

VIII. Дискуссии

Т.Т. Казанцева

О ВОЗМОЖНОСТИ ОБОСНОВАНИЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ ЭВОЛЮЦИИ

Существующие сомнения в отношении возможности в настоящее время обосновывать геологические законы напрасны. Мне представляется, что это сделать не более сложно, чем решать любые другие геологические проблемы. Залогом успеха является достаточность необходимых знаний и продуманность выбранного пути.

Если исходить из того, что общегеологические законы — это законы природы, которые распространяются на все геологические уровни организации вещества, а не на все известные геологические дисциплины, как считает В.Т. Фролов [2000], станет понятным, что в геологии имеются две ветви основных законов: вещественных и эволюции. Это вытекает из назначения геологической науки — изучения вещества земной коры, его происхождения и развития.

С 1989 года я публикую результаты исследований, направленных на обоснование неизвестных ранее геологических законов эволюции. Названная проблема решается не только с использованием современных знаний в минералогии, петрологии, учении о формациях, но и с точки зрения геотектоники. И это не случайно, так как последняя, по определению Н.С. Шатского, пронизывает все области геологических исследований и пытается решать конечные и наиболее общие вопросы геологии.

Мы знаем, что все геологические науки основываются на изучении природных процессов со сбором фактического материала в экспедициях, экспериментах, проводимых в лабораториях, и теоретических обобщениях результатов. Экспериментальные исследования в современной геологии являются неотъемлемой частью решения многих научных проблем. И, несмотря на то, что геологические события длятся миллионы лет, любое длительное событие можно представить как следующие друг за другом все более кратковременные эпизоды. Это следует из того, что геологические процессы ранжированы, а стадийность, цикличность и этапность эволюции складчатой области характеризуются соответствующими вещественными геосистемами. Последние в свою очередь состоят из вещества все более низких рангов.

Но в геологии моделирование процессов на основе экспериментов — это лишь малая доля по сравнению с тем моделированием, которое базируется на геологических фактах, собранных в экспедициях различного назначения — от геологической съемки до тематических. Однако интер-

претация фактических данных не всегда однозначна. При совместном осмотре одного из ключевых для геологии Ю. Урала обнажений глыбовой зоны, которая раньше рассматривалась как послонное накопление осадков, академик А.В. Пейве, выдающийся советский тектонист, объяснил причину разночтения геологических объектов такими словами: «Каждый видит в обнажении лишь то, что он знает. А объем знаний у всех разный».

Природа позаботилась о том, чтобы создавая природные вещественные факты — результаты своей деятельности, сохранить их и предоставить нам для исследований. Подходы к расшифровке заложенной в них информации правильно определил Н. Стено, написав в 1669 году: «... при данном теле определенной формы, созданном согласно законам Природы, в самом теле находим доказательства, раскрывающие место и способ его создания» [Стено, 1957, стр. 12].

Но чем представлены такие доказательства, и как расшифровать заложенную в природном теле информацию? Ответить на эти вопросы можно лишь применяя методiku, которая позволила бы приблизиться к однозначной интерпретации фактов. Такой методикой стала вещественно-структурная, основанная мною на процитированной выше «подсказке» Стено, системных представлениях в геологии и согласующейся с последними ранговости вещества.

Вопросы системности в геологии рассмотрены в журнале «Геология» № 3 за 1998 год, где в определении геологической системы заложена *общая для всех природных геосистем сущность* — целостность, двуединая противоположность состава и структура. Двуединая противоположность рассматривается по принципу дополнительности, обосновывавшемуся еще древнегреческими философами. Целостность предполагает автономность системы, узнаваемость ее, взаимодействие с внешним миром как целое. Структура определяется как порядок, последовательность, способ организации элементов, характер связей и отношений между составляющими. *Так как каждая система, как целостная категория, создается структурой, именно в последней заложена информация об условиях ее образования. Поэтому основным методом решения генетических проблем геологических систем всех уровней следует считать изучение их структуры. Выяснение характера изменчивости структурных особенностей в сопряженных по времени условиях эволюционирующей*

среды, установление закономерностей их преобразования, составили суть предложенной вещественно-структурной методики.

К выявлению геологических законов эволюции я подошла как к решению элементарной задачи, в которой на основе известных следует найти искомое. В соответствии с существующим обобщенным определением закона известными служат «явления и предметы» либо «объекты», а искомым — «устойчивые, внутренние и существенные связи» между ними. Для законов эволюции «явления и предметы» — это разноранговые вещественные единицы и геодинамические режимы их накопления. В отношении первых наша наука располагает довольно обширными сведениями. Но эволюция предполагает достаточность знаний и об условиях развития геовещества в определенных временных интервалах. А определенности в отношении геодинамических режимов, закономерностей их смены в пределах непрерывных отрезков геологического времени до недавнего времени не существовало. Эта проблема и была решена при помощи названной выше вещественно-структурной методики [Казанцева, 1981, 1987, 1998, 2001; Казанцева, Камалетдинов, 1986; Kazantseva, Kamaltdinov, 1986; и др.].

Так, на протяжении истории изучения вулканизма в складчатых областях мира многими исследователями в разные годы выявлены важнейшие закономерности, касающиеся его состава и строения. На Урале, например, установлены типовые формации, их последовательность и неоднократная повторяемость во времени; формационные ряды с последовательной сменой вулканитов основного состава все более кислыми разностями, с возрастанием степени дифференциации вулканитов от начала к концу каждого ряда, со сменой преимущественно афировых структур начальных формаций порфиоровыми — в конечных; увеличение объема субвулканических, интрузивных и осадочных образований; снижение в последних количества кремней при возрастании доли карбонатных и терригенных пород и др. В согласии с названной выше методикой начальные вулканические формации изливаются в условиях открытости недр, их хорошей проницаемости, что может быть обеспечено только соответствующим по масштабности разломообразованием. Структурные особенности зрелых и конечных формаций являются следствием ухудшения проницаемости данного участка литосферы, что эффективнее всего достигается горизонтальными смещениями магмоподводящих дизъюнктивов в результате их пережатия и запечатывания. Последнее тем интенсивнее, чем значительнее тектонические напряжения горизонтального сжатия. Накопление флиша определяется разрушением ранее сформированных толщ и происходит там, где вулканическая деятель-

ность прекращается. Это возможно только при полной закрытости недр, при максимальном тангенциальном сжатии. Температуры кристаллизации изверженных горных пород различного состава определяются степенью их тугоплавкости, и потому известны. Для пород основного состава они высокие, для среднего — ниже, для кислого — еще ниже. Таким образом, последовательность геодинамических режимов развития каждого тектонического цикла сводится к зарождению его в условиях низких значений напряжений горизонтального сжатия и высоких температур, дальнейшему постепенному усилению бокового давления и падению температур, разрядке предельно допустимых тангенциальных напряжений при надвигании с возрастанием в зонах перемещений температурных значений. Из сказанного следует, что напряжение тангенциального сжатия по мере развития тектонического цикла возрастает, а вещественный состав каждой формации и всего тектонического цикла определяются соответствующими геодинамическими режимами их развития.

При сравнительном анализе состава и строения разновозрастных формационных рядов (тектонических циклов) Южного Урала, а также других складчатых областей (Крымской, Корякско-Камчатской, Карпатской, Аппалачской) нами было выяснено, что в более молодом тектоническом цикле по сравнению с предыдущим направленно уменьшается объем вулканических серий за счет возрастания флишевых, в составе вулканических серий снижается доля начальных формаций, вплоть до полного исчезновения за счет увеличения собственно зрелых, растет объем щелочных серий, интрузивные комплексы получают все большее развитие, а состав их становится все более кислым, снижается уровень кремненакопления в осадках, возрастает количество хемогенных и терригенных толщ, в составе флишевых образований олистостромовые горизонты получают большее развитие, и пр. Значит, по мере омоложения тектонических циклов ранние формации постепенно редуцируют, уступая место конечным членам. Перечисленные закономерности аналогичны тем, что определены для каждого формационного ряда, характеризующего развитие одного тектонического цикла, и не могут быть объяснены иначе, чем направленным возрастанием напряжений бокового сжатия по мере омоложения тектонических циклов и обусловленностью их вещественного состава особенностями геодинамического режима.

Для эволюции магматизма всей планеты по О.А. Богатинову, Ю.И. Дмитриеву, В.И. Коваленко и др. [1987] характерны те же тенденции: а) непрерывно-дискретный характер развития, цикличность, направленность и необратимость; б) более широкое развитие базитового магматизма в начале каждого цикла, а кислого, щелочного и субщелоч-

ного — в конце; в) закономерное повышение общего уровня кремнекислотности и щелочности от цикла к циклу и др.

Итак: 1) развитие магматизма отдельных тектонических циклов, целых складчатых областей и всей земной литосферы подчиняются общим закономерностям; 2) общая тектоническая активность планеты в процессе ее эволюции закономерно повышается; 3) вещественный состав и его направленная смена во времени определяются соответствующим изменением тектонического режима; 4) эволюция магматического вещества осуществляется в условиях закономерного возрастания давления и снижения температуры.

Отсутствие приведенных знаний являлось основным препятствием для открытия законов эволюции. Сейчас этот пробел заполнен. Если это так, то геологические тела всех рангов плюс геодинамическая эволюция будут определять законы эволюции. Другими словами, законы эволюции в геологии — это устойчивые, внутренние и существенные связи между составляющими геосистемы объектами и геодинамическими условиями, при которых они формируются.

Противники научных законов в геологии как опровергающий фактор называют нелинейность геодинамики. Но так ли это?

В стандартное мышление о подчиненности всех геологических событий только линейным законам Ю.М. Пушаровский [1993] внес новое представление о нелинейной геодинамике. Ранее, в восьмидесятых годах только что прошедшего столетия, как известно, термин «нелинейность» уже применялся в геологии, в частности в металлогенических работах А.Д. Щеглова [1983]. Но на работу первого из названных авторов, авторитетного отечественного тектониста, научная геологическая общественность отреагировала незамедлительно. В различных геологических изданиях появляется множество публикаций с использованием терминов: «хаос», «бифуркация», «флуктуация», «неравновесность», «нерегулярность», «неустойчивость» и пр., проводятся научные семинары, издаются монографии. Практически заговорили о нелинейности в геологии как о некоем чуде, способном все неясное прояснить, все непонятое объяснить. В дальнейшем, в публикациях В.Н. Шолпо, В.Е. Хаина и других, в общем, высоко оценивших это открытие, внесены определенные коррективы, сводящиеся к несомненности природных сочетаний геологических процессов, подчиняющихся, с одной стороны, линейным, и с другой — нелинейным законам.

Но те, кто мало знаком с закономерностями в геологии, восприняли рассматриваемые веяния как приоритет в геологических процессах всеобъемлющего хаоса. Эдакий ультракатастрофизм.

В очередной публикации на эту же тему автор «нелинейной геодинамики» расставил «все по

своим местам», так разъяснив основную сущность новизны: «Нелинейная геодинамика как *ветвь геодинамики* охватывает радикальные отклонения от последовательности (линейности) в развитии геодинамических систем» [Пушаровский, 1999, стр. 43]. И далее: «Если раньше исходили из того, что все в геологии predetermined и развивается поступательно, то в настоящее время часто приходится сталкиваться с мнением, что вся геология нелинейна. Однако, оба этих суждения — крайность» (там же).

Исследуя особенности развития геологических процессов во времени, я уже предпринимала попытку выяснить в них роль хаотичных и упорядоченных состояний. С этой точки зрения анализировались периодичность и повторяемость тектонических событий земной коры, а также механизм формирования последней. Результаты приводятся ниже в тезисном изложении.

Формирование земной коры осуществляется *мегациклично*. Каждый мегацикл представлен двумя стадиями: стадией растяжения или *рифтогенно-спрединговой* и стадией сжатия или *геосинклинальной* — в теории геосинклиналей, *субдукции, аккреции и коллизии* — в новой глобальной тектонике.

Стадия растяжения начинается континентальным рифтогенезом, постепенно преобразующимся в океанический. Заложение рифтов связано с разрывом сплошности толщ, деструкцией континентальной коры. Океанический рифтогенез сопровождается формированием океанической коры, состоящей из гипербазитов, габброидов и пелагических кремней. Их развитие обладает цикличностью и эволюционной направленностью.

В стадии сжатия наращивается новый сегмент континентальной коры за счет взаимодействия *тектонически совмещенных* кор ранее образованного континента и сопредельного океана. Накапливаются осадочно-вулканогенные формации с *эволюционной* направленностью состава и строения. Поэтому стадию сжатия, очевидно, следует называть стадией геологического взаимодействия гетерогенных кор. Процессы протекают также циклично.

Смена стадий обуславливается изменением знака тектонических напряжений. Следовательно, *стадия — это геотектонический период с геодинамическими условиями одного знака, в течение которого формируется земная кора (океаническая — в стадию растяжения, а континентальная — в стадию сжатия)*.

Каждая стадия представлена одним или несколькими тектоническими циклами. Тектонический цикл рифтогенно-спрединговой стадии является результатом нового импульса растяжения, а геологического взаимодействия гетерогенных кор — обусловлен очередным надвиганием блока океанической коры на континентальную.

Тектонический цикл стадии растяжения характеризуется осадконакоплением с довольно

правильной повторяемостью сходных по составу и строению толщ — цикличностью, когда грубообломочные толщи вверх по разрезу сменяются песчаными, а последние, в свою очередь, тонкообломочными, затем глинистыми и карбонатными. Магматическим образованиям свойственны антидромная направленность и сравнительно небольшое развитие.

Тектонический цикл стадии сжатия состоит из *эволюционного этапа*, когда формируется вулканическая серия с гомодромной направленностью вулканизма, и *деформационного*, представленного флишевой и гранитной формациями. Смена эволюционного этапа на деформационный является результатом возрастания напряжений бокового сжатия до критических для данного объема пород значений, что определяет развитие дизъюнктивных деформаций.

Итак, как стадия растяжения, так и стадия сжатия состоят из деформационных и эволюционных периодов. При этом, развитие обеих определяется и завершается деструктивным периодом. То же свойственно и тектоническим циклам.

Все это, как и чередование деформационных и эволюционных периодов, а также их взаимобусловленность наглядно отражены в шарьяжно-надвиговом механизме формирования земной коры континентов. Этот механизм предусматривает зарождение и развитие короформирующего процесса под действием мощного тангенциального сжатия, периодически разряжающегося надвиганием блока океанической коры на сопредельный край континента. Совмещались гетерогенные массы так, что легкоплавкая сиалическая кора оказывалась расположенной под тяжелой тугоплавкой мафического состава. В результате надвигания резко возрастала температура за счет перехода механической энергии в тепловую, снималось избыточное давление скалыванием, активизировались геохимические процессы и рождался магматический очаг усредненного состава. Это деструктивный период разупорядоченности с высокой энтропией. Постепенное повышение бокового давления способствовало последовательно возрастающей степени дифференциации магмы, образованию вулканической серии с направленным упорядочением ее строения, что определило эволюционный характер развития данного этапа. Когда же латеральные нагрузки вновь возросли так, что ухудшилась проницаемость толщ и стали закрываться магмопроводящие дизъюнктивы, возобновился режим, свойственный деформационному этапу. Это время характеризовалось массовым надвиганием и шарьированием горных масс, осложняемых складчатостью. Очередное надвигание пластины океанической коры на континентальную обусловило зарождение следующего тектонического цикла со своими деформационным и эволюционным периодами.

Опираясь на эти знания, конкретные геологические материалы и вытекающие из них выводы, а также труды И.Р. Пригожина [1985], И.Р. Пригожина и Н. Стенгерса [1986], Р. Мюллера [1985], П. Эткинса [1987], А. Патниса и Дж. Мак-Коннелла [1983], Дж. Карери [1985] и др., я утвердилась в заключении, что: «эволюция вещества всех геологических уровней отражается структурным упорядочением. На определенном этапе развития эволюционные изменения сменяют соответствующие структурные разупорядочения, ведущие к разномасштабным хаотическим состояниям. В последних зарождаются структуры, упорядоченность которых более совершенна. Таким образом, чередование хаоса и порядка, возникновение и развитие второго из первого является непрямым следствием эволюции» [1990, стр. 35]. Кстати, в одной из работ И.Р. Пригожина обращено внимание на то, что «порядок и беспорядок сосуществуют как два аспекта одного целого и дают нам различное видение мира» [1991, стр. 50].

Уместно напомнить, что проблема «линейности» и «нелинейности» дискутируется в геологии в ракурсе противопоставления «катастрофизма» и «эволюционизма» уже давно и уходит корнями к известному спору начала девятнадцатого века между французскими учеными Ж. Кювье и Эли де Бомоном, англичанином А. Седжвиком, немецким исследователем А. Гумбольдтом, с одной стороны, и Ж.Б. Ламарком и Ж. Сент-Илером, с другой. Периодически отдавалось предпочтение то одному, то другому направлению, и это отражено в трудах выдающихся личностей в науке, таких как: Ч. Дарвин, Э. Геккель, Т. Гексли, Д. Дэна, Н.С. Шатский и др. (эволюционизм), Г. Штилле и др. (катастрофизм). Последовательным эволюционистом был и А.Л. Яншин. Строго говоря, эволюционизм — это синтетическое учение в естествознании, возникшее на базе униформизма и актуализма. Оно унаследовало и черты катастрофизма, в частности признание перерывов постепенности. Не так давно А.Г. Рябухиным и Н.В. Короновским [1998] рассмотрена основная суть данной дискуссии и подчеркнут, в соответствии с современным уровнем геологических знаний, с нашей точки зрения, совершенно правильный вывод о непрерывно-прерывистом характере развития геологических процессов разного ранга. В становлении геологических систем — заключают они — «наряду с линейной детерминистской ветвью развития важнейшую роль играют катастрофические процессы, которые являются нормальным признаком эволюции» (стр. 14).

Показанное выше непрерывно-прерывистое или эволюционно-деформационное развитие геологических процессов очевидно следует рассматривать в ранге научного принципа.

С использованием арсенала известных ранее и приведенных выше закономерностей я сформу-

лировала такие геологические законы эволюции, как закон энергетической обеспеченности основных геологических процессов тектоническими силами и закон определенности состава геовещественных единиц интенсивностью тектонического режима [Казанцева, 1989, 2001]. Эти законы уверенно прослеживаются на минеральном и породном уровнях, что станет предметом отдельной статьи.

Литература:

- Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А. и др.** Структурная геология Магнитогорского синклинария Южного Урала. М.: Наука, 1992. 184 с.
- Казанцева Т.Т.** Происхождение и развитие геосинклиналей. Уфа: БФАН СССР, 1981. 26 с.
- Казанцева Т.Т.** Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала. М.: Наука, 1987. 169 с.
- Казанцева Т.Т.** Системы, ранги и геологические законы // Шарьирование и геологические процессы. Уфа, 1989. С. 47–48.
- Казанцева Т.Т.** Тектоника и эволюция. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1990. 40 с.
- Казанцева Т.Т.** Системные представления и законы геологии // Известия отделения наук о Земле и экологии. Геология. 1998. № 3. С. 53–64.
- Казанцева Т.Т.** Теоретическая геология и общегеологические законы эволюции // Известия отделения наук о Земле и экологии. Геология. 2001. № 7. С. 8–24.
- Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.** Геосинклинальное развитие Урала // ДАН СССР. 1986. Т. 288. № 6. С. 1449–1453.
- Карери Дж.** Порядок и беспорядок в структуре материи. М.: Мир, 1985. 232 с.
- Магматические** горные породы. Том «Эволюция магматизма в истории Земли» / Отв. ред. В.И. Коваленко. М.: Наука, 1987. 340 с.
- Мюллер Р.** Порядок — беспорядок // Минералогическая энциклопедия. Л.: Недра, 1985. С. 267–269.
- Патнис А., Мак-Коннелл Дж.** Основные черты поведения минералов. М.: Мир, 1983. 304 с.
- Пригожин И.Р.** От существующего к возникающему. М.: Наука, 1985. 327 с.
- Пригожин И.Р., Стенгерс И.** Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. 431 с.
- Пригожин И.Р.** Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46–52.
- Пуцаровский Ю.М.** Нелинейная геодинамика (кредо автора) // Геотектоника. 1993. № 1. С. 3–6.
- Пуцаровский Ю.М.** Линейность и нелинейность в геологии // Геотектоника. 1999. № 3. С. 42–49.
- Рябухин А.Г., Короновский Н.В.** Концепция катастрофизма в геологии // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 1998. № 6. С. 6–15.
- Стено Н.** О твердом, естественно содержащемся в твердом. М., 1957. С. 12.
- Фролов В.Т.** О науке геологии. Статья 1. Законы в геологии // Вестник Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2000. № 6. С. 3–14.
- Щеглов А.Д.** Нелинейная металлогения // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271. № 6. С. 1471–1474.
- Эткинс П.** Порядок и беспорядок в природе. М.: Мир, 1987. 324 с.
- Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A.** The geosynclinal development of the Urals // Tectonophysics. 1986. V. 127, N. 3/4. P. 371–382.