Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 2, 1969 г.

ОТ МАСШТАБА МОЩНОСТИ К МАСШТАБУ ВРЕМЕНИ

И. А. Одесский

В основе реконструкции истории процессов осадконакопления неизменно лежит анализ состава, строения и соотношения горных пород, слагающих геологические разрезы. Для такого анализа удобной и в настоящее время общепринятой формой изображения является построение геологических разрезов в масштабе мощности слоев.

Необходимость перевода разрезов из масштаба мощности в масштаб абсолютного времени возникла при разработке спектрального тектонического анализа, содержание которого изложено в работе [12]. Целесообразно рассмотреть этот вопрос самостоятельно на примере анализа геологической цикличности.

Проблема цикличности геологических процессов из области догадок и предположений ныне перешла в область эксперимента и строгих научных доказательств. Уже не вызывает сомнений существование 11-летних циклов Швабе-Вольфа, 23-летних циклов Хэла [20], периодичности (1800—1900 лет) в изменении увлажненности материков, блестяще доказанной А. В. Шнитниковым [18], и т. д. Все чаще в геологической литературе стали упоминаться низкочастотные циклы с продолжительностью периодов в миллионы и десятки миллионов лет и среди них 8—12 млн. лет [3], 30—45 и 150—180 млн. лет [10, 11, 16].

Большинство исследователей склоняется к мысли о том, что главная причина геологической цикличности Земли кроется в условиях ее существования как космического тела, т. е. в ее взаимосвязи с Солнцем, планетами солнечной системы и с Галактикой в целом. Ничем иным как изменением солнечной активности подтверждаются хэловские и швабевольфовские циклы. Геологические периоды в 30—45 млн. лет параллелизуются с половиной «драконического периода», проявляющегося в колебаниях солнечной системы относительно плоскости Галактики. Циклы длительностью 150—180 млн. лет увязываются с длиной галактического года, т. е. с временем полного прохождения солнечной системой галактической орбиты. Одним словом, повторяемость геологических событий, отражающих периодичность порождающих их процессов, детерминируется временем.

Таким образом, рассматривая эволюцию любого из признаков пород (цвет, гранулометрию, физические свойства и т. п.) в аспекте времени и полагая априори периодичность этой эволюции, можно по ряду дискретных значений выбранного признака пород установить с помощью приемов гармонического анализа длительность периодов.

Между тем существующий способ изображения геологических разрезов в масштабе мощности лишает возможности применения гармонического анализа на том основании, что мощности формирующихся

осадочных толщ не являются прямой функцией времени. Логический анализ основных факторов, определяющих условия осадконакопления, неизбежно приводит к заключению о главенствующей роли: 1) скорости геотектонического прогибания площади аккумуляции; 2) общего количества осадочного материала, поступающего в бассейн аккумуляции; 3) физико-географической обстановки, контролирующей, в частности, положение базиса эрозии или волнения. На эти факторы указывал еще В. В. Белоусов [4], разрабатывая палеотектонический метод исследований, построенный на анализе мощностей осадочных толщ.

Степень равномерности процесса осадконакопления и полнота представленного геологического разреза в конечном итоге будут зависеть от взаимоотношения перечисленных факторов, образующих три возможных стационарных состояния системы седиментации: недокомпенсированное, компенсированное и перекомпенсированное [8]. Нарушение одного из компонентов системы автоматически приводит к нарушению ее стационарности и к переходу в новое состояние.

Предположим, что накопление осадков в бассейне аккумуляции протекает исключительно ниже базиса эрозии или волнения, а баланс поступающего в него материала не успевает компенсировать тектонических погружений. В этом случае геологическая история бассейна будет представлена в соответствующих геологических разрезах наиболее полно, а интенсивность накопления материала определится только интенсивностью его поступления.

В случае формирования осадков под базисом эрозии или волнения, но при возросшем поступлении осадочного материала до уровня компенсации тектонических погружений геологическая история района продолжает фиксироваться в разрезах непрерывно, но скорость накопления осадков теперь полностью определяется интенсивностью тектонических движений.

Из всех возможных стационарных состояний системы компенсированное состояние, по-видимому, является наименее устойчивым, так как предусматривает совершенно строгое равновесие всех трех, лишь косвенно связанных между собой факторов.

При продолжительных перекомпенсированных тектонических погружениях поверхность аккумуляции неизбежно превысит базис эрозии или волнения, в результате чего наступит либо прекращение осадконакопления, дающее повод для возникновения скрытых несогласий, либо размыв, удаление части уже сформировавшейся толщи и образование явных несогласий со всеми характерными для них признаками. Вполне понятно, что в последнем случае скорость осадконакопления приобретет обратный знак, и из разреза выпадет значительный объем информации по истории развития бассейна. Л. Б. Рухин утверждает, что отрезки времени, соответствующие накоплению видимых в обнажении пород, часто несоизмеримо малы по сравнению с длительностью перерывов [14].

Действительно, без предположения о перерывах в осадконакоплении трудно объяснить несоответствие между относительно небольшими мощностями осадочных толщ, фиксируемых в разрезах земной коры, и высокими скоростями седиментации в современных бассейнах. Так, согласно наблюдениям, вдоль некоторых участков морских берегов ежегодно проходит до 15—20 $м^3$ гальки; в мелководных областях морских бассейнов в течение всего нескольких лет отмечается накопление многометровых подводных валов [7]. На дне лагун многие залежи поваренной соли накапливаются со скоростью до 7—8 *см* в год [15]. О высокой скорости формирования осадков свидетельствуют случаи

захоронения древесных стволов в вертикальном положении [17, 19, 21]. Огромные массы материала сгружаются также в реках. Так, за 4 года в районе Повенца у разрушенной плотины возникла песчаная речная терраса мощностью в 4 *м* [7]. Еще большие скорости накопления речных осадков отмечены С. С. Шульцем [19] в дельтовых участках Аму-Дарьи. Здесь в течение 3—4 лет формировались толщи мощностью 10—12 *м*. При таких скоростях непрерывного осадконакопления за геологические отрезки времени должны были бы сформироваться совершенно гигантские мощности осадочных толщ, чего мы в природе не наблюдаем. Фиксируемые в разрезах мощности можно объяснить только существованием неоднократных и, по-видимому, довольно длительных перерывов в процессе осадконакопления.

К этому выводу приводит и простейший расчет средней скорости осадконакопления, построенный на следующих исходных данных: 1) ежегодно общее количество наносов, сбрасываемых реками в океан, составляет 17 564 млн. *т* [9]; 2) средний объемный вес осадков в водонасыщенном состоянии составляет 1,6 *т/м*^{3} [1]; 3) накопление материала происходит преимущественно в пределах материковой отмели площадью 27,5 млн. *км*^{2}. Получающаяся в результате расчетов скорость осадконакопления, равная 390 *м* за 1 млн. лет, очень велика и не находит своего подтверждения в действительности, по крайней мере, в кайнозое, когда степень расчлененности рельефа уже приближалась к современной.

Изложенное выше в конечном итоге приводит к необходимости пользования шкалой абсолютной геохронологии, особенно успешно разрабатываемой в течение последнего десятилетия [13, 2, 6].

Разумеется, в решениях об абсолютном возрасте горных пород есть еще немало трудностей и связанных с ними неточностей. Однако сопоставление датировок, особенно для мезозойско-кайнозойских отложений, позволяет верить не только в объективность полученных результатов, но и в их достоверность. При построении геологических разрезов в масштабе времени нами использовались датировки, полученные как средние из определений различных авторов (рис. 1, 2).

Перевод геологических разрезов из масштаба мощности в масштаб абсолютного времени осуществлялся следующим образом. Для дальнейшего исследования разрезов методом гармонического анализа их необходимо представлять в виде дискретного ряда чисел (периодических кривых), отражающих эволюцию процесса осадконакопления во времени. Для этого применена формализация разрезов, основанная на придании породам определенного рангового номера [5] или кодового значения в зависимости от их гранулометрического состава. Принцип выбранной системы кодирования заключается в нарастании кодовых значений пород от наиболее тонкозернистых (известняки, мергели, глины) до наиболее грубообломочных образований (песчаники, конгломераты).

Ввиду того, что техника определения абсолютного возраста пока еще далека от совершенства и не обладает желаемой степенью точности, рационально было воспользоваться возрастными определениями рубежей в основном между системами, отделами, а иногда и некоторыми ярусами. При детальном изображении слоев в интервалах разреза с закрепленными рубежами (например, сеноманские отложения в разрезе Егингульской скважины) пришлось учитывать мощностные соотношения слоев, полагая при этом, что накопление осадков происходило пропорционально времени. Однако при нанесении слоев на разрез

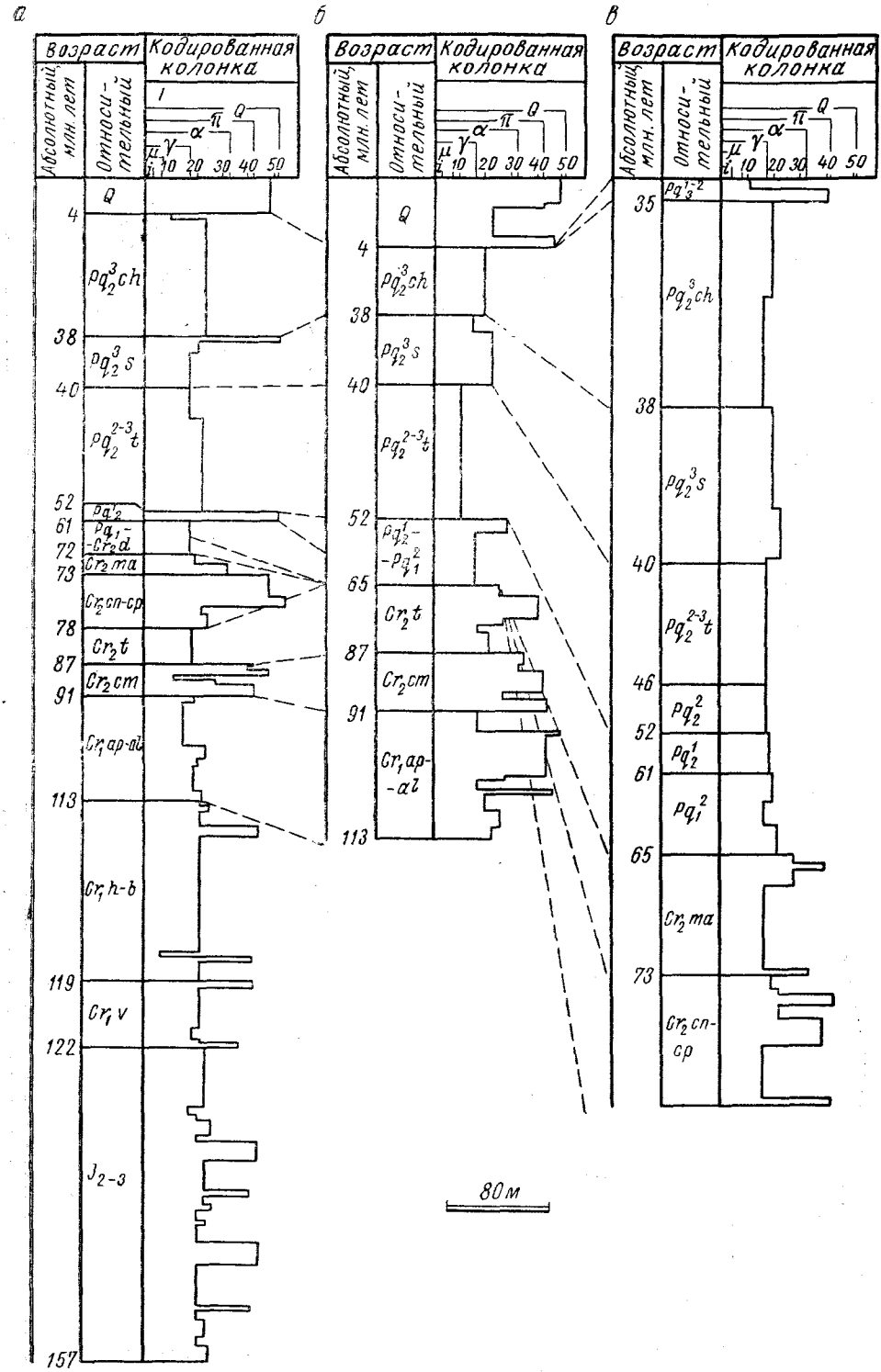


Рис. 1. Сопоставление геологических разрезов, построенных в масштабе мощности. Скважины: *а* — Егингульская; *б* — Ак-Мурзинская; *в* — Карасорская

i — известняки, μ — мергели, γ — глины, α — алевриты, π — песчаники, *Q* — конгломераты

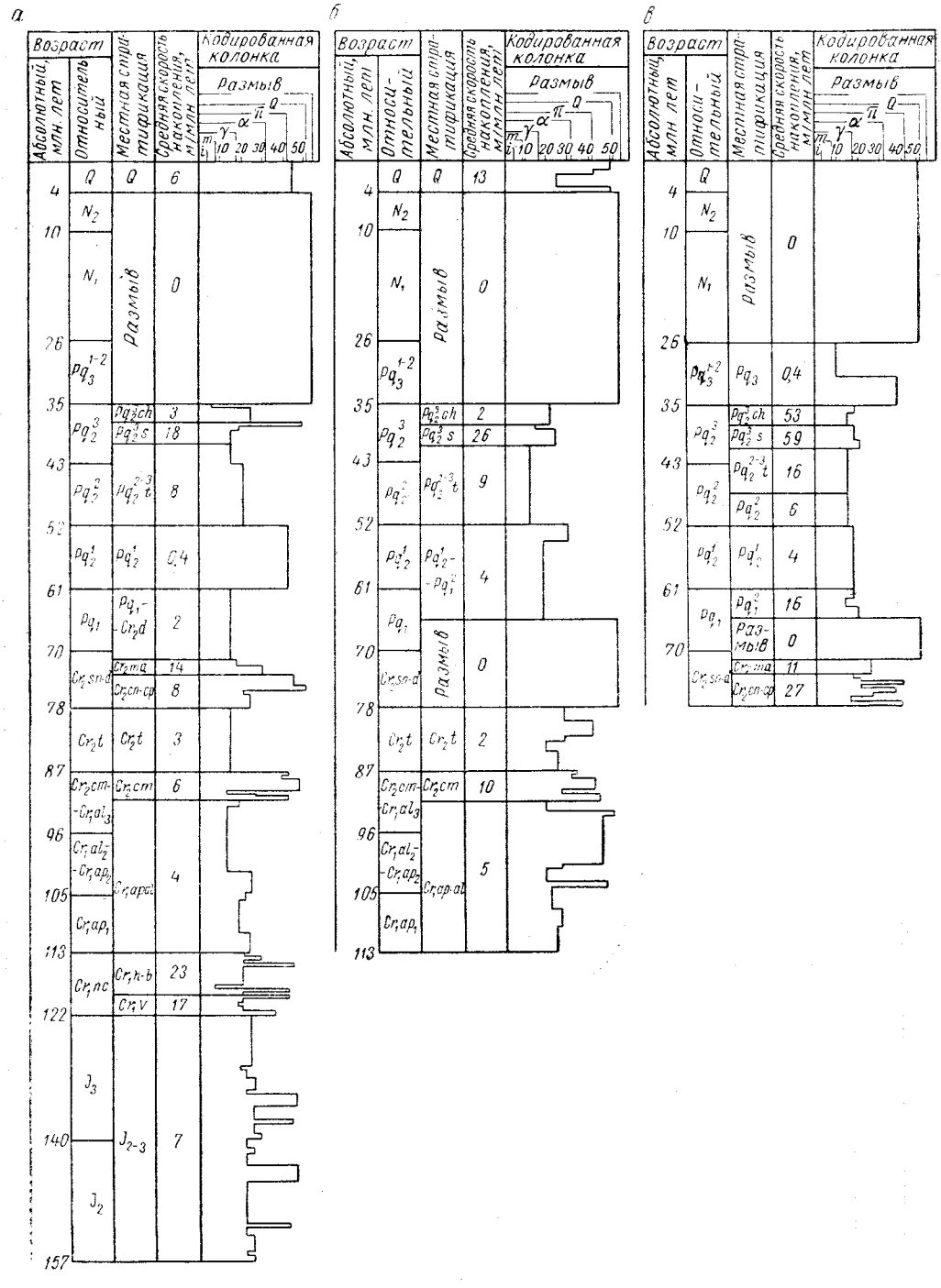


Рис. 2. Сопоставление геологических разрезов, построенных в масштабе абсолютного времени по тем же скважинам

здесь использованы не сами мощности слоев, а временные интервалы, определенные по соотношению соответствующих им мощностей. В случае, когда представленный в разрезе стратиграфический интервал задокументирован как толща переслаивания, допустим, тонкозернистых песчаников и алевролитов, для изображения этого участка разреза на периодической кривой кодовое значение определялось как средневзвешенное по интервалу.

Так как числовую характеристику разреза удобней всего снимать с его графического изображения, то возникает вопрос о масштабе этого изображения. Вполне удовлетворительным масштабом, примененным в настоящей работе, был масштаб 0,5 *см* — 1 млн. лет. Такая детальность изображения позволяет учитывать при построении периодической кривой временные интервалы, продолжительностью до 200 тыс. лет (на разрезе 1 *мм*).

Достоинство перевода геологических разрезов из масштаба мощности в масштаб времени заключается не только в возможности применения гармонического анализа. Оно состоит также в наглядности изображаемого, что хорошо видно при построении разрезов обоими способами (рис. 1, 2) *. Так, на разрезах, изображенных в масштабе абсолютной геохронологической шкалы, гораздо отчетливее проступает синхронность перерывов в осадконакоплении (коньяк-кампанское время в районе Егингульской и Карасорской скважин) с формированием грубообломочных образований в областях непрекращающейся аккумуляции (тот же интервал в районе Ак-Мурзинской скважины). Понятно, что указанный способ изображения применим лишь к относительно непродолжительным интервалам.

По-видимому, весьма полезным при пользовании масштабом времени может оказаться определение скорости осадконакопления для соответствующих интервалов разреза. Правильнее ее было бы назвать условной средней скоростью. Так, согласно значениям условной средней скорости, наиболее благоприятная обстановка для аккумуляции материала господствовала в районе Карасорской скважины. В районах двух других скважин накопление осадков протекало со скоростью вдвое и втрое меньшими. При этом в близких по условиям районах Егингульской и Ак-Мурзинской скважин происходило асинхронное колебание режима седиментации. В нижнемеловую эпоху накопление преобладало в районе Ак-Мурзинской скважины. Начиная с коньякского века, здесь наступает перерыв в осадконакоплении. В то же самое время происходит возрастание скорости седиментации в районе Егингульской скважины. В эоцене ведущее место в формировании осадков вновь приобретает Ак-Мурзинская площадь.

В заключение следует подчеркнуть, что с дальнейшими успехами абсолютных геохронологических определений появится возможность распространения аналогичных построений не только на более древние отложения (палеозой, докембрий), но и на более дробные подразделения геологической истории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов В. В. Геология дельты Аму-Дарьи. Изд-во Сам. ГУ, 1960.
2. Афанасьев Г. Д. и др. Материалы к обоснованию возраста рубежей между некоторыми геологическими системами и эпохами. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1963.

* Приведенные скважины расположены рядом в юго-восточной части Тургайской впадины.

3. Балуховский Н. Ф. Геологические циклы. «Наукова думка», 1966.
4. Белоусов В. В. Мощность отложений как выражение режима колебательных движений земной коры. Сов. геология № 2—3, 1940.
5. Вистелиус А. Б., Романова М. А. Красноцветные отложения полуострова Челекен (литостратиграфия и геологическое строение). Изд-во АН СССР, 1962.
6. Вопросы геохронологии. Сб. статей под ред. Н. И. Полевой. ИЛ, 1963.
7. Животовская А. И. Проблемы изучения физической седиментации. В кн. «Очерки по физической седиментологии», Недра, 1964.
8. Иванов Е. А. Угленосные формации. Наука, 1967.
9. Лопатин Г. В. Наносы рек СССР (образование и перенос). Учпедгиз, 1952.
10. Лунгерсгаузен Г. Ф. О периодичности геологических явлений и изменении климатов прошлых геологических эпох. В кн. «Проблемы планетарной геологии», Госгеолтехиздат, 1963.
11. Наливкин В. Д. О цикличности геологической истории. Географический сб., т. XV, 1962.
12. Одесский И. А. Применение метода обзора числовых совокупностей для выявления крупных циклов осадконакопления. В кн. «Математические методы в геологии», Тр. ВСЕГЕИ, т. 150, 1967.
13. Полевая Н. И. Шкала абсолютной геохронологии. ДАН СССР, т. 134, № 5, 1960.
14. Рухин Л. Б. Основы общей палеогеографии. Гостоптехиздат, 1962.
15. Фивег М. П. О длительности накопления соляных толщ. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та, т. 29, 1954.
16. Хаин В. Е. Общая геотектоника. Недра, 1964.
17. Шехтман П. А. Геология Среднеазиатского нижне-мезозойского угленосного бассейна. Изд-во ДАН, 1941.
18. Шнитников А. В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. Зап. Географ. об-ва СССР, т. 16, нов. сер., 1957.
19. Шульц С. С. (мл.). Меловые леса в низовьях Аму-Дарьи (р-на Султан-Уиздага и Кокчи). Тезисы докл. IX сессии ВПО, 1963.
20. Эйгенсон М. С. и др. Солнечная активность и ее земные проявления. ОГИЗ, 1948.
21. Schuchert Ch. and Dunbar C. O. A texbook of geology. Hist. Geol. ed 4, pt. 2, New Jork, 1944.