

ВЕСТНИК'
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

95

серия 7



ГЕОЛОГИЯ
ГЕОГРАФИЯ

выпуск 3

15. Практическая стратиграфия / Ред. И. Ф. Никитин, А. И. Жамойда. Л., 1984. 16. Карта геологических формаций чехла Сибирской платформы. Масштаб 1:1 500 000. Объяснительная записка / Ред. Н. С. Малич. Л., 1977. 17. Карта полезных ископаемых СССР. Масштаб 1:5 000 000 / Под ред. Е. А. Козловского. Л., 1987. 18. Holland C. H. Stratigraphic classification // Sci. Program. 1964. Vol. 52. N 207.

Статья поступила в редакцию 15 декабря 1994 г.

УДК 537.7.01

Вестник СПбГУ. Сер. 7, 1995, вып. 3 (№ 21)

А. В. Попов

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА КАК ИНСТРУМЕНТ КОРРЕКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ

Значительные расхождения среди специалистов в понимании целей и задач стратиграфии свидетельствуют о недостаточной разработанности ее фундаментальных положений. Это связано, с одной стороны, с серьезным нарушением методических принципов исследовательской процедуры, а с другой — обусловлено упрощенной трактовкой общенаучных категорий времени и пространства. Фундаментальное значение для стратиграфии имеет также правильное решение проблемы движущих сил эволюционного процесса, на особенности которого опираются стратиграфические измерения.

Согласно концепции «естественной» стратиграфии [1] стратон — это совокупность горных пород, отражающих определенный этап эволюции литосферы или ее части. Ему соответствует этап эволюции биосферы или ее части, адекватно зависящий от изменения геологической среды. Отсюда вся стратиграфическая система, и общая шкала в том числе, по существу слепок геологического процесса. Она отражает, по мнению сторонников «естественной» стратиграфии, последовательность и соподчинение этапов геологического развития Земли в целом и ее различных регионов в отдельности. Исходя из этого, задача стратиграфии сводится к простому установлению и описанию литологических разностей с их палеонтологическим содержанием, которые должны являться уже готовыми стратонами. Описанная выше схема теоретических принципов «естественной» стратиграфии представляет главный ход ее логических построений, которые превращают стратиграфию в вульгарного регистратора фактов. Это в принципе не позволяет «естественной» стратиграфии развиваться как нормальной измерительной процедуре, служащей основой любого корректного исследования. В наиболее законченном виде система принципов «естественной» стратиграфии нашла свое выражение в экостратиграфии [1].

Другое, альтернативное, направление стратиграфических работ — хроностратиграфия — опирается в своих измерениях на принцип внешнего отсчета [2]. Это делает возможным разработку системы принципов стратиграфических исследований, отвечающей требованиям нормальной, корректной измерительной процедуры.

Функциональная роль стратиграфии в составе геологической науки с наибольшей очевидностью выявляется при анализе ее связей с геологическим картированием. Установление стратиграфией изохронных временных рубежей в сочетании с прослеживанием их в пространстве, осуществляемое геологической съемкой, дает возможность восстановления структуры времени-пространства геологического движения мате-

рии. По существу стратиграфические исследования и геологическое картирование в своем органическом единстве представляют метод пространственно-временного моделирования геологического процесса, результаты которого получают графическое выражение в геологической карте. К сожалению, роль В. Смита как автора комплексного метода пространственно-временного моделирования геологического процесса недостаточно оценена. Именно в геологической карте, отражающей временно́е расчленение горных пород, получают свое динамическое воплощение наиболее общие черты течения геологического процесса не только в пространстве, но и во времени. Единство времени и пространства, являющееся одним из фундаментальных свойств материи, находит свое яркое выражение в геологической карте [3].

Совершенно очевидно, что построение геологической карты, опирающееся на систему последовательных изохронных рубежей, должно основываться на строгой измерительной процедуре. Это делает необходимым рассмотрение, хотя бы в общих чертах, основных принципов исследовательской измерительной процедуры, которыми в стратиграфии нередко пренебрегают. Начать следует с разграничения таких понятий, как сравнение и измерение.

В основе познания любого предмета лежит установление его отличия и сходства со всеми другими родственными предметами, а также выяснение его внутренней дифференциации. Правильный вывод любого сравнения зависит от соблюдения следующих условий: 1) сопоставлять следует только однородные предметы и явления, 2) признаки, по которым анализируются предметы, должны иметь важное, существенное значение. Простейший вид сравнения выражается в непосредственном сопоставлении явлений и предметов друг с другом по тем или иным свойствам. Более совершенной формой исследования является измерительная процедура, для которой характерно сопоставление явлений и предметов не непосредственно, а через систему эталонов — единиц количественного измерения того или иного качества. Измерительный вид сравнения обеспечивает существенно более точное, более глубокое сопоставление явлений и предметов не только в качественном, но и в количественном отношении. Стратиграфическое, как и любое другое корректное, исследование должно строго следовать этим общим правилам.

Измерение является процессом человеческой деятельности. Инструмент измерения, как и сама его процедура, представляет идеализированные, условные построения, хотя и опирающиеся на реальные явления и процессы. Это относится как к общей шкале и любым стратиграфическим схемам, так и к отдельным стратонам и в том числе литостратонам. Как и любая измерительная процедура, стратиграфические исследования не могут обойтись без измерительного инструмента. Для стратиграфии проблема инструмента измерения имеет особое значение. От того, какой смысл вкладывается в это понятие, во многом зависят и принципы подхода к стратиграфическим работам в целом.

В основе стратиграфии как измерительной процедуры лежат два существенно различных метода, использующих принципиально разные измерительные инструменты. Один из них, который можно назвать эндохронметрией, опирается на внутреннюю систему отсчета, на внутреннюю неоднородность самого измеряемого объекта (например, литостратиграфия). Другой, названный экзохронметрией, использует внешнюю систему отсчета, которая основывается на особенностях эволюции органического мира или на свойствах радиоактивного распада [4].

Качественная неоднородность геологического процесса устанавливается преимущественно эндохронметрией, а его количественные характеристики определяются в основном с помощью экзохронметрии. Такое разграничение весьма условно, но оно необходимо для анализа. Полная картина пространственно-временных особенностей геологического процесса может быть выявлена только взаимодействием экзо- и эндохронметрии в совокупности с геологическим картированием, воссоздающим динамическую модель времени-пространства геологического процесса.

Для современной стратиграфии характерно, что основные усилия ее сосредоточены на выявлении качественных особенностей геологического процесса, в то время как его количественным свойствам не уделяется должного внимания. Это приводит к тому, что огромное принципиальное значение количественных характеристик в расшифровке геологического времени-пространства по существу не учитывается. Ука-

занное обстоятельство связано главным образом с неприятием частью стратиграфов самого понятия абсолютного времени.

Условия любой корректной процедуры эхзохронометрии (и стратиграфической в том числе) предъявляют к измерительному инструменту определенные требования. Процесс, выполняющий роль инструмента внешнего отсчета, должен обладать автономностью и изохронностью своего течения во времени и пространстве. Он не должен зависеть от измеряемого объекта. Исключение взаимного влияния инструмента и исследуемого объекта (или хотя бы существенное снижение такого влияния) — одно из главнейших и непреходящих условий получения чистого результата.

Свойства такого идеального измерительного инструмента соответствуют особенностям ньютоновского абсолютного времени. Современная наука не выявила процессов с такими характеристиками. Это вынуждает стратиграфов конструировать инструмент, который бы по своим свойствам приближался к идеальному. Корректное исследование геологического времени неизбежно приводит к необходимости введения в научный аппарат стратиграфии таких понятий, как идеальное (абсолютное) время и идеальный (абсолютный) стратиграфический измерительный инструмент, к свойствам которого необходимо стремиться. Их следует дополнить абсолютной идеальной синхронностью, приближение к которой является целью стратиграфических измерений в процессе создания геологической карты.

Стратиграфические исследования осуществляются с помощью двух операций: одна — выбор инструмента посредством расчленения разреза отложений или фаунистических (флористических) сукцессий на ряд последовательных подразделений, другая представлена корреляциями, которые являются процедурой измерения на основе принятой схемы расчленения. Эти операции используют ряд стратиграфических принципов. Разные авторы исходят из различного числа принципов. Рассмотрим некоторые из них. Под *принципом стратиграфии* будем понимать некую познавательную операцию, опирающуюся на закон. Закон же отражает существенную связь предметов и явлений. Принципы стратиграфии в совокупности должны образовывать взаимосвязанную логически непротиворечивую структуру.

Принцип геохронометрии, составляющий фундамент стратиграфических исследований, показывает, что они должны осуществляться в рамках правил нормальной измерительной процедуры. Основные взаимосвязи стратиграфических принципов группируются вокруг главных операций: расчленения и корреляции. Взаимодействие методов эхзо- и эндохронометрии определяет общую структуру соподчинения принципов и законов стратиграфии.

Принцип дуализма свидетельствует о том, что стратоны как условные временные единицы, прошедшие стадию отчуждения от материальных объектов, при корреляции и прослеживании снова как бы приобретают материальное содержание. Но эта вторичная «материализация» только видимость. Она не меняет их временной природы, обеспечивая создание геологической карты, являющейся пространственно-временной моделью геологического процесса.

В основе стратиграфических исследований лежит *принцип Стенона*, на который непосредственно опирается эндохронометрия. Его использует также и эхзохронометрия. Принцип Стенона, утверждающий, что при ненарушенном залегании каждый нижележащий слой древнее перекрывающего, является по существу операцией, переводящей пространственные отношения во временные. Если принцип геохронометрии утверждает, что стратиграфия — это нормальная корректная изме-

рительная процедура, то принцип Стенона показывает, как именно она осуществляется с учетом ее стратиграфической специфики.

Расчленение разреза отложений на ряд последовательных стратиграфических подразделений — первая операция по созданию инструмента измерения, состоящего из последовательности временных единиц. В ней происходит отчуждение установленной исследователем схемы временного расчленения от отложений, на основе которых она выделена. Это не такой уж очевидный факт, который лежит на поверхности. Надо помнить, что любое стратиграфическое расчленение — это «линейка», которой мы пытаемся измерить разрез и уложить его в прокрустово ложе нашей схемы.

Дробная временная линейка, полученная на основе расчленения толщ, играет в стратиграфических исследованиях важную, но вспомогательную роль. С помощью литостратонов прослеживаются временные биостратиграфические рубежи на местности, т. е. в пространстве. В стратиграфии докембрия роль инструмента эхзохронометрии выполняет геохронологический метод. Однако его сложность, относительная редкость абсолютных датировок и их небольшая точность не позволяют создать детальную шкалу довендских отложений. Для расчленения последних большое значение продолжают иметь методы эндоххронометрии: лито- и тектоностратиграфия, подразделения которых в значительной мере определяют структуру общей шкалы докембрия.

Общая стратиграфическая шкала (ОСШ), разработанная на основе биостратиграфического метода, выполняет функции абсолютного (идеального) инструмента измерения в стратиграфии фанерозоя. Биостратиграфический метод играет роль основного инструмента эхзохронометрии в фанерозое, который обеспечивает корректность статиграфического измерения. Он опирается на *принцип палеонтологической сукцессии* Сулави—Смита: ископаемые фауны и флоры следуют друг за другом в определенном порядке. Хотя данный принцип использует принцип Стенона, последний не может заменить собой специфические биологические (эволюционные) свойства, на которых основывается эхзохронометрия.

Фундаментальным качеством эволюции органического мира является ее существенная автономность, независимость как процесса. В то же время ее особенности позволяют создать дробную систему взаимосвязанных зональных шкал, образующих подобие «изохронного поля». Хотя далеко не все исследователи признают автономность эволюции, на практике она с самого начала применяется именно в качестве независимого инструмента внешнего отсчета, порой даже неосознанно.

После создания инструмента измерения в виде различных стратиграфических схем и шкал наступает второй этап геохронометрии — корреляции, которые осуществляются на основе выбранных шкал или схем. Операция корреляции, или датировки возраста геологических тел, в конечном счете имеет целью прослеживание изохронных возрастных рубежей в пространстве, необходимых для построения модели времени-пространства геологического процесса. Использование в стратиграфической процедуре абсолютного времени неизбежно приводит к необходимости введения понятия абсолютной синхронности как идеальной цели, к установлению которой стремится стратиграфическая измерительная процедура. Абсолютная синхронность понимается как мгновение, как исчезающий интервал времени, который фиксирует все процессы и явления как бы в застывшем виде. В пространстве абсолютной синхронности отсутствует движение, т. е. взаимодействие. Для него характерно сосуществование объектов.

Сложно дифференцированная структура времени-пространства перекрывающих друг друга зональных шкал дает возможность, опираясь

на принцип передачи корреляционной функции, создать детальную градацию последовательных временных рубежей, приближающихся по свойствам к идеальной изохронности. При этом внимание исследователя сосредоточено на поиске принципов одновременности сосуществования объектов, т. е. непосредственно на проявлении знаков синхронности. Напротив, «для естественной» стратиграфии характерны попытки установления главного события, точнее, результатов его воздействия на целый круг явлений. Импульсы от геологического события, по мнению сторонников «естественной» стратиграфии, последовательно распространяются к биосфере в целом, далее к экосистемам, сообществам, популяциям и, наконец, к генетическим системам [1]. Многоступенчатая последовательность распространения влияния неизбежно должна охватывать широкий временной интервал. Одновременность в этом случае предстает как принадлежность к широкому кругу событий, протекавших в некоем временном интервале.

С недооценкой специфики стратиграфического инструмента измерения (стратиграфических шкал) как условной категории, являющейся продуктом человеческого творчества, связано в первую очередь отождествление стратонов с материальными объектами — толщами. В представлениях многих исследователей происходит слияние стратонов также с этапами геологического процесса и эволюции органического мира. Описанная ситуация существенно затрудняет познание природы этих весьма разнородных объектов и не способствует осуществлению стратиграфических исследований, запутывая их и усложняя. Указанным обстоятельством обусловлено часто не вполне корректное определение объекта и предмета стратиграфических исследований, а иногда и их совмещение. Стратиграфии присваиваются не свойственные ей функции, далеко выходящие за границы ее естественных задач и возможностей.

Итак, стратиграфия представляет собой неотъемлемую составную часть метода графического моделирования времени-пространства геологического процесса, результаты которого выражены в виде геологической карты. Ближайшей задачей стратиграфии является измерение временных характеристик отложений (горных пород). Это необходимо для расчленения толщ на последовательные изохронные рубежи, лежащие в основе построения геологической карты. ОСШ давно утратила непосредственную связь с геологическими этапами развития конкретных регионов. Стратоны по существу превратились в условные временные единицы. ОСШ благодаря детальной зональной основе отражает непрерывность и длительность течения геологического времени, т. е. количественные его характеристики. Именно исследование временных характеристик геологических этапов, т. е. фиксация и измерение их продолжительности на изохронной линейке ОСШ, является практической задачей стратиграфии. Изучение самих этапов геологического процесса не может быть непосредственной целью стратиграфии. Разумеется, не следует забывать об относительности ОСШ как абсолютного инструмента измерения. Но другим более точным инструментом стратиграфия не располагает.

В стратиграфии все большую роль должен приобретать принцип геохронометрии. Он понимается как осуществление стратиграфических исследований в рамках правил корректной измерительной процедуры. Ее основой является система внешнего отсчета, выраженная в структуре независимых, неизменных единиц измерения — эталонов.

Структура стратиграфической классификации должна основываться в первую очередь на способах и принципах измерения. Еще одна важная градация стратонов, определяющая особенности структуры классификации, расчленяет каждую иерархию стратонов на две части. В одну входят наименьшие, базовые, стратоны, а в другую включены

стратона, занимающие верхние этажи иерархии. Первые составляют основу каждой измерительной иерархии и опираются непосредственно на конкретные явления. Содержание вторых определяется через первые. От величины базового стратона зависит разрешающая способность стратиграфических измерений.

Summary

Corrective stratigraphic investigations should be based on interaction of two major methods of measuring: e- and endochronometry, i. e. on external systems of reading (biostratigraphy, geochronology) and on internal systems of reading lithostratigraphy and other methods. The correction of the results of stratigraphic measurements mainly depends on peculiarities of instrument of exochronometry. It should possess autonomy, independence from measured object and isochronity space. The normal procedure of exochronometry requires introduction of concepts of absolute (ideal) timespace, absolute instrument of measuring and absolute synchronicity into stratigraphy.

Литература

1. Красилов В. А., Зубаков В. А., Шульдинер В. И., Ремизовский В. И. Экостратиграфия. Теория и методы. Владивосток, 1985. 2. Степанов Д. Л., Месежников М. С. Общая стратиграфия (принципы и методы стратиграфических исследований). СПб., 1979. 3. Попов А. В. О принципах и законах стратиграфии // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 7: Геология, география. 1989. Вып. 3 (№ 21). 4. Попов А. В. Принципы стратиграфии. СПб., 1993.

Статья поступила в редакцию 20 декабря 1994 г.

УДК 551.72

Вестник СПбГУ. Сер. 7, 1995, вып. 3 (№ 21)

Ю. Р. Беккер

ХРОНОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ИЛЛЮЗИЯ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ ДОКЕМБРИЯ?

Завершается XX век, и хотя время подводить научные итоги еще не пришло, основные тенденции развития просматриваются весьма отчетливо. Одной из существенных особенностей наук о Земле в уходящем столетии было интенсивное развитие геологии докембрия.

Различными методами и прежде всего геологическим картированием в складчатых областях и глубокоим бурением на платформах установлено глобальное распространение докембрия на всех материках Земли. Фундамент обширных платформ, характеризующийся своеобразными куполовидными структурными ансамблями, образован древнейшим, гетерогенным, докембрием. Более молодые докембрийские комплексы слагают древнейший осадочный чехол платформ и выполняют протяженные линейные структуры растяжения, получившие названия авлакогенов. Как теперь выясняется, почти все фанерозойские складчатые области возникли в позднем докембрии, причем докембрийский структурный план определил тектоническое своеобразие разновозрастных складчатых поясов. Как на платформах, так и в складчатых областях важнейшее значение приобрели минеральные ресурсы, связанные с докембрийскими комплексами. Структурные, петрографические, биологические и металлогенические особенности докембрия существенно изменили сложившиеся представления об эволюции геологических процессов в истории Земли.

В рассматриваемый период кардинально обновилась методика докембрийских исследований. В глубокий докембрий «проник» ряд методов, которые разрабатывались на объектах фанерозоя. Они адаптировались в новых условиях, на иных материалах и оказались весьма пер-