

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О КНИГЕ «СТРАТИГРАФИЯ». «STRATIGRAPHY». PIERRE COTILLON.  
SPRINGER-VERLAG. BERLIN; HEIDELBERG. 1992. 1—X. 187 p.

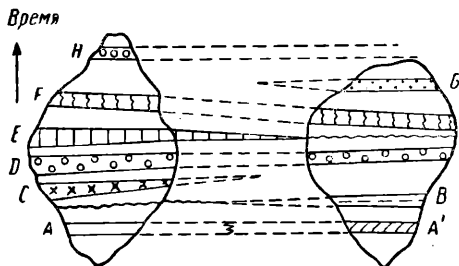
Книга представляет собой перевод на английский язык французского издания 1988 г. Ее автор — французский геолог Пьер Котиллон, специализирующийся в области седиментологии мезозоя. В книге пять глав.

### Глава 1. Основы стратиграфии (с. 1—5).

«Цель стратиграфии как науки о геологических слоях (strata) заключается в изучении распространения в пространстве и во времени этих слоев и событий, которые их сформировали, то есть реконструкция строения и истории внешней коры Земли на основе литологической документации ее поверхностных слоев (layers). Своими фациями породы регистрируют подписи всех или части динамических событий, составляющих эту историю,— биологических, физических, химических. Обычно термин стратиграфия применяется к осадочным породам, образующим слоистые последовательности; однако некоторые стратиграфические методы применимы также и к кристаллическим породам» (с. 1).

Последовательность событий устанавливается на основе принципа суперпозиции пластов: в каждой их паре нижний пласт древнее верхнего. В результате возникают изохронные слои. Кроме наращивания по вертикали в определенных условиях может происходить боковая (латеральная) их аккреция. Образуются диахронные комплексы слоев (фиг. 4). Для создания всеобщей истории Земли должны быть сопоставлены друг с другом истории отдельных регионов. Это осуществляется посредством корреляции, то есть сравнения их характеристик и хронологии. «Задача стратиграфии состоит в разгадывании гигантской трехмерной головоломки (jigsaw puzzle)» (с. 5).

Приводимый здесь рисунок, воспроизводящий фиг. 5 книги Котиллона, дает достаточно ясное представление о концепции автора: сопоставляются события, но не разрезы.



Корреляция событий между двумя пунктами (участками). Эти события символизируются слоями, в которых они запечатлены. Продолжительность события, как и его начало и окончание, меняется от места к месту, например в результате миграции фауны. Поэтому стратиграфическая корреляция не обязательно является временной корреляцией. Новые события могут развиваться между двумя участками (С, G), тогда как другие (Е) исчезают. Событие может латерально замещаться другим, например, вследствие фациальных изменений (А, А'). Связанный с накоплением или эрозией промежуток (лакуна) между событиями может присутствовать в литологической последовательности, не будучи распознаваемым (В, Е). Доказательства событий могут изменяться при диагенезе и метаморфизме

## Глава 2. Разработка основ стратиграфии (с. 7—18).

Литостратиграфия все еще остается основой описательной осадочной геологии. С ее помощью составляются разрезы в поле. На ее результаты опираются начальные фазы секвентного анализа.

Основной литостратиграфической единицей является формация (formation), объединяющая отложения, образовавшиеся при однообразных условиях. Формации разделяются на пачки (members) и объединяются в группы (groups). Так как осадочные события диахронны и повторяются во времени, возникают затруднения при корреляции литостратиграфических единиц. Необходимо привлечение результатов непрерывного, неповторяющегося и необратимо протекавшего процесса. Таким процессом является биологическая эволюция.

Дешаез (Deshayes, 1831), д'Орбиньи (d'Orbigny, 1850—1852), Годри (Gaudry, 1896) установили, что в мезозойских формациях Парижского бассейна состав фауны изменяется по вертикали. Тем самым оказалось, что последовательное появление и исчезновение фауны представляют собой временные маркеры.

Оппель (Oppel, 1856) обосновал выделение зоны — отложений, охватывающих вертикальный и горизонтальный диапазоны распространения двух или большего числа таксонов. В юре Вюртемберга он выделил 33 аммонитовые зоны, которые были прослежены также в Северной Германии, Англии и Франции.

В XIX в. было также сформулировано представление о более крупной биостратиграфической единице — ярусе. В Парижском бассейне д'Орбиньи выделил 10 ярусов в юре и 7 в мелу. «Он делил время на основе стратиграфии (но не последовательности! — Д. Н.) биологических и геологических событий, из которых первые являются вторичными по отношению к последним» (с. 15).

Ярус Котиллон определяет «как группу слоев, накопившихся во время определенных интервалов геологического времени, представляющих собой геохронологические единицы» (с. 12). Иными словами, в установлении понятий приоритет имеет время, но не порода.

В подразделе «Событийная стратиграфия» указывается, что динамические события (орогенез, распад Пангеи и т. п.) приводят к возникновению стратиграфических гиатусов, поглощающих большие отрезки земной истории.

На фиг. 12 помещена хроностратиграфическая шкала фанерозоя, в которой эры делятся на системы (?), радиометрические даты их рубежей, по Одну (Odin), а также орогенические фазы, по Штилле (Stille). По автору, границы систем совпадают с главнейшими несогласиями, а рубежи эр отвечают не только важнейшим геодинамическим событиям, но также существенным обновлениям фауны.

## Глава 3. Современная стратиграфия (с. 19—63).

Во второй половине XX в. стратиграфия, подобно другим субдисциплинам (?), содействовала ошеломляющему прогрессу наук о Земле, вследствие: 1) углубления представлений об эволюционных процессах, 2) увеличения добычи нефти, что во все возрастающей степени требовало точности выделения отдельных стратиграфических единиц и 3) развития теории плит и программ глубоководного океанического бурения. Как в литостратиграфии, так и в биостратиграфии нашли применение технические достижения века и были разработаны новые методики исследований.

Существенные успехи были достигнуты в получении радиометрических датировок. Тем не менее до сих пор по шкалам различных авторов предлагаются разные абсолютные значения датировок. Так, например, рубеж юра/мел по шкалам Ван Хинте (Van Hinte, 1976), Одена и др. (Odin et al., 1982), Харленда и др. (Harland et al., 1982) и Кента и Градстайна (Kent & Gradstein, 1985) оценивается соответственно цифрами 135, 130, 144 и 144 млн лет.

Биометрические и статистические методы дефиниции биологического вида и его границ, количественные методики и компьютерная обработка фактических материалов были направлены на исключение субъективности в биостратиграфии.

Подчеркивается, что первоначальная концепция яруса, в которой перерывам не придано большого значения, должна быть пересмотрена. Стратотипы подавляющей части ярусов расположены в Европе и отличаются большой неполнотой. Сохранность многих стратотипов страдает по мере урбанизации. Так, исчезла большая часть обнажений стратотипических районов валанжинского и готеривского ярусов. От некоторых стратотипов необходимо отказаться и выбрать новые, а для других точно оценить величину содержащихся в них hiatus. Такая ревизия стратотипов, разумеется, невозможна без пересмотра ярусных границ.

Уже одно название подраздела «Новые тенденции: биостратиграфия постепенно заменяет хроностратиграфию» (с. 36) обращает на себя внимание. Единицы хроностратиграфические, по мнению автора, в известной степени абстрактны. Наоборот, биостратиграфические подразделения, особенно основанные на многочисленных в осадках микроскопаемых, более конкретны. Их практическое применение проще, а хроностратиграфическая значимость все возрастает по мере устранения действия осложняющих факторов (фациальной приуроченности органических остатков, их сохранности и т. п.).

В 50-е годы в стратиграфию начали широко внедряться новые физические, химические и минералогические методы. Кратко рассматриваются сейсмические методы, каротаж (диаграфия), использование пепловых горизонтов, минералогических и геохимических маркеров при корреляции и т. п. В большом разделе (с. 56—63) излагаются принципы и методики применения палеомагнетизма в стратиграфии.

Отмечается, что большое внимание стратиграфы уделяют в той или иной степени ритмично построенным толщам. К стратиграфическим секвенциям относятся толщи осадков, возникающие при эволюции осадконакопления под воздействием внешних факторов. Одним из таких факторов является эвстазия. Вейл и его коллеги (Vail et al., 1977) по сейсмическим данным, полученным на континентальной окраине Северной Америки, выделили ограниченные несогласиями секвенции, формировавшиеся под двойным контролем темпа седиментации и эвстатических колебаний уровня моря. Они построили кривые глобальных колебаний уровня. Котиллон замечает, что кривые заслуживают критики, так как они основаны на материалах отложений континентальной окраины, несомненно подвергавшейся действию вертикальных движений.

#### Глава 4. От стратиграфии к палеогеографии (с. 65—82).

Если задачей стратиграфии является распознавание и сопоставление событий во времени, то палеогеография изучает распределение одновременно происходящих событий в пространстве. Палеогеография рисует последовательно сменявшиеся картины развития поверхности

Земли и прежде всего изменения во времени границы между сушей и морем.

Палеогеографический анализ опирается на результаты изучения фаций. Под фациями понимаются все физические, химические и биологические характеристики осадочных пород, отражающие условия их формирования; различаются био- и литофации. Палеобиогеография — распространение фаций в пространстве — составляет фундамент палеогеографического синтеза. Задача палеобиогеографии — изучение взаимоотношения эволюции жизни и эволюции Земли в целом. Она призвана подтвердить палеогеографические реконструкции, опирающиеся на данные перемещения континентов. Результаты палеогеографического анализа представляются на картах различного масштаба для отдельных интервалов времени.

Для каждой эпохи намечаются «наиболее вероятные положения» (с. 72) границы между сушей и морем. Начиная со средней юры это положение определяется по палеомагнитным данным, полученным как по континентальной, так и океанической коре. Для более ранних эпох цифры получаются только по континентам, так как необходимые участки океанической коры исчезли в результате субдукции либо надвинуты на кратоны при обдукции. В некоторых случаях существование в прошлом океанов распознается только по офиолитовым швам.

К числу других «полезных» (с. 72) доказательств взаимного расположения в прошлом океанов и континентов относятся: 1) расчет палеоглубин океанов по графикам кривых погружения их дна, сложенного базальтами, 2) определение темпа приноса обломочного материала на окраины континентов, что позволяет оценить протяженность континентального рельефа, 3) трассировка контура древней береговой линии по наиболее продвинутому в сторону суши морским фациям, 4) эвстатические кривые Вейла и др. (Vail et al., 1977) и Хэллема (Hallam, 1978).

Лиц Земли, представленный картографически, непрерывно изменялся под воздействием ряда факторов. Ведущая роль принадлежала движениям плит. В истории Земли распознаются циклы Вильсона, состоящие из периодов то расхождения, то соединения континентов, приводивших к образованию суперконтинентов типа «Пангеи». На протяжении последних 900 млн лет было два таких цикла.

К факторам, приводившим к изменению палеогеографии, принадлежат также эпейрогенез и эвстазия, вулканизм и перемещение полюсов. В разделе «Эвстазия» (с. 78—81) причины эвстатических колебаний уровня моря связываются с действием тектоники, приводившими к изменению емкости океанических котловин, и с гляциальным изменением объема воды океанов.

В целом чередование трансгрессий и регрессий возникает в результате сложного взаимодействия между эвстазией и вертикальными движениями континентальной коры (термальными погружениями и поднятиями, изостазией, эпейрогенезом), а также процессами осадконакопления.

## Глава 5. Главные этапы земной истории (с. 83—172).

Глава представляет собой краткий очерк геологической истории нашей планеты. Глава состоит из трех разделов: 1. Докембрийское время (с. 83—100); 2. Палеозой: образование Пангеи (с. 100—132); 3. Мезозой и кайнозой: распад Пангеи (с. 132—172).

Собственно стратиграфический элемент, обычный для курсов исторической геологии, сведен до минимума. В начале 1-го раздела на

фиг. 61 помещена схема сопоставления некоторых стратиграфических схем деления докембрия отдельных регионов мира; среди прочих дана схема Л. И. Салопа (1979). Для фанерозоя приводятся таблицы стратиграфического расчленения до ярусного уровня. Важными элементами таблиц являются параллельно приводимые датировки рубежей эпох по Одну (Odin, 1982) и Ван Эйсинге (Van Eysinga, 1985), а также орогенетические фазы по Штилле.

Автор не придерживается строгого применения стратиграфических и хронологических терминов. Так, эры он делит на системы, пары понятий нижний/ранний и верхний/поздний не различаются и т. п. Сообщаются краткие сведения о происхождении названий систем фанерозоя. В частности, название пермской системы связывается с финно-угорским царством Пермия.

Уже из названий главы и ее разделов видно, что изложение ведется в событийном аспекте. Ограничимся рассмотрением только изложения истории мезозоя (с. 133—155).

Мезозой состоит из трех больших седиментационных циклов, каковыми являются триас, юра и мел. Рубежи между ними возникали во время крупных фаз орогенеза. Определение нижнего рубежа мезозоя затруднительно, так как он располагается в континентальной последовательности, пермо-триасе французских авторов. Наоборот, его верхнее ограничение выражено резко, по крайней мере, по биологическим данным, так как оно совпадает с существенным фаунистическим обновлением, действительные причины возникновения которого все еще далеки от полного их понимания.

В триасе и юре развивалась первая стадия геодинамических событий мезозоя. Продолжается начавшийся в перми распад Пангеи. В триасе еще существовал открывавшийся в сторону Пацифики океан Палеотетис. Но на западе в результате начавшегося рифтогенеза, продолжавшегося затем в юре, формировался океан Неотетис. С позднего триаса до средней юры, вследствие разломов, сопровождавшихся базальтовым вулканизмом, разделились Южная Америка и Африка, а также образовались блоки Мадагаскара, Индии, Антарктики и Австралии.

В меловом периоде развивались весьма важные геодинамические события. Постепенно расширялся Атлантический океан. К концу мела ширина Южной Атлантики достигала 3000 км. В результате ускорения движения обеих Америк на запад интенсифицировались и усложнялись тектонические процессы на тихоокеанском обрамлении обеих Америк. В результате начавшегося еще в поздней юре сближения Африки и Аравии, с одной стороны, и Европы — с другой, их столкновение привело к замыканию океана Неотетис. Часть океанической коры была поглощена субдукцией, а другая выдвинута вследствие обдукции. Обдукционированную океаническую кору ныне можно наблюдать в пределах тектонически сложно построенного офиолитового пояса, простирающегося от Альпийской дуги на восток до Ирана и Северного Пакистана.

Помимо геодинамического воздействия на характере, ритмичности и интенсивности осадконакопления отражались крупные эвстатические колебания уровня моря и климатические флуктуации. В мезозое климат, вследствие того, что значительные орогенетические события не проявлялись, был в общем более теплым по сравнению с палеозойским климатом. Однако в результате перемещения полюсов он не был регионально постоянным. Климатические обстановки отчетливо распознаются по распространению карбонатных платформ, бокситов, углей. Существовали Тетическая и Бореальная палеозоопровинции. Условия

осадконакопления были различны в пределах Тетического домена (domain) и на тектонически более стабильных кратонных доменах.

Для мелового периода среди последних различаются несколько типов. Собственно кратогенные домены развивались на огромных щитах (immense shields), заливавшихся полностью или частично только во время крупных трансгрессий. Это центр Северо-Американского континента; Аргентина и Боливия; север и запад Африканского континента. К доменам окраин кратонов принадлежали субальпийские зоны Западной Европы, в пределах которых накапливались различные морские отложения большой мощности; области развития вельда в Южной Англии и Северной Франции (Парижский бассейн); разделенное островами и сообщавшееся с Атлантикой позднемеловое море Англии, Северной Франции и севера Европы, в котором накапливался пясчий мел; южнее (Аквитания, Прованс, Иберия) формировались карбонатные платформы; Северная Африка, где вследствие высокой тектонической активности образовывались различные фации. К доменам пассивных континентальных окраин относятся возникшие в результате спрединга окраинные бассейны Атлантики. Реконструкции палеогеографических условий доменов активных континентальных окраин вследствие их сложного тектонического строения затруднены, если просто невозможны. Сюда относятся Южные Альпы, Карпаты, Эллиниды, Динариды, Апеннины, где формировались неритовые и рифовые известняки, а также накапливались относительно более глубоководные осадки склонов (например, осадки зоны Бриансоннэ). В еще более глубоководных условиях формировались пелагические секвенции, подводные брекчии, флиш. Такие условия охватывали юг Европы от Гибралтара на западе, через Альпы и Апеннины до Карпат и Эллинид на востоке. Меловая история «западных Америк» (с. 153) реконструируется в деталях. Так, в Калифорнии с запада на восток с середины мелового периода развивались 1) субдукционный желоб, характеризовавшийся накоплением мощных обломочных толщ и турбидитов, 2) вулканическая дуга и 3) Францисканский бассейн, в процессе замыкания заполнявшийся аккреционными призмами складчатых мезозойских отложений, чередующимися с пластинами океанической коры. Домены этого типа по присутствию глубоководных фаций, перекрывающих офиолиты, распознаются и в других регионах, например в Японии, на Суматре, в Новой Зеландии.

Структурное положение кратонных доменов читатель не во всех случаях может определить точно, так как в книге отсутствует четкое и ясное определение главнейших структурных элементов земной коры.

Термин «геосинклиналь», даже в критическом аспекте, в книге не применяется, что вполне понятно, имея в виду приверженность автора к концепции тектоники плит. Термин «платформа» применяется изредка (с. 87, 92, 110, 116, 173 и др.). Кажется, он в основном употребляется в привычном для нас смысле. В частности, в части главы, описывающей кайнозойскую историю, даже есть подраздел «Платформы» (с. 163). Ознакомление с ним показывает, что в приложении к Европе под платформой понимается Восточно-Европейская платформа вместе с европейскими палеозонами. Очевидно, «огромные щиты» также должны быть отнесены к древним платформам. Значительно менее понятно, что подразумевается под такими терминами, как «Северная Америка» (=«континент Северная Америка»), применяемый для всего фанерозоя. Чем отличается «Северная Америка» в конце палеозоя от «Северной Америки» в конце мезозоя? Отмечается, что в позднем палеозое происходила коллизия Западной Африки и Северной Америки

(с. 116), Европы и Африки (с. 116). Какие структуры сталкивались?

Очевидно, главные структурные элементы, которыми оперирует автор, — это континенты и океаны. Континенты то объединяются в суперконтиненты, то дробятся на блоки. Но вот о структурном сложении континентов читатель должен догадываться и предполагать, что они-то и являются литосферными плитами(?).

Раздел «Мезозой» завершается сжатой характеристикой биологических событий. Мезозой представляет уникальный интервал истории жизни на Земле. Существовали представители групп фауны исключительно мезозойского облика. Вместе с тем в течение этого интервала геологической истории происходила смена архаичной палеозойской фауны модернизмом фауны кайнозоя. Смена начиналась и завершалась массовыми вымираниями в начале и в конце эры, которые сами по себе являются исключительными палеобиогеографическими событиями.

Среди наиболее важных факторов массового вымирания на рубеже мезозоя и кайнозоя автор называет: 1) жесточайшую биологическую конкуренцию на суше и в сокращавшихся эпиконтинентальных морях; 2) похолодание, вызванное фундаментальной сменой системы океанической циркуляции, редукцию фотосинтезирующего планктона и нарушение пищевых цепей; возрастание земного альбеда вследствие роста континентальных масс и образование пепловых экранов в атмосфере в результате высокой вулканической активности (действием этого фактора автор, в частности, объясняет накопление иридия в пограничных слоях мезозой/кайнозой); 3) континентальную фрагментацию, затруднившую миграцию как морских, так и наземных организмов, что привело к увеличению биологической конкуренции; 4) кислотные дожди, выпадавшие при интенсивном вулканизме, происходившем в Индии.

Как пишет автор на заключительных страницах книги (с. 173—175), стратиграфия призвана создать для всего международного сообщества язык. Выявление и изучение глобальных процессов содействовало созданию стандартной стратиграфической шкалы.

При реконструкции истории Земли применяются два подхода. С одной стороны, униформизм в известной степени все еще остается действующей концепцией, так как элементы современных событий неоднократно повторялись в прошлом. Автор подчеркивает, что на протяжении по крайней мере последних 2,5 млрд лет объем и площадь континентальной и океанической коры не изменялись, что противоречит теории расширяющейся Земли. С другой — все наблюдаемые параметры с течением геологического времени изменялись и процесс эволюции Земли был необратимым.

В истории Земли помимо циклов Вильсона продолжительностью 400—500 млн лет различаются более короткие циклы в проявлениях орогенеза и дисперсии континентов, изменениях климата и характера осадконакопления, а также в биологической эволюции. Подтверждается идея постепенного нарушения в прошлом равновесия земной системы.

Движущие силы взаимодействовали. Так, внутренняя геодинамика приводила к активизации поверхностных геодинамических сил. Обе силы совместно контролировали эволюцию физико-географической обстановки на земной поверхности.

Климат планеты в прошлом и развитие хрупкой и чувствительной ко всякого рода изменениям биосферы с несомненностью свидетельствуют о том, что на поверхность планеты воздействовали внеземные си-

лы: солнечное тепло и свет, положение Солнечной системы в Галактике, менявшееся с интервалом порядка 32 млн лет, периодические изменения интенсивности космической радиации и поступления метеоритного материала. Таким образом, в систему взаимодействия земных сил включались также взвездные, космические силы.

Подбор иллюстраций (всего их 115) хорошо и достаточно полно отражает содержание и направленность книги. Есть оригинальные графики, несущие очень важную информацию, но их немного (фиг. 1, 2, 4, 5 и несколько других). Подавляющая часть графиков заимствована. В книге только один график, который можно отнести к категории разрезов. Это фиг. 63, на которой приведен широкоизвестный разрез докембрия и палеозоя Большого каньона Колорадо. Этот же разрез помещен на обложке книги. 5—6 графиков можно отнести к ряду геологических и/или фашиальных профилей.

Глава 5 иллюстрируется несколькими профильными схемами эволюции восточной и западной окраин Северной Америки в палеозое и мезозое, а также британских каледонид и европейских герцинид (на примере Арденнского массива). Схемы составлены в соответствии с концепцией развития орогенных поясов в результате внутрикоревой тектоники: вначале рифтогенез, затем расслоение и растяжение литосферы и последующая субдукция, приводящая к орогении (фиг. 67).

Резко преобладают (более 40) мелкомасштабные карты-схемы. Почти все они даны на мобилистской основе. Несколько миниатюрных карт-схем полушарий, на которых не показано ничего, кроме взаимного расположения континентальных блоков, называются «палеогеографическими».

Заканчивая разбор книги, можно присоединиться к ее высокой оценке, которую дал в своем предисловии к английскому изданию Ж. Обуен. Можно также согласиться с его очень метким и образным определением сути книги. Это «новый подход к истории Земли, в которой, как в опере, стратиграфия является ее партитурой» (с. VI).

Книга является собой прежде всего живо написанный обзор происходивших в прошлом событий. Именно событий. Основные материалы, на которые опирается автор, происходят из Западной Европы и Северной Америки. Но в отдельных случаях привлекаются материалы и по другим регионам. Обзор лаконичен: автор часто ограничивается одной-двумя фразами о том или ином событии. Сжатость изложения в известной мере компенсируется обширной библиографией из 136 названий.

Что касается «партитур» — стратиграфии, то представляется далеко не всегда оправданным акцент на события: выделяются и сопоставляются события, но не расчленяются и сопоставляются разрезы (рисунок). Тем самым нарушается логика проведения историко-геологического анализа.

Вместе с тем в книге содержатся весьма важные для собственно стратиграфии положения, на которые в существующих курсах стратиграфии не уделяется должного внимания. Это, во-первых, постоянное подчеркивание огромной роли перерывов в формировании осадочных последовательностей и, во-вторых, признание необходимым дополнить принцип суперпозиции, означающим во времени раньше/позже, существованием бокового наращивания осадочных толщ (фиг. 4). Полученные в последние годы данные вполне убеждают о том, что наряду с вертикальной аккрецией в некоторых достаточно обширных регионах преобладает латеральная аккреция.