

СИСТЕМА ПРИНЦИПОВ СТРАТИГРАФИИ

© 2015 г. В. В. Черных

С.В. Мейен предложил три принципа, которые, по его мнению, обеспечивают выполнение всех стратиграфических операций [4]. В их числе названы принцип Стенона (суперпозиции), принцип Гексли (гомотаксиса) и принцип хронологической взаимозаменяемости признаков (ХВП), получивший в дальнейшем имя его автора – принцип Мейена. В настоящей заметке мне хотелось бы обсудить специфику применения и показать взаимодействие этих принципов при решении основных задач стратиграфии.

Принцип Стенона является основополагающим в стратиграфии. Следуя ему, мы переводим пространственные взаимоотношения геологических тел во временные (“раньше чем”, “позже чем”) и выделяем стратиграфические подразделения – стратоны (слои, пачки слоев и др.). Принцип Гексли определяет возможность корреляции выделенных стратиграфических подразделений преимущественно в пределах одной биогеографической провинции. Принцип Мейена позволяет преодолеть территориальную и фациальную ограниченность корреляции.

Эти три принципа являются необходимыми и достаточными для решения основных задач стратиграфии – расчленения разрезов на стратиграфические подразделения, сопоставления конкретных разрезов (стратиграфических границ) и построения планетарной хронологической шкалы.

Важен также и сам порядок размещения принципов в указанном перечне: каждый из них вступает в силу и обретает действенность, опираясь на результаты, которые были достигнуты на основе использования установок предыдущего принципа. Так, принцип Стенона задает стрелу времени, совпадающую с направлением вектора силы тяжести (максимальным градиентом величины гравитационного поля). Следуя принципу Гексли, мы нанизываем на эту стрелу последовательность определенных геологических (в первую очередь – палеонтологических) событий, превращая ее в региональную хронологическую шкалу. Принцип Мейена завершает стратиграфическую процедуру построением планетарной хронологической шкалы, которая позволяет восстановить историю геологических событий и пересказать ее на языке, понятном геологу любой страны мира.

Отметим наиболее существенные особенности принципов, важные для понимания их использования в стратиграфии. В содержательном отношении принцип Стенона не вызывает разночтений, но все-таки для наглядности проиллюстрируем его схемой формирования пласта в гравитационном поле так, как она дана в работе [1] (рис. 1). Авторы объясняют горизонтальное залегание пласта, исходя из его формирования в условиях действия силы тяжести. Из каждой точки поверхности бассейна осадконакопления поступает по зернышку осадок, дви-

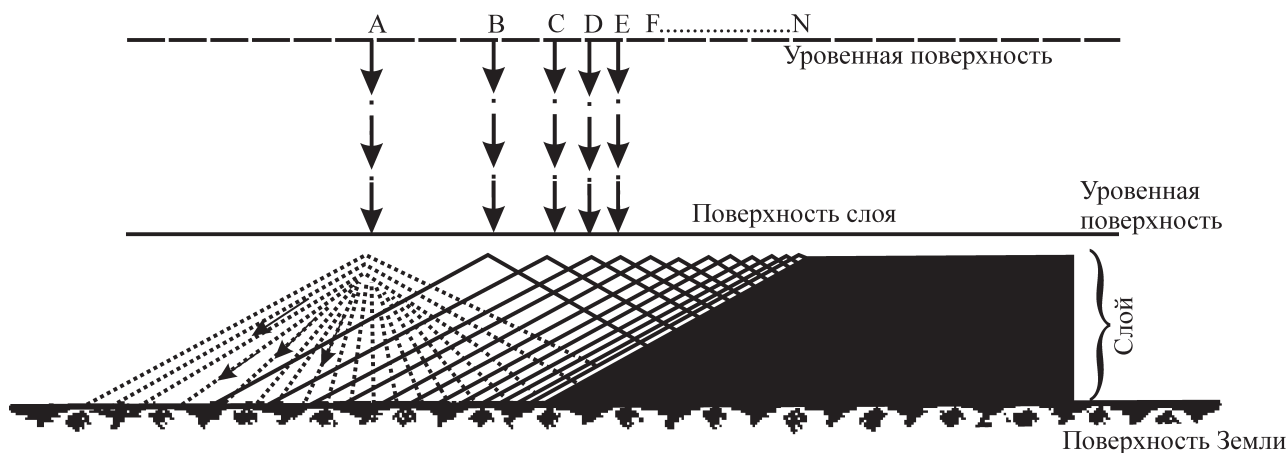


Рис. 1. Схема формирования пласта в гравитационном поле по [1].

Объяснения см. в тексте.

гаясь по направлению вектора силы тяжести, он достигает поверхности земли и образует со временем насыпной холм – конус. Так как количество точек, из которых поступает осадок, практически бесконечно, то формирование любого из конусов ограничивается развитием соседнего с ним конуса. Суперпозиция множества таких более или менее зачаточных конусов образует тело пласта, поверхность которого окажется параллельной поверхности гравитационного поля (см. рис. 1): “Каждый слой, являясь суммой множества потенциальных конусов, должен обладать и обладает как элементами симметрии отдельного конуса, так и дополнительными элементами симметрии их множества – группой горизонтальных переносов, т.е. слой обладает бесконечной (ограниченной только площадью бассейна осадконакопления) симметрией гравитационного поля $L_{\infty}^{\circ}PT$ ” [1, с. 164].

Таким образом, поверхность каждого пласта параллельна поверхности гравитационного поля, и это позволяет выбрать за “стратиграфическую нормаль” (стрелу времени) направление, перпендикулярное поверхности напластования, совпадающее с направлением вектора силы тяжести [8].

Чтобы опознать в гомотаксисе Гексли стратиграфическую (хронологическую) шкалу, достаточно сравнить их определения. С.В. Мейен дает следующее определение стратиграфической шкалы: “В конкретных разрезах, относящихся к смежным регионам, всегда есть какие общие признаки, отражающие следы одних и тех же обстановок и событий. Совокупность этих следов, повторяющаяся во всех конкретных разрезах, составляет общую для них региональную стратиграфическую шкалу (РСШ)” [4, с. 14]. И несколько далее продолжает: “Каждая шкала – это временная, хронологическая последовательность тел (=следов обстановок) или стратонев и границ между ними (=следов событий), установленных по тем или иным признакам” [4, с. 15]. Эту формулировку для наших целей можно упростить и определить стратиграфическую шкалу как хронологическую последовательность одноименных стратифицирующих признаков, общую для многих разрезов.

Если стать на точку зрения С.В. Мейена в определении гомотаксиса и опираться не только на сукцессию организмов, как это делал Т. Гексли, но и на любые, в том числе и на непалеонтологические признаки, то под гомотаксисом следует понимать определенную последовательность стратифицирующих признаков, выдерживающуюся во многих конкретных разрезах данного региона. Здесь имеется в виду соответствие и отдельных признаков, и их последовательности, устанавливаемой в конкретных разрезах.

При сопоставлении определений можно увидеть, что Т. Гексли, введя гомотаксис в качестве показателя одновозрастности, тем самым впервые

предложил использовать для корреляции разрезов хронологическую шкалу. Если же учесть, что под гомотаксисом сам Т. Гексли подразумевал стратиграфическую последовательность видов ископаемых организмов, то гомотаксис в авторском толковании есть ни что иное, как прообраз зональной биохронологической шкалы.

Нередко принцип Гексли трактуется как одна из версий принципа Смита и поэтому отождествляется с ним (см., например, [9]).

В статье, посвященной методу аналогий в геологических ретроспекциях [10], проанализированы логические основания использования принципов стратиграфии. Ниже приведены некоторые результаты этого анализа, которые помогают понять основные различия между предложениями У. Смита и Т. Гексли.

Для сравнения и установления сходства (тождества) объектов используются различные типы аналогии в зависимости от полноты сведений о сравниваемых объектах. Для нашего случая будет достаточно отметить использование трех типов аналогии – нестрогой, простой и строгой – для установления возрастного сходства (хронологического тождества) сопоставляемых объектов (разрезов, стратонев).

Вначале сходство предметов устанавливается методом *нестрогой аналогии* по единичным признакам, которые предполагаются не связанными между собой. Когда на основе нестрогой аналогии в общих чертах вырисовывается некоторая группа сходных объектов, вводится предположение об их таксономическом единстве (принадлежности к определенному классу), что дает возможность провести более обоснованное сопоставление предметов, включенных в данный класс, методом *простой аналогии*.

После выделения внутригрупповых подразделений по степени сходства сравниваемых признаков возрастает достоверность умозаключений по аналогии при сравнении объектов, включенных в данную группу: “...общие свойства должны быть, возможно, более специфичными для сравниваемых предметов, то есть принадлежать, возможно, меньшему кругу предметов” [2, с. 38]. По мере все большего обособления классов сходных объектов выявляется повторяемость, регулярность в наборах тех или иных признаков, что позволяет установить специфику связей между объектами и их признаками. С этого момента для сравнения объектов может быть использована *строгая аналогия*.

В качестве примера перехода от использования простых аналогий к строгим можно рассмотреть метод У. Смита и метод гомотаксиса Т. Гексли для корреляции разрезов. У. Смит, утверждая, что одинаковые фауны одновозрастны, не задавался вопросами, как связаны и связаны ли отдельные виды, входящие в состав этих фаун. По этой причине

не возрастное отождествление слоев, содержащих руководящие виды, выполнялось по простой аналогии. Короткая цепочка умозаключений в этом случае выглядит примерно так. Данная руководящая форма, найденная в разрезе A_1 и относимая к виду Б по признакам а, б, в, имеет также признак t_1 (возраст этого вида). Другая форма, найденная в удаленном разрезе A_2 и отнесенная по признакам а, б, в к этому же виду Б, должна обладать тем же самым признаком t_1 , т.е. иметь тот же самый возраст. Достоверность этого вывода можно усилить, взяв несколько видов, совместно встречаемых в сопоставляемых разрезах (“одинаковые фауны”).

Переход от простой аналогии к строгой аналогии осуществлен в биостратиграфии принятием принципа Гексли. Он предложил использовать для сопоставления разрезов одинаковые стратиграфические последовательности, состоящие из видов, которые повторяются в одном и том же порядке в сопоставляемых разрезах. Следует учесть, что Т. Гексли уже была известна и полностью принята дарвиновская идея органической эволюции, и для него стратиграфическая последовательность видов была результатом эволюционного процесса видообразования. По этой причине сохранение одной и той же последовательности одноименных видов на обширной территории не может быть случайным и должно отражать определенную взаимосвязь между сменяющимися друг друга во времени эволюционирующими видами. Сами виды могут рассматриваться как определенные связанные между собой признаки (в их число входит и время существования видов), характеризующие сопоставляемые разрезы. В этом случае цепочка умозаключений по строгой аналогии имеет следующий вид. Эталонный (стратотипический) разрез A_1 охарактеризован стратиграфической последовательностью видов ископаемых (а, б, в), иначе говоря, определенным гомотаксисом, которому присваивается некая возрастная метка (признак t), например жединский ярус. Прочие разрезы, имеющие идентичный набор взаимосвязанных признаков (видов) а, б, в должны также иметь жединский возраст. Можно сделать еще более явной взаимосвязь используемых для сопоставления разрезов признаков – выбрать для гомотаксиса не любые виды, а их эволюционный ряд, в котором виды связаны генетически (отношением “предок–потомок”). В этом случае использование принципа Гексли для заключения о хронологической тождественности слоев, вмещающих гомотаксальную последовательность видов, полностью следует строгой аналогии, а сам гомотаксис превращается в зональную биохронологическую шкалу, построенную на эволюционной последовательности видов и представляющую собой наиболее эффективное средство сопоставления разрезов по строгой аналогии.

Из принципа Гексли легко выводится постулат Смита: усеченная до одного деления хронологическая шкала (гомотаксис) может рассматриваться как прием сопоставления отложений по “руководящим видам”, который использовался У. Смитом для прослеживания разновозрастных пластов. Выделяемые с помощью метода Смита подразделения разреза можно отнести к разряду “слоев с фауной (флорой)” – вспомогательных стратиграфических подразделений, установление которых может предварять и облегчить (но не заменить!) построение и использование зональной хронологической шкалы (гомотаксиса Гексли). По этой причине следует согласиться с С.В. Мейеном, когда он вводит принцип Гексли в систему основополагающих принципов стратиграфии и исключает из нее “постулат Смита”, впрочем отдавая должное значению основополагающих биостратиграфических работ У. Смита, который “в явном виде ввел в стратиграфию палеонтологический метод” [5, с. 89].

Вернемся к рассмотрению трех основных принципов стратиграфии. Тесная связь принципа Стенона и принципа Гексли следует из зависимости операций расчленения и корреляции. На основе расчленения многих конкретных разрезов устанавливается устойчивый гомотаксис признаков (стратиграфическая шкала) для определенного стратиграфического интервала отложений данного региона. Затем в соответствии с принципом Стенона выполняется расчленение какого-то нового разреза и выявляется стратиграфическая последовательность ранее использованных признаков (например, видов ископаемых). Если полученные при этом данные противоречат ранее установленному гомотаксису, то мы вправе поставить вопрос о вторичном (нарушенном) залегании слоев в данном разрезе.

Таким образом, принцип суперпозиции определяет возможность установления гомотаксиса, а установленный гомотаксис контролирует истинность предлагаемой, исходя из принципа Стенона, стратиграфической последовательности подразделений в конкретных разрезах. Этим обеспечивается соответствие результатов операций по расчленению и корреляции в рамках требований, определяемых каждым из принципов.

Попутно хочу обратить внимание на то, что С.В. Мейен, по существу, дал второе рождение принципу Гексли. Во-первых, тем, что отделил так называемый “постулат Гексли” (о диахронности гомотаксальных фаун отдаленных регионов) от принципа Гексли, утверждающего геологическую разновозрастность отложений, содержащих идентичную последовательность одноименных ископаемых форм (т.е. гомотаксис). И, во-вторых, именно С.В. Мейен указал на универсальность применения принципа Гексли в стратиграфии, расширив комплекс используемых для построения гомотаксиса стратиграфических признаков и включив в них

любые события, в том числе и не относящиеся к палеонтологическим [4]. И если принцип Гексли в авторском толковании касался построения по преимуществу монотаксонных биохронологических шкал, базисом которых являлись результаты изучения каких-то групп ископаемых, то расширенная трактовка принципа позволила перейти к политаксонным (в полном смысле этого понятия) шкалам, каждое подразделение которых имеет комплексную характеристику.

С.В. Мейн предложил также для выполнения отдаленной корреляции стратонев использовать отдельный принцип “хронологической взаимозаменяемости признаков” (ХВП). Принцип ХВП имеет тесную связь с принципом Гексли (оба используются для корреляции и оба используют хронологические шкалы), но едва ли оправдана точка зрения об их идентичности [3].

Гомотаксис, в понимании Гексли, – это сохраняющаяся на значительной территории одна и та же стратиграфическая последовательность определенных видов организмов, вызванная сходными процессами заселения данной территории и последующим саморазвитием сообщества организмов (сукцессией). Естественно, что наибольший интерес для построения гомотаксиса имеют сведения, касающиеся последовательных сменяющих друг друга сообществ (сукцессионных серий). Установление отдельных элементов этих серий (последовательности определенных видов) и построение на этой основе хронологической шкалы является конечным результатом исследований под управлением принципа Гексли. На этой стадии исследований наибольший интерес вызывает хронология событий, связанных с развитием сообщества организмов. Заключительная часть анализа гомотаксиса завершается выделением биостратонев, например зональных подразделений на шкале и в разрезе.

Как только принцип Гексли отработал, корреляция разрезов на основе гомотаксиса в пределах данного региона выполнена и стратозоны выделены, вступает в дело принцип ХВП. С.В. Мейн в письме к К.В. Симакову [7] приводит перефразированное им применительно к стратиграфии известное высказывание К. Линнея: “Не признаки определяют стратон, а стратон определяет признаки” (с. 88). Поскольку зона – это минимальное хронологическое подразделение, то зональный стратон – это естественное вместилище хронологически взаимозаменяемых (одновозрастных) событий (признаков). Любые объекты (включая и палеонтологические), следы событий, обстановок, попавшие в пределы стратозоны, являются хронологически одновременными с видом-индексом данной зоны и, следовательно, хронологически взаимозаменяемыми. Из них может быть составлена комплексная характеристика зональных подразделений, которая превращает монотаксонную шкалу Геккеля в политак-

сонную шкалу Мейена – самый мощный инструмент корреляции отдаленных разрезов, поскольку путем пополнения банка хронологически взаимозаменяемых признаков ее корреляционный потенциал может быть сколь угодно значительно усилен (вплоть до планетарного).

Требуется также оговорить условия, которые определяют саму возможность установления комплекса ХВП и на которые часто не обращают внимания авторы, пересказывающие принцип Мейена “своими словами”. Чтобы не быть голословным, я приведу выдержку из работы В.И. Краснова: “С.В. Мейен ... предложил еще один принцип хронологической взаимозаменяемости признаков, обосновывая его анализом фоссилий в одном и других разрезах. При отсутствии, например, аммонитов в иных разрезах, их можно заменить, например, брахиоподами или двустворками, которые содержатся вместе с аммонитами и которые присутствуют в других разрезах при отсутствии самих аммонитов. Этот “принцип” непосредственно связан с принципом Гексли о сходстве одинаковых возрастных последовательностей. Он лишь уточняет его возможности и поэтому его, очевидно, не следует возводить в особый принцип, равный принципам Стенона и Гексли” [3, с. 13].

Сравним это высказывание с авторским толкованием принципа ХВП: “Использование этого принципа подразумевает комплексирование признаков и прослеживание в пространстве попеременно тех или иных признаков этого комплекса. Например, в одном разрезе мы наблюдаем связь комплексов остракод и аммонитов, в другом – тех же остракод и миоспор, в третьем – тех же миоспор и наземных позвоночных. Проследив эту смену в пространстве, мы можем сопоставить комплексы аммонитов и наземных позвоночных, которые будут хронологически взаимозаменяемыми” [4, с. 23]. Как будто бы у обоих авторов речь идет об одном и том же: ископаемые встречаются вместе – значит одновозрастные. Однако на той же странице С.В. Мейен разъясняет существо принципа, связывая его использование с введением “более или менее обособанных реконструкций обстановок и событий (геосистемных перестроек). Например, установив определенное соответствие в смене комплексов аммонитов и остракод и протягивая последние в те места, где аммониты отсутствуют, мы подразумеваем, что смены комплексов остракод тут и там отражают одни и те же геосистемные (палеоэкологические) перестройки (например, изменение гидрологического режима)” [там же]. С еще большей определенностью эта мысль в отношении природы хронологически взаимозаменяемых признаков высказана в той же самой работе, в главе “Каузальная стратиграфия. Геосистемы”: “Хронологически тождественными или взаимозаменяемыми являются такие стратиграфические признаки, которые отражают следы одной и

той же геосистемной перестройки” [4, с. 34]. Как известно, С.В. Мейен постоянно подчеркивал геосистемную природу как стратиграфических подразделений (стратонов), так и их границ. Принадлежащая ему короткая и сделанная позднее формулировка принципа также имеет отчетливую геосистемную окраску: “Прослеживание различных следов одного события и есть принцип ХВП в действии” [6, с. 66–67].

Таким образом, если принцип Гексли ориентирует нас на анализ “вертикальной”, стратиграфической смены признаков, то принцип Мейена нацеливает исследование на “горизонтальную” (хронологически взаимозаменяемую) смену признаков в пределах одного стратона. Наиболее достоверные результаты можно получить в том случае, когда исследуются признаки, характерные для наименьшего биостратиграфического подразделения – зонального стратона. В этом случае хронологическая взаимозаменяемость признаков оказывается наиболее обоснованной. С учетом всего сказанного я бы определил хронологически взаимозаменяемые признаки как признаки, входящие в комплексную характеристику наименьшего (зонального) подразделения биохронологической шкалы.

Как ранее отмечено, в основе использования каждого принципа лежат результаты, полученные путем применения предшествующего принципа. Так, принцип Гексли берет за основу стратиграфическую последовательность событий, устанавливаемую с помощью принципа Стенона, но отдает предпочтение тем, что прослеживаются на всей исследуемой территории региона, и формирует из этой последовательности биохронологическую региональную шкалу. Использование построенной таким образом шкалы позволяет опознать стратоны в разрезах данной биогеографической провинции. Принцип Мейена определяет возможность анализа признаков событий и обстановок в пределах установленных стратонов и создание из них комплекса хронологически взаимозаменяемых признаков, контролируемых одними и теми же палеоэкологическими событиями. Это, в свою очередь, позволяет в дальнейшем провести переоценку веса признаков, использованных при создании гомотаксиса (шкалы), и поменять их

на более весомые, т.е. хронологически взаимозаменяемые, с помощью которых можно усилить корреляционный потенциал шкалы.

Таким образом, обсуждаемые операциональные принципы тесно связаны между собой выполнением стратиграфической процедуры и могут рассматриваться как элементы единой системы, образующей базис теоретической стратиграфии. О независимости, автономности операций, выполняемых в соответствии с названными принципами, можно говорить лишь в смысле самостоятельности стратиграфических задач, решаемых с помощью каждого из них.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 15-18-5-13).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриев Г.А., Потапова М.С.* Учение о симметрии как общий метод познания закономерностей развития Земли // Пути познания Земли. М.: Наука, 1971. С. 153–171.
2. *Кондаков Н.И.* Логический словарь-справочник. М.: Наука, 1975. 720 с.
3. *Краснов В.И.* Вопросы теории в практической стратиграфии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007 (2). С. 1–24.
4. *Мейен С.В.* Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. 186 с. / Рук. деп. в ВИНТИ, № 1749-74 Деп.
5. *Мейен С.В.* Концепция гомотаксиса и ее значение в геохронологии // Развитие учения о времени в геологии. Киев: Наук. думка, 1982. С. 88–99.
6. *Мейен С.В.* От общей к теоретической стратиграфии // Сов. геология. 1981. № 9. С. 58–69.
7. *Онопrienко В.И.* Письма С.В. Мейена К.В. Симакову // Памяти Сергея Викторовича Мейена (к 70-летию со дня рождения) / Тр. Международ. палеобот. конф. М.: ГЕОС, 2005. С. 78–102.
8. *Салин Ю.С.* Стратиграфическая корреляция. М.: Недра, 1983. 157 с.
9. *Степанов Д.Л., Мессежников М.С.* Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л.: Недра, 1979. 423 с.
10. *Черных В.В.* Актуализм и метод аналогий в геологических ретроспекциях // Литосфера. 2013. № 4. С. 39–49.