

УДК 551.24

НЕЛИНЕЙНОСТЬ-ФРАКТАЛЬНОСТЬ ИЛИ РЕИДНОСТЬ-ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТЬ: КАКИЕ КАТЕГОРИИ БЛИЖЕ ГЕОЛОГИИ?

(Отзыв на статью Н.В. Короновского, А.А. Наймарка «Методы динамической геологии на критическом рубеже применимости»)

© 2013 А.В. Викулин

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: vik@kscnet.ru

Приводится анализ методов исследования, предлагаемых Н.В. Короновским и А.А. Наймарком в качестве основы нового «нелинейного» направления в геологии.

Ключевые слова: геологическая среда, нелинейность, фрактальность, реидность, энергонасыщенность.

Являясь рецензентом статьи Н.В. Короновского и А.А. Наймарка «Методы динамической геологии на критическом рубеже применимости» я раньше других читателей смог ознакомиться с ее содержанием. Тема, затронутая в представленной статье, находясь на стыке различных наук, является интересной, сложной и нужной для современного понимания различных геологических задач. Вместе с тем, при внимательном прочтении статьи возникает ряд спорных моментов, на которые мы и хотим обратить внимание читателей.

НЕЛИНЕЙНОСТЬ

Уже вводная часть рецензируемой статьи ставит своей целью объяснить читателям, что основные проблемы, стоящие перед современной геологией (или динамической геологией, в данном случае это не так важно), заключены в «нелинейности» геологической среды. Логика авторов-геологов не понятна. Почему именно нелинейность — понятие такое далекое от геологии, а не, скажем, реидность — понятие «чисто» геологическое? Постараемся разобраться.

Во-первых. Концепция «нелинейность среды» в физике, нелинейной (и/или физической) акустике, включает рассмотрение геометрической, физической, структурной и др. нелинейностей (Гурбатов и др., 2008; Красильников, Крылов, 1984; Ландау, Лифшиц, 2003; Руденко,

Солуян, 1975). И физика всех этих нелинейностей количественно достаточно строго объясняется соответствующими членами уравнений, описывающими движение среды. Убери уравнения — и физика и количественная характеристика нелинейностей исчезает, а само понятие становится, по сути, философской категорией.

По такому же пути, как и в физике, идут *геофизики*, определяя и понятие нелинейности *геофизической* среды и ее значение; в геофизике кроме выше перечисленных определяются статическая и динамическая нелинейности (Николаев, 1987; Проблемы..., 2003). Показано, что нелинейность геофизической среды, как отношение упругих параметров третьего (нелинейного) порядка к таким же параметрам второго (линейного) порядка, очень велика и составляет примерно 10^4 . Какова физика такой большой нелинейности пока непонятно. Для примера, в акустике научились работать с нелинейностями порядка 1-10, максимум 100.

Большая (гигантская!) по величине нелинейность, которая определена для горных пород, в (Гурбатов и др., 2008) названа «структурной нелинейностью», и как с ней работать, что с ней делать, пока не совсем понятно: в физике в настоящее время нет соответствующих методов исследования таких гигантских по величине нелинейностей.

Вот здесь, возможно, и кроются ответы на вопросы «о нелинейности *геофизической* среды»

и «ее возможной природе». В этой связи необходимо отметить следующее. Физики работают с малыми по размеру (лабораторными) образцами, геофизики же – с большими: с земной корой, мантией и Землей, в целом. Физики к концепции нелинейности среды пришли путем последовательного приближения, изначально отталкиваясь от линейной среды (от линейных уравнений ее движения), постепенно включая и анализируя появляющиеся нелинейности; геофизики же – анализируя большие объемы вещества Земли, сразу показали существование у геофизической среды гигантской по значению нелинейности. Как видим, возможно, что развитые в физике методы анализа нелинейностей, как и понятие самой нелинейности, «в чистом виде» из-за масштабов рассмотрения и величин нелинейностей просто могут оказаться неприменимыми к геофизической среде и, возможно, в геофизике придется вводить и некий новый термин, который будет иметь и свой новый смысл.

Во-вторых. Какой смысл вкладывают авторы рецензируемой статьи в термины «линейная» и «нелинейная» геологическая среда? Нигде как в этой работе, так и в предыдущих работах авторов об этом не говорится ничего достаточно определенного. Например, в статье (Наймарк, Захаров, 2012), на которую ссылаются авторы, в разделе «Нелинейность, хаотичность и непредсказуемость в геологии» содержатся только высказывания самого общего плана о нелинейности вообще; тип нелинейности не конкретизируется и она *никак* не «привязана» к конкретным геологическим данным о самой геологической среде.

Далее, представляется, что, по-видимому, авторы на геологическую среду интуитивно переносят тот смысл термина «нелинейность», который уже сложился в физике. При этом они критически не анализируют его применение к геофизическим задачам, где это понятие находит все более широкое применение и, главное – современное осмысление и понимание, полагая, что геофизическая нелинейность ничего особенного в себе заключать не может. Как видим, это далеко не так, и уже сложившееся в физике понимание понятия «нелинейность», возможно, в настоящее время, уже не может само по себе без соответствующих пояснений и оговорок являться достаточным аргументом для геофизики.

В-третьих, как и геофизическая нелинейность – гигантская по своей величине нелинейность, нелинейность геологической среды также может обладать рядом своих специфических особенностей. Например, именно геологами в 1930-х гг. (Геологический..., 1978, 2010–2012) было введено понятие реидного (сверхпластичного в твердом состоянии (Леонов, 2008)) течения геологической среды. То же, в основном, геологами в

последние десятилетия убедительно показано и такое ее свойство, как энергонасыщенность (Пономарев, 2008). Впрочем, на свойство энергонасыщенности геологи вполне определенно указывали и раньше, например (Богданович, 1909). А.В. Пейве (1961) более полувека назад обратил внимание на то, что любой блок горной породы обладает «собственным потенциалом движения» – это уже не просто свойство энергонасыщенности, но и указание на возможный физический механизм достижения такого состояния блоковой вращающейся геосредой – моментный (Викулин, 2005; Викулин и др., 2008, 2011; Vikulin et al., 2013). Представления о самоорганизации геосреды развивались А.В. Лукьяновым (1999).

Другим интересным примером геологического движения, непонятного до настоящего времени, и, скорее всего, связанного с реидным движением, являются впервые описанные китайским геологом Ли Сыгуаном в 1928 г. (Lee, 1928) геологические вихревые структуры, которые формировались «в твердом состоянии на месте и за счет вещества верхней мантии» и «с самого начала формировались как дугообразные, а не механически изгибались из первоначально прямолинейных структур» (Слензак, 1972, с. 73, 92). Четкого понимания того, как образуются такие структуры, как они развиваются, в какой степени связаны с вращательными движениями Земли, нет до настоящего времени.

По проблеме вихревых геологических структур выходит большое количество литературы (Вихри..., 2004; Милановский, 2007; Teisseyre et al., 2006) и специальные выпуски ведущих журналов (Bulletin..., 2009), вихревые движения закладываются в основу новых представлений в науках о Земле (Мелекесцев, 1979) и даже новой парадигмы геологии (Викулин и др., 2011; Викулин, Тверитинова, 2008; Мирлин, 2009; Vikulin et al., 2013). Несмотря на определенные успехи в понимании «вихревого» движения геологической среды, тем не менее, широкого распространения эта тематика в геологии так и не находит. По сути, вихревые структуры в настоящее время для геологической науки отсутствуют.

Несомненно, что отмеченные геологами для геологической среды свойства самоорганизации, реидности, энергонасыщенности и способности совершать вихревые движения, скорее всего, имеют самое прямое и непосредственное отношение к такому ее свойству, которое авторы вкладывают в нелинейность геологической среды. Однако следует заметить, что отмеченные рецензентом выше свойства геологической среды пока не могут быть объяснены в рамках известных механических представлений. Возможно, что для описания таких свойств геосреды, проявляющихся в больших пространственных и времен-

ных масштабах, потребуются и разработка новых представлений в геофизике и в физике. Во всяком случае, такую возможность заранее нельзя исключать. Поэтому говорить о свойствах геологической среды с использованием уже сложившихся в настоящее время в физике и механике представлений о концепции нелинейности, не корректно и не дальновидно.

Как видим, употребляемый авторами рецензируемой статьи термин «нелинейность геологической среды» требует и самого тщательного анализа и определения. Представляется, что с геологической точки зрения «вхождение» в проблемы геологии (и динамической геологии, в том числе) «на критическом рубеже применимости» было бы правильнее и для геологов понятнее провести именно исходя из установленных геологами свойств геологической среды – самоорганизации, реидности, энергонасыщенности, способности вихревым образом двигаться и др., возможно, не известных еще рецензенту.

В-четвертых. Свойство нелинейности – непростое свойство. Оно приводит не только к «размытостям» и неопределенностям (бифуркациям и аттракторам), о которых говорят авторы, но и к сходимостям, «концентрациям» и, как следствие, к вполне определенной предсказуемости процесса. Этот «вполне прогнозируемый» аспект нелинейности авторами рецензируемой статьи совершенно не затрагивается. Поэтому всю сложность «вхождения» в проблемы динамической геологии на современном этапе видеть только в непредсказуемости нелинейных эффектов было бы совершенно неправильно. Без рассмотрения этого аспекта нелинейности не может быть принято безоговорочное и полное отрицание авторами рецензируемой работы, их некоторых предыдущих работ и цитируемой выше работы (Наймарк, Захаров, 2012) возможности прогнозирования геологических процессов и, в том числе, землетрясений (цитируем из аннотации рецензируемой статьи): «динамика обсуждаемых структурообразующих процессов существенно хаотична и непредсказуема». Такой вывод есть яркий пример того, как далеко можно зайти, основывая свои умозаключения только на выводах самого общего свойства и совершенно игнорируя конкретные геологические и геофизические данные.

ФРАКТАЛЬНОСТЬ

Авторы пишут: «Возникает фрактальное распределение сейсмичности, давно установленное исследователями эмпирически» (середина раздела «Анализ фрактальности геологической среды и поля сейсмопрогнозируемости»). Рецензент никак не может согласиться с

этим утверждением – оно, вообще говоря, неправильное.

Во-первых, следовало бы в этом месте привести ссылку (ссылки) на соответствующую работу – это очень важно и позволит определить уровень конкретного геологического понимания авторами этого понятия.

Во-вторых. Очаги достаточно сильных, например, тихоокеанских и индонезийских землетрясений вытянуты вдоль островных дуг и континентальных окраин, при этом их протяженности намного, в пять раз и более (для Чилийского землетрясения 1960 г. в 10 раз и более!), превышают их размеры вкrest региона. Такие очаги и соответствующие им блоки геологической (и геофизической тоже) среды никак нельзя считать фрактальными областями, так как их фрактальным образом никогда не удастся заполнить очагами афтершоков и форшоков и их скоплениями – они заведомо не обладают такой «вытянутостью». Так что теоретические соображения это одно, а их применение на практике к конкретным объектам – это нечто другое.

В-третьих. Если уж и обсуждать фрактальность геологической среды, то следовало бы рассматривать в качестве примера не современную сейсмичность, сейсмичность последнего столетия; такой сейсмичности соответствует геофизическая среда и геофизический процесс. Для анализа фрактальности и/или нефрактальности геологической среды следовало бы анализировать сейсмический процесс или его флуктуации, которые имели место на геологических отрезках времени. Например, аномально высокую сейсмичность, которая имела место на гигантской территории планеты в IX-XIV вв., при главном землетрясении которой в 1202 г. погибло около 1.2 млн. человек и при сильнейших форшоках в IX-XI вв. и афтершоках в XII-XIV вв. погибло еще примерно столько же и тоже на большой территории (Викулин и др., 2012).

В-четвертых: насчет перестройки «в грубодискретную фрактальную» (начало раздела «Анализ основ структурно-парагенетического метода») среду. В соответствии с законами физики любая перестройка должна приводить к уменьшению внутренней энергии тела, в нашем случае – геологической среды. Перестройка геологической среды, осуществляемая в течение геологических по продолжительности отрезков времени, в отличие от перестройки геофизической среды, происходит, скорее всего, не с образованием разрывов, сколов и других такого рода нарушений, а и посредством реидного течения, приводящего, в том числе, к образованию вихревых структур. Во всяком случае, авторам-геологам, занимающимся динамической геологией, такую возможность исключать никак нельзя и ее следо-

вало бы обсудить в первую очередь самым тщательным образом.

С реидностью, по мнению рецензента, тесно связаны и такие свойства геологической среды, как самоорганизация, энергонасыщенность и способность двигаться «вихревым» способом. Представляется, что все эти свойства геологической среды необходимо анализировать в совокупности.

В-пятых: относительно «традиционной модели разрывообразования» (начало заключительного раздела). Модель геологической среды не просто кардинальным образом изменяется путем какого-то перераспределения разрывов по *геофизическим* блокам или структурам. Само понятие движения *геологической* среды в свете современных представлений приобретает совершенно новые качества — самоорганизация, реидность, энергонасыщенность, способность двигаться вихревым способом. Не учет авторами—геологами рецензируемой статьи таких геологических свойств среды, по сути, оставляет их в рамках старых представлений, из которых авторы на самом деле хотят выйти, но вместо этого они просто известные представления, не изменяя их смысла и не наполняя новым содержанием, перекрашивают в другой цвет, называя их кардинально новыми.

Игнорирование геологами таких геологических свойств геологической среды, выявленных самими же геологами, в значительной степени снижает геологическую и геофизическую ценность представленной на рецензию работы.

ДРУГИЕ ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СТАТЬЕ

Авторами в рецензируемой работе часто используются понятия, которые они никак не расшифровывают. Например: «сквозное раскалывание» (начало раздела «О теоретико-методических основаниях динамической геологии»), «как давно установлено в механике» (там же), «критическая нарушенность» (начало раздела «Анализ механизма предразрушения и проблема прогноза сейсмогенного макрораскалывания»), «поле надежной прогнозируемости» (начало раздела «Анализ фрактальности геологической среды и поля сейсмопрогнозируемости»), «участки надежной прогнозируемости» (там же) и др. По-видимому, авторы имеют в виду тот материал, который уже «давно установлен в механике» и известен по лабораторным экспериментам, и при этом ничего не говорят о том, что происходит в реальной геологической среде. Как видим, они, по сути, обсуждают свойства геологической среды на основании данных о лабора-

торных телах. В этой связи следует отметить следующее.

Во-первых. Рецензируемая работа внутренне противоречива. С одной стороны, авторы пытаются внести в динамическую геологию концепцию нелинейности в том понимании, в каком она сложилась в механике (физике), с другой стороны, они не пытаются даже проанализировать и понять, что нового могут привнести в механику и физику полученные в геологии данные о свойствах геологической среды. Повторим еще раз, открытые геологами для геологической среды свойства самоорганизации, реидности, энергонасыщенности и способности двигаться вихревым образом, пока никак не могут быть поняты в рамках существующих механических и физических моделей и, возможно, в дальнейшем потребуют привлечения и/или разработки принципиально новых физических представлений.

Во-вторых, среди геологов, геофизиков и геомехаников имеются и другие представления о поведении (движении) геологической среды. Например, анализ естественных напряжений, выполненный по результатам измерений в рудниках на территории северной Евразии, показал, что весь массив коры, обладая определенной структурой, в каждый момент самоорганизуется, уходит от ситуаций с накоплением энергии за счет перестройки структуры и только исчерпав эти возможности резко перестраивается и организуется в новую структуру, в «одежде» которой ему будет «легче жить» (Леонтьев, 2001).

В-третьих. В рецензируемой работе и в предыдущих работах авторов *полностью* отсутствуют ссылки на работы по нелинейной геомеханике — новому направлению и в теоретической и в практической геологии, а те многочисленные ссылки, что были добавлены авторами в процессе редактирования статьи, по сути, формальные. Это направление опирается на многочисленные экспериментальные данные, полученные на рудниках бывшего СССР и сопредельных государств, и на протяжении уже многих десятков лет разрабатывается; см., например (Современная..., 2008). В представленной работе авторы ограничиваются выводами самого общего плана и при этом даже не предпринимают попытки использовать *конкретные геологические* данные о *геологической* среде, установленные самими же *геологами* (Леонов, 2008; Пейве, 1961; Пономарев, 2008 и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальная тема, затронутая в представленной статье, находится на стыке геологии, геофизики и физики, несомненно, является достаточно сложной и одновременно нужной для современного понимания геологии и геофизики и,

в целом, наук о Земле. Аннотация статьи написана специфическим языком и вряд ли будет понятна геологам. Она представляет собой, по сути, цитаты из учебника по динамике неравновесных систем и содержит, на взгляд рецензента, не обоснованные выводы.

Тема статьи изложена односторонне. Освящен взгляд только с геологической стороны, и только с позиций, фундаментом которых являются достаточно общего плана концепции, заложенные в основании известных представлений механики и физики. Такой подход в определенном смысле оправдан; он развивается многими исследователями геологами и геофизиками, а не только авторами представленной статьи. Это обстоятельство в работе тоже следовало бы отметить.

Представления авторов о «нелинейности» геологической среды интуитивны, неконкретны и расплывчаты. С одной стороны, такие представления тесно переплетаются с такими же представлениями о нелинейности геофизической среды, с другой – они никак конкретно «не привязаны» к ним. При этом геологическая и геофизическая среды авторами совершенно не различаются, что, очевидно, неправильно. Такие же неопределенные представления у авторов и о фрактальности геологической среды. В основном, все обсуждаемые в работе вопросы в той или иной степени касались нелинейности и фрактальности в применении к авторским (во многом формальным и не понятным рецензенту) представлениям о геофизической среде, а не геологической.

При изложении такого действительно нужного для современных геологов и геофизиков положения о движении блоковой вращающейся среды, в работе полностью проигнорированы известные и важные для содержания работы данные о самой геологической среде, полученные самими же геологами: о ее самоорганизации, реидности, энергонасыщенности и способности двигаться в виде вихревых геологических структур. Представляется, что для геологии более «продуктивным» направлением может являться обсуждение именно таких свойств геологической среды, осмысление которых неизбежно выведет нас и на нелинейность, и на фрактальность – эти понятия для геологии являются слишком абстрактными и неопределенными, чтобы их закладывать в основание нового подхода в геологии.

Рецензент согласен с авторами: анализ должен быть продолжен. Тем не менее, представляется, что основное направление анализа должно быть изменено: вместо обсуждения абстрактных, неопределенных и далеких от геологии понятий нелинейности и/или фрактальности сле-

дует приступить к осмыслению уже установленных самими геологами свойств геологической среды. На языке геологии правильнее говорить не о «концепции нелинейности в геологии» (Короновский, 2006, с. 493-513), а о природе таких геологических свойств геосреды, как ее самоорганизация, реидность, энергонасыщенность и способность двигаться вихревым способом. Такое направление исследований, более понятное для геологов, неизбежно выведет и на нелинейность геологической среды и на ее фрактальность, и, главное – на осмысление геологического (и геофизического) смысла этих, по сути, физической и математической концепций.

Для понимания затронутых в представленной статье вопросов необходима дискуссия специалистов разных специальностей: физиков и механиков, геологов и геофизиков, и др. Именно с этой целью были изданы сборники (Вихри..., 2004; Ротационные..., 2007) и на страницах Вестника КРАУНЦ был опубликован ряд работ; (Викулин, 2005; Наймарк, Захаров, 2012; Тверитинова, Викулин, 2005). Такая дискуссия на страницах Вестника КРАУНЦ, науки о Земле могла бы быть продолжена.

Список литературы

- Богданович К.И.* Землетрясения в Мессине и Сан Франциско. СПб, 1909. 165 с.
- Викулин А.В.* Ротационные упругие поля в твердых телах и вихревые решения проблемы Дирихле: тождественные системы? // Вестник КРАУНЦ, науки о Земле. 2005. № 2. Вып. 6. С. 86-95.
- Викулин А.В., Иванчин А.Г., Тверитинова Т.Ю.* Моментная вихревая геодинамика // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2011. № 1. С. 29-35.
- Викулин А.В., Семенец Н.В., Викулина М.А.* Глобальные катастрофы: геодинамика и социум // Геодинамические процессы и социум. 2012. Т. 11. № 3. С. 11-45.
- Викулин А.В., Тверитинова Т.Ю.* Моментная волновая природа геологической среды // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2008. № 6. С. 16-21.
- Вихри в геологических процессах / Ред. А.В. Викулин. Петропавловск-Камчатский: КамГУ, 2004. 297 с.
- Геологический словарь. В 2-х т. М.: Недра, 1978. Т.1. 487 с.; Т.2. 456 с.
- Геологический словарь. В 3-х т. СПб: ВСЕГЕИ, 2010-2012. Т.1. 432 с.; Т.2. 480 с.; Т.3. 440 с.
- Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И.* Волны и структуры в нелинейных средах. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 496 с.
- Короновский Н.В.* Общая геология: учебник. М.: КДУ, 2006. 528 с.

- Красильников В.А., Крылов В.В.* Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984. 400 с.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория упругости. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 264 с.
- Леонов М.Г.* Тектоника консолидированной коры. М.: Наука, 2008. 457 с.
- Леонтьев А.В.* Анализ естественных напряжений по результатам измерений в рудниках на территории Северной Евразии // ФТПРПИ. 2001. № 1. С. 24-38.
- Лукьянов А.В.* Нелинейные эффекты в моделях тектогенеза // Проблемы динамики литосферы / Отв. ред. А.В. Лукьянов. М.: Наука, 1999. С. 253-287.
- Мелекесцев И.В.* Вихревая вулканическая гипотеза и некоторые перспективы ее применения // Проблемы глубинного магматизма / Отв. ред. В.С. Соболев. М.: Наука, 1979. С. 125-155.
- Мирлин Е.Г.* Вихревая тектоника // ДАН. 2009. Т. 426. № 5. С. 649-652.
- Наймарк А.А., Захаров В.С.* О соотношениях направленности, цикличности и нелинейности в геологических процессах // Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле. 2012. № 1. Вып. 19. С. 181-189.
- Николаев А.В.* Проблемы нелинейной сейсмологии // Проблемы нелинейной сейсмологии / Отв. ред. А.В. Николаев. М.: Наука, 1987. С. 5-20.
- Проблемы геофизики XXI века / Отв. ред. А.В. Николаев.* В 2-х кн. М. Наука, 2003. Кн. 1., 333 с.; Кн. 2, 311 с.
- Пономарев В.С.* Энергонасыщенность геологической среды. М.: Наука, 2008. 379 с.
- Пейве А.В.* Тектоника и магматизм // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1961. № 3. С. 36-54.
- Ротационные процессы в геологии и физике / Ред. Е.Е. Милановский.* М.: КомКнига, 2007. 528 с.
- Руденко О.В., Солуян С.И.* Теоретические основы нелинейной акустики. М.: Наука, 1975. 288 с.
- Слензак О.И.* Вихревые системы литосферы и структуры докембрия. Киев: Наукова Думка, 1972. 182 с.
- Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействие на объекты недропользования.* Новосибирск: Издательство СО РАН, 2008. 449 с.
- Тверитинова Т.Ю., Викулин А.В.* Геологические и геофизические признаки вихревых структур в геологической среде // Вестник КРАУНЦ, науки о Земле. 2005. № 5. С. 59-77.
- Bulletin Seismological Society of America. Special Issue.* 2009. V. 99. №. 2B. P. 945-1486.
- Lee J.S.* Some characteristic structural types in Eastern Asia and Their Bearing upon the problems of continental movements // Geol. Mag. LXVI. 1928. P. 422-430.
- Vikulin A.V., Tveritina T.Yu., Ivanchin A.G.* Wave moment geodynamics // Acta Geophysica. 2013. V. 61. № 2. P. 245-263.
- Teissery R., Takeo M., Maejowski E.* Earthquake source asymmetry, structural median and rotation effects. Hiedelberg, Germany: Springer, 2006. 582 p.

NONLINEARITY–FRACTALITY OR RHEIDITY–ENERGY SATURATION: WHICH CATEGORIES ARE CLOSER FOR GEOLOGY?

(Review on the article of N.V. Koronovskii, A.A. Naimark «Methods of dynamic geology at the critical turn of applicability»)

A.V. Vikulin

Institute of Volcanology and Seismology, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006

The author provides the analysis of the research methods proposed by N.V. Koronovskii and A.A. Naimark as the basis for a new «non-linear» trend in geology.

Keywords: geological medium, nonlinearity, fractality, rheidity, energy saturation.