяющей их петинской континентальной толщей. В средней части Русской платформы существовало семилукское море с богатой и разнообразной «общезвестной фауной». Затем произошел перерыв, образовалась аллювиальная низменная равнина, на ее поверхности стали отлагаться петинские слои мощностью в несколько метров. Затем равнина опускается, вновь ингрессирует море, но уже с воронежской фауной, у которой нет почти ни одного вида, тождественного с семилукской. Опять те же вопросы: какой длительности был петинский перерыв, где в его время было море, как это море называлось и какая фауна в нем жила.

Центральные области Русской платформы сейчас детально

изучены, но, несмотря на это, мы ни на один вопрос, связанный с перерывом, не можем ответить.

Интересно, что в соседних областях петинский перерыв исчезает, становится скрытым. В разрезах лежит семилукский горизонт, на нем воронежский, и это рассматривается как непрерывный последовательный разрез, хотя фауны этих горизонтов по-прежнему резко различны.

В решении петинской загадки некоторый шаг вперед сделал А. И. Ляшенко, лучший знаток девонских фаун Русской платформы. В областях к востоку от бассейна Дона он выделил алатырские слои, по его мнению, одновозрастные с петинскими. Его построение не получило полного признания, так как он не показал повсеместное распространение алатырских слоев и недостаточно обосновал переходный характер их фауны.

Морской аналог петинских слоев, конечно, существует, и мы его видим, но определяем его фауну или как семилукскую, или как воронежскую.

Нам не хватает логики в наших построениях. Мы забываем, что если есть перерыв, то есть и промежуток времени, ему соответствующий. Этот промежуток имеет морские отложения, ему соответствующие, с переходной фауной. Эти отложения и фауны мы должны искать. Это не так просто, и наши стратиграфы и палеонтологи пока не умеют это делать. Они часто забывают о громадных промежутках времени, соответствующих перерывам.

Этот недостаток свойствен не только советским стратиграфам, но и стратиграфам всего мира. Время существует, и пренебрегать им недопустимо.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ ПЕРЕРЫВОВ

Суша, возникающая во время перерыва, конечно, имеет свои границы. Казалось бы, их легко отличить от моря, но скрытые перерывы делают это весьма трудным. Границы суши времени перерыва должны соприкасаться не вообще с морским бассейном, а с морским бассейном перерыва, одновременным с сушей. Нахождение таких бассейнов и представляет главное затруднение. Пока оно почти нигде не решено. Только для нижневизейского перерыва удалось найти одновременные с ним морские фауны в Магнитогорском районе на западном склоне Южного Урала и в Донбассе. Эти фауны заключены в слоистых известняках сравнительно небольшой мощности и характеризуются появлением ряда новых групп, в том числе таких руководящих, как *Gigantoproductidae* и *Lithostrotion*. Определяющей формой служит, по данным Л. М. Донаковой, *Connectiproductus probus* Rot., а на западном склоне *C. corrugatohemisphaericus* Vaugh. и *C. jasnensis* Rot., близкие к *C. probus* Rot., описанные мною.

Выделенный горизонт с *Connectiproductus probus* Rot. образовался одновременно с угленосной толщей Урала, для которой уже

принято название «западноуральский горизонт», хотя она гораздо больше развита на восточном склоне. Поэтому и горизонт с *C. probus* Rot. также должен называться западноуральским горизонтом, до изменения этого неудачного названия.

Выделение морских аналогов западноуральского горизонта и частичное установление его распространения на юге Урала и Русской платформы позволяют решить очень важный вопрос — направление сноса терригенного материала, слагающего нижневизейские угленосные толщи Урала. Этот снос по всему Уралу, включая и Кизеловский бассейн, шел с востока. На западе располагались или море, или аллювиальная равнина — область накопления.³

Как уже было сказано, громадное количество кварца в угленосных толщах указывает, что они образовались за счет разрушения метаморфических и кристаллических докембрийских отложений. Весьма вероятно, что эти отложения выходили, точнее слагали основную массу каледонских структур, развитых в северо-восточном Казахстане и Западно-Сибирской низменности.

Успешно решается один вопрос, но многие другие еще далеки от разрешения. На западном склоне Южного Урала известняки с *Connectiprudentus* лежат не на козьвинских известняках, как это происходит в Магнитогорском районе, а на континентальной пачке алатауской свиты. Эта пачка нередко сопоставляется с угленосной толщей и во всяком случае образовалась одновременно с ней. Поскольку известняки с *Connectiprudentus* являются самыми низами визе, то возможно, что лежащие ниже углистые глины и песчаники, аналоги угленосной толщи или ее части, относятся к турне. Может быть, вообще низы угленосной толщи западного склона относятся к турне, так же как это давно предполагается для угленосных толщ восточного склона.

Второй вопрос — длительность угленосного перерыва. Выше было сделано предположение о возможно очень большой длительности его. Если известняки с *Connectiprudentus* соответствуют всему перерыву, то длительность его не может быть большой. Мощность известняков небольшая, порядка десятков метров, и длительность их образований невелика. Следовательно, невелик и перерыв. Но мощность угленосных толщ, образовавшихся во время перерыва на громадной площади, достигает многих сотен метров. Опять непонятное противоречие.

Вообще время, длительность седиментационных явлений — один из труднейших вопросов стратиграфии. Мы уверенно и авторитетно орудуем цифрами в миллионы и миллиарды лет; эти цифры получают десятки лучших, великолепно оборудованных лабораторий по всему свету. Для одного и того же промежутка времени мы получаем десятки метров морских известняков и многие сотни, иногда тысячи метров угленосных толщ. Для этого же промежутка

³ Многие геологи считают, что терригенный материал в Кизеловский бассейн поступал с северо-запада по Камско-Кинельской системе прогибов.

геохимики дают миллионы и десятки миллионов лет, а мы, стратиграфы, не знаем, что с ними делать, куда их девать, как поместить их в существующие геологические разрезы.

Интересно, что мы не замечаем этого незнания, бессознательно стараемся забыть о нем и безмятежно орудуем миллионами и миллиардами лет, а куда девать их, особенно в докембрии, — полная загадка.

За последние годы еще худшее положение получилось с Луной. Мы определили, что породы, слагающие ее поверхность, имеют возраст в три с половиной миллиарда лет. Куда девать эти три с половиной миллиарда лет, какими процессами заполнять этот гигантский промежуток времени, об этом никто даже и не думает. На Земле эти три миллиарда мы с грехом пополам заполняем десятками километров земной коры, но на Луне этой коры нет. Может быть и самой Луны не было? И она образовалась совсем недавно? Тогда остается другой еще худший вопрос — почему Луна круглая, так же как и все планеты нашей Вселенной. Для того чтобы такое большое тело как Луна стало круглым, нужно время и много времени. Вообще получается, что время наше, обычное время, очень неудобная и таинственная вещь.

Вернемся, однако, к границам суши, возникающей во время перерывов. В первую очередь приходится отметить отсутствие карт, на которых эта суша, хотя бы границы ее были показаны. Каждое морское подразделение, даже самое небольшое, имеет такие карты. Для перерывов, даже длящихся миллионы лет, таких карт нет. О границах суши говорится только в самой общей форме. Даже для эпох угленакопления даются только прогнозные карты, на которых показаны не границы суши, а контуры областей угленакопления.

Пашийская свита имеет большое промышленное значение. Рыхлые песчаники и пески, входящие в ее состав, являются важнейшими коллекторами девонской нефти. Ее распространение изучено детально, но опять только там, где она имеет промышленное значение, — она показана на картах. Там, где она небольшой мощности, она не показана. Нет ее, конечно, и в скрытых перерывах, где она отсутствует. В результате карт, на которых была бы показана вся пашийская суша, независимо от строения самой свиты, — нет.

Еще хуже дело обстоит с второстепенными перерывами. Для них отсутствуют какие бы то ни было картографические данные. Иногда и перерыв вообще не замечается, как это было и даже еще есть с рязякским перерывом в начале верхнего турне. В 1925 г. я выделил на Южном Урале алатаускую континентальную свиту, залегавшую где-то в верхнем турне. Эта свита была найдена в ряде пунктов и получила широкое признание. Геологи привыкли континентальные пачки в верхнем турне называть алатауской свитой. В 1930 г. такая пачка была найдена Б. П. Марковским и мною в долине р. Рязяк и названа алатауской свитой, как полагалось. С тех пор эту пачку видели десятки квалифицированных геологов

и все единодушно относили ее к алатауской свите. В их число входил и я. Только в 1971 г. при детальном анализе и сравнении разрезов в Ленинграде я обратил внимание на то, что рязякская пачка лежит под кизеловскими известняками, а алатауская свита над косьвинскими и что, следовательно, они различного возраста и относятся к двум перерывам.

Получилось интересное положение. Квалифицированные геологи в течение сорока лет видели две континентальные пачки, видели их различное стратиграфическое положение и тем не менее относили их к одному перерыву, потому что так полагалось, так привыкли. Сорок лет я сам смотрел на перерыв в начале верхнего турне, видел его и не понимал. Боюсь, что еще многие перерывы мы видим и не понимаем.

Рязякский перерыв вызывает резкое различие ниже- и верхнетурнейских фаун; у них почти нет общих видов. Это различие отмечалось неоднократно опять-таки многими квалифицированными стратиграфами, но то, что оно связано с перерывом, никому не приходило в голову, и мне также. Мы не привыкли к перерывам, для нас они часто почти не существуют, и мы их пропускаем.

Рязякский перерыв в начале верхнего турне безусловно существует. Очень возможно, что с ним связаны угленосные толщи Полтаво-Бреденского и особенно Домбаровского районов. Эти толщи уже давно считаются верхнетурнейскими. Тем не менее о границах рязякской суши мы не знаем ничего определенного. К сожалению, такое же положение происходит и со многими другими, точнее с подавляющим большинством перерывов во всех системах.

Во время рязякского перерыва море куда-то ушло, затем фауна в нем резко изменилась, и после перерыва море надвинулось опять, но уже с резко измененной фауной. Все это несомненно, но куда ушло море, мы не знаем, и, самое главное, мы не знаем стратиграфическое подразделение, в котором фауна была бы промежуточной между ниже- и верхнетурнейскими фаунами. Это подразделение должно быть везде, где не было рязякского перерыва, в начале верхнего турне.

Сейчас мною закончен обзор турне Урала по обширным коллекциям, бывшим в моем распоряжении, и по более поздним данным. Везде есть нижнее турне, на нем лежит верхнее турне, но фаун, промежуточных, переходных между ними, нигде нет. По-видимому, они есть, мы их видим, но не понимаем.

Суммируя, мы видим, что восстановление границ суши, возникающей в перерывы, представляет сложную и трудную задачу. К решению этой задачи мы только приступаем. Одно можно сказать, что море существовало только там, где морские фауны постепенно сменяют друг друга, непрерывно изменяясь. В этих областях необходимо выделять подразделения, предшествовавшие перерыву, следовавшие за перерывом, и подразделения, одновременные с перерывом, заключающие переходную фауну. Пока эта последняя задача почти нигде не решена. Единственный

пример — это алатырская фауна, соответствующая петинскому перерыву. Интересно, что последние данные по изучению конодонт, проведенные Н. С. Овнатановой, показали, что алатырские конодонты более близки к семилукским. Соответственно, может быть, и петинский перерыв был не в низах верхнего франа, а в верхах среднего.

ГЕОГРАФИЯ ПЕРЕРЫВОВ

География перерывов — очень интересный, важный и сложный вопрос, мало изученный. Даже если взять нижневизейский угленосный перерыв, наиболее известный в связи с широким распространением угленосных толщ этого возраста, и то данные об его географии носят случайный, эпизодический характер и нередко являются скорее предположениями, чем фактическим материалом.

После долгих споров многие остановились на точке зрения, по которой Кизеловский угленосный бассейн представлял болотистую низменную дельту, существовавшую в условиях жаркого гумидного климата. Эта дельта была образована довольно большой медленной материковой рекой, которая текла с востока, с Сибирского материка. Но мы не знаем ни форм этой дельты, ни ее гидрологии, ни ее связи с аллювиальной равниной, по окраинам которой отлагались угленосные толщи восточного склона Урала.

Также недостаточно известны и палеогеография Подмосквового угленосного бассейна и всей Волго-Уральской нефтеносной области. До сих пор загадкой остается география Камско-Кинельской впадины. Сейчас несомненно, что ветви этой впадины связаны с Уралом, с его западным склоном. Урал — это типичная рифтовая структура, аналогичная современному Красному морю. Можно высказать предположение, что Камско-Кинельская впадина представляет систему рифтовых структур, связанных друг с другом.⁴

Мало известна и пашийская суша, занимавшая почти такую же площадь, как и угленосная. Основное ее отличие — это аридный пустынный климат и полное отсутствие постоянной речной сети. Основной агент переноса — это временные дождевые потоки. Основной тип отложений — красноцветы небольшой мощности.

Пашийская свита нефтеносна, и ее литология и стратиграфия хорошо изучены. Удалось установить ряд интересных фактов. Поверхность пашийской суши местами размывалась, размыв удалил весь чеславский горизонт, и пашийская свита залегает на чувовских красноцветах. Две толщи перерыва слились воедино, затем в ряде пунктов в верхней части пашийской свиты развиты два-три тонких прослоя мергелей с морской кыновской (тиманской)

⁴ Камско-Кинельская впадина не рифтовая, а седиментационной природы, так как подстилающие ее кыновские и пашийские слои залегают моноκлиально и не нарушены разрывами. (Прим. сост.).

фауной. Эти прослои исключительно интересны в палеогеографическом отношении. Во-первых, море одновременно с пашийской свитой было где-то недалеко. На общем фоне Русской платформы и Урала достаточно было кратковременных и быстрых опусканий и поднятий, чтобы образовались морские ингрессии, давшие прослои с морской фауной. Самое интересное, что эта фауна определялась как кыновская (тиманская), в то время как она была пашийской. Это новый пример того, как мы фауну перерыва относим или к предшествовавшим или к последующим фаунам. Нет сомнения, что детальное изучение фауны из прослоев показало бы, что она своеобразна и только похожа на тиманскую.

Наконец, несколько слов о петинской суше в центральной части Русской платформы. Она представляла небольшой остров или удлинённый полуостров, низкий, песчаный, выжженный солнцем. Местами в окраинных, опреснённых водоемах появлялись полужизненные растения. Их остатки придавали породам углистую. В других горько-солёных водоемах отлагались гипсоносные пачки. Несмотря на небольшие размеры, контуры петинской суши почти неизвестны. Ясно только, что к востоку располагалось алатырское море. Но что делалось на севере, западе и юге, пока неизвестно.

Эта неизвестность сопровождает почти все перерывы. Она ставит перед нами все новые и новые проблемы, новые и новые, нередко неожиданные вопросы. Решение их — одна из основных задач современной стратиграфии.

Дмитрий Васильевич Наливкин

**ВОПРОСЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ, СТРАТИГРАФИИ
И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ**

Избранные труды

Утверждено к печати

*Отделением геологии, геофизики,
геохимии и горных наук АН СССР*

Редактор издательства *Кирикова Г. Л.*

Художник *Слепушкин А. И.*

Технический редактор *Траскевич Е. В.*

Корректоры *Едемская М. В., Лебедева Г. А. и Наместникова Л. Б.*

ИБ № 21670

Сдано в набор 17.11.86. Подписано к печати 08.04.87.

М-21031. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная № 1.

Гарнитура литературная. Фотонабор. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 17.5+0.12 вкл. Усл. кр.-отт. 17.6. Уч.-изд. л. 20.34.

Тираж 900. Тип. зак. 997. Цена 3 р. 50 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука». Ленинградское отделение.
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская линия, 1.

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука».
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.

4938