



<http://dx.doi.org/10.5800/GT-2016-7-2-0212>

PLATE TECTONICS AND GEODYNAMICS OF ROTATING BLOCK MEDIUM: REPLY TO YU.L. REBETSKY'S COMMENT ON "GEODYNAMICS AS WAVE DYNAMICS OF THE MEDIUM COMPOSED OF ROTATING BLOCKS" BY A.V. VIKULIN [GEODYN. TECTONOPHYS., 2015, 6 (3), 345–364]

A. V. Vikulin

Institute of Volcanology and Seismology, Far East Branch of RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Recommended by G.G. Kocharyan

For citation: *Vikulin A.V.* 2016. Plate tectonics and geodynamics of rotating block medium: Reply to Yu.L. Rebetsky's Comment on "Geodynamics as wave dynamics of the medium composed of rotating blocks" by A.V. Vikulin [Geodyn. Tectonophys., 2015, 6 (3), 345–364]. *Geodynamics & Tectonophysics* 7 (2), 343–346. doi:10.5800/GT-2016-7-2-0212.

Для цитирования: *Викулин А.В.* Тектоника плит и геодинамика блоковой вращающейся геосреды: Ответ на комментарий Ю.Л. Ребецкого к публикации А.В. Викулина «Геодинамика как волновая динамика блоковой вращающейся среды» [Геодинамика и тектонофизика, 2015, т. 6, № 3, с. 345–364] // *Геодинамика и тектонофизика*. 2016. Т. 7. № 2. С. 343–346. doi:10.5800/GT-2016-7-2-0212.

ТЕКТОНИКА ПЛИТ И ГЕОДИНАМИКА БЛОКОВОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ГЕОСРЕДЫ: ОТВЕТ НА КОММЕНТАРИЙ Ю.Л. РЕБЕЦКОГО К ПУБЛИКАЦИИ А.В. ВИКУЛИНА «ГЕОДИНАМИКА КАК ВОЛНОВАЯ ДИНАМИКА БЛОКОВОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СРЕДЫ» [ГЕОДИНАМИКА И ТЕКТОНОФИЗИКА, 2015, т. 6, № 3, с. 345–364]

А. В. Викулин

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

Отзыв представляет собой попытку анализа оппонентом Ю.Л. Ребецким [Rebetsky, 2016] ротационного подхода к задачам геодинамики, развиваемо-

го в авторской работе [Vikulin, 2015]. Анализ проводится с позиции тектоники плит, положения которой оппонентом, видимо, принимаются как един-

ственно возможная «истина», что, конечно, не так. Разберемся во всем по порядку, для чего имеет смысл вернуться к истокам.

Тектоника плит. *Теорема Эйлера* занимает важнейшее место в концепции тектоники плит: она является одним из шести основных ее допущений, в рамках которого в тектонике плит любые их вращательные движения механически равнозначны соответствующим им трансляционным перемещениям по поверхности Земли. Теорема Эйлера является *математической* теоремой: «всякое перемещение твердого тела, имеющего одну неподвижную точку O , из одного положения в другое можно осуществить одним поворотом этого тела вокруг оси, проходящей через точку O » [Sakharnyy, 1964, с. 378]. При геодинамических построениях, как правило, не выполняется необходимое и достаточное условие теоремы Эйлера – на Земле отсутствует неподвижная точка: она вращается вокруг своей оси, вокруг Солнца и в составе Солнечной системы вокруг центра Галактики. Как видим, отсутствуют и механические, и геодинамические основания для использования в *геологической* по своему содержанию тектонике плит строго доказанной *математической* теоремы; применение теоремы Эйлера к задачам геологии нельзя считать ни физически, ни математически, ни геологически обоснованным для описания и интерпретации геодинамических движений.

Концепция «сила». При объяснении особенностей движения геосреды применение концепции силы было фактически предопределено использованием теоремы Эйлера. Именно концепция силы – физический аналог трансляционного движения – для подавляющего большинства исследователей является в настоящее время основополагающей при решении задач геодинамики и тектонофизики. Отсутствие математических и геологических оснований для применения теоремы Эйлера не дает права на использование в рамках тектоники плит и концепции силы.

Свойства геосреды. Такие свойства геологической среды, как энергонасыщенность, реидность и способность образовывать вихревые геологические структуры, выявленные самими же геологами, в рамках тектоники плит не могут найти своего объяснения [Vikulin, 2013, 2014, 2016]. Видимо, по этой причине ее последователями такие свойства геосреды, как правило, и не рассматриваются и не анализируются. Нелинейные свойства геосреды, выявленные геофизиками, геологами, анализируются и используются, по сути, на «бытовом уровне» [Vikulin, 2013; Vikulin et al., 2016].

Волновая геодинамика. Применение теоремы Эйлера и, как следствие, использование концепции «сила» привели к тому, что в механических моде-

лях тектоники плит уравнения движения и «твердой» земной коры, и литосферы, и «вязкой» астеносферы записываются, как правило, в инерциальной, невращающейся системе координат. В «инерционном» приближении характерные скорости геодинамического процесса в тектонике плит должны быть равными скоростям сейсмических волн. Однако характерные значения скоростей геодинамических движений, как известно, по своей величине на много порядков меньше. В тектонике плит такая ситуация исправляется «искусственным» образом – путем построения таких моделирующих геодинамические движения *нелинейных* уравнений, значения характерных скоростей которых по порядку величины оказываются близкими наблюдаемым геодинамическим скоростям. При этом, вероятно, исследователи-геологи полагают, что и природа, и величины нелинейностей в используемых при моделировании геодинамических движений уравнениях должны быть близкими нелинейностям, характерным для геологической среды. Это, очевидно, не так и требует самого тщательного и физико-математического, и геодинамического анализа.

Пути дальнейшего развития тектоники плит. Вместо более строгого обоснования физических, механических, математических и геодинамических основ дальнейшего развития тектоники плит планируется проводить, фактически, по пути ее усложнения. Согласно [Lobkovsky et al., 2004, p. 303], «... на Земле существуют как бы две тектоники: глобальная и непрерывная ... тектоника плит и неравномерная во времени импульсная тектоника мантийных плюмов». Модель такой новой тектоники включает уже восемь основных положений [Lobkovsky et al., 2004, p. 319–321]. С учетом шести основных положений «классической» тектоники плит получается слишком сложная конструкция, разобраться в которой не ее авторам, по-видимому, уже просто невозможно.

Ротационная модель геодинамического процесса. *Концепция «движение».* Красивый физический результат как оригинальный анализ представлений механики: движения, деформации, напряжения и силы был получен С.Э. Хайкиным: непосредственной причиной деформаций является *движение*, а не *силы*. К геодинамике этот вывод был применен Ю.О. Кузьминым: непосредственной причиной деформаций земной коры является *движение геосреды*, а не *силы*, на нее действующие [Kuzmin, 2009]. Таким образом, замена основополагающей в геодинамике концепции «сила» на концепцию «движение», по сути, приводит к «разломно-блоковой» дилемме [Kuzmin, 2013] и/или известным представлениям А.В. Пейве и М.А. Садовского о блоковом строении геосреды.

Ротационный фактор в геодинамике. Согласно [Khain, Poletaev, 2007, p. 21], «... ротационный режим должен служить отправным моментом и основой численного и физического моделирования любых геологических (как и всех других) процессов».

Концепция «момент импульса». Первым основополагающим положением механики вращающегося твердого тела является независимость угловой скорости от жестко связанной с телом системы координат. Это позволяет для геосреды применить концепцию «момент импульса», которым обладает любой ее блок. Вследствие поступательного движения верхней мантии вдоль поверхности Земли происходит изменение направления момента, что в соответствии с законом его сохранения приводит к появлению момента силы, прикладываемого к поверхности блока со стороны окружающей его среды. Как видим, *движение* блоковой вращающейся среды – геосреды приводит в полном соответствии с ротационным фактором и законами физики к «закачке» в нее упругих напряжений с моментом силы [Vikulin et al., 2016; Vikulin, 2015]. В рамках таких ротационных моментно-блоковых представлений, очевидно, отсутствует необходимость поиска и самих сил, и их источников.

Тектоническая сила, о которой говорит оппонент в первом предложении своего отзыва, здесь совершенно не причем – в рамках ротационного подхода используется концепция *движения геосреды* [Kuz'min, 2012]. *Напряжения,* возникающие вокруг блоков геосреды, также не являются некими *дополнениями* к чему-то, как утверждает оппонент, они – *первичные, основные.*

В рамках ротационной модели оказывается возможным описывать и такие свойства геосреды, как энергонасыщенность, реидность, способность образовывать вихревые структуры, нелинейность, и ее волновые движения, и сформулировать принципиально новые положения, которые никак не вписываются в тектонику плит [Vikulin, 2013, 2014, 2015, 2016; Vikulin et al., 2016].

Резюме. О других конкретных замечаниях оппонента. Блок земной коры не движется под влия-

нием «тектонической силы», как утверждает оппонент. Во-первых, в рамках ротационной модели используется более физически и геодинамически обоснованная концепция движения. Во-вторых, никто ничего конкретного не может сказать о величине силы, действующей на геоблоки. Такая сила еще никем не измерена и, по-видимому, не может быть измерена в принципе. И в то же время мы с использованием данных достаточно плотных GPS-сетей вполне определенно можем судить как о вращениях (величинах поворотов) тех или иных локальных регионов Земли, блоков, плит и геологических структур, так и о их количественных характеристиках (см., например [Kuzikov, Mukhamediev, 2010]).

По этим же причинам вокруг блока геосреды не формируется «дополнительное ротационное напряженное состояние», как утверждает оппонент – такое состояние в ротационной модели является, по сути, первичным и основным, количественно определяющим движение (поворот) блока и его ротационную природу.

Не имеют никакого отношения к ротационной модели и проведенный оппонентом анализ криволинейных движений в виде суммы поступательного движения и вращения и выполненные им следствия – такой подход представляет собой, по сути, попытку «сшить» тектонику плит и ротационную геодинамическую модель, что бессмысленно.

Проведенный нами анализ свидетельствует: тектоника плит находится в глубочайшем кризисе, из которого она вряд ли уже выйдет. Анализ других концепций с позиций тектоники плит не имеет никакого смысла, результаты такого анализа не могут являться критерием их «правильности» или «неправильности».

Тем не менее автор признателен оппоненту за проведенный им анализ, который стимулировал автора настоящего ответа на более полную и предметную критику концепции тектоники плит. Представляется, что дискуссия в этом направлении может быть продолжена исследователями разных специальностей.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Khain V., Poletaev A., 2007. Rotational tectonics. *Nauka v Rossii (Science in Russia)* (6), 14–21 (in Russian) [Хаин В., Поletaев А. Ротационная тектоника // *Наука в России*. 2007. № 6. С. 14–21].
- Kuzikov S.I., Mukhamediev S.A., 2010. Structure of the present-day velocity field of the crust in the area of the Central-Asian GPS network. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 46 (7), 584–601. <http://dx.doi.org/10.1134/S1069351310070037>.
- Kuzmin Y.O., 2009. Tectonophysics and recent geodynamics. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 45 (11), 973–986. <http://dx.doi.org/10.1134/S1069351309110056>.
- Kuzmin Y.O., 2013. Recent geodynamics of the faults and paradoxes of the rates of deformation. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 49 (5), 626–642. <http://dx.doi.org/10.1134/S1069351313050029>.

- Kuz'min Y.O., 2012. Deformation autowaves in fault zones. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 48 (1), 1–16. <http://dx.doi.org/10.1134/S1069351312010089>.
- Lobkovsky L.I., Nikishin A.M., Khain V.E., 2004. Modern Issues of Geotectonics and Geodynamics. Nauchnyy Mir, Moscow, 612 p. (in Russian) [Лобковский Л.И., Никушин А.М., Хаин В.Е. Современные проблемы геотектоники и геодинамики. М.: Научный мир, 2004. 612 с.].
- Rebetsky Yu.L., 2016. Comment on “Geodynamics as wave dynamics of the medium composed of rotating blocks” by A.V. Vikulin [Geodyn. Tectonophys., 2015, 6 (3), 345–364]. *Geodynamics & Tectonophysics* 7 (2), 337–341. <http://dx.doi.org/10.5800/GT-2016-7-2-0211>.
- Sakharnyy N.F., 1964. Course of theoretical mechanics. Vysshaya Shkola, Moscow, 844 p. (in Russian) [Сахарный Н.Ф. Курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1964. 844 с.].
- Vikulin A.V., 2013. 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”). *Bulletin of Kamchatka Regional Association Education–Science Centre. Earth Sciences* (1), 163–168 (in Russian) [Викулин А.В. 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») // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1 (21). С. 163–168].
- Vikulin A.V., 2014. The problem of vortex motions in geology (Review of the article by E.G. Mirlin and Yu.V. Mironov “The role of vortex motions in geodynamics of the Aegean sea (based on comparative analysis with the geodynamics of the Woodlark basin”). *Bulletin of Kamchatka Regional Association Education–Science Centre. Earth Sciences* (2), 186–190 (in Russian) [Викулин А.В. Проблема вихревых движений в геологии (Отзыв на статью Е.Г. Мирлина, Ю.В. Миронова «Роль вихревого движения в геодинамике Эгейского моря (на основе сравнительного анализа с геодинамикой котловины Вудларк)») // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2014. № 2 (24). С. 186–190].
- Vikulin A.V., 2015. Geodynamics as wave dynamics of the medium composed of rotating blocks. *Geodynamics & Tectonophysics* 6 (3), 345–364. <http://dx.doi.org/10.5800/GT-2015-6-3-0185>.
- Vikulin A.V., 2016. Problem of rotative motions in geology (A review of the article by D.S. Myagkov and Yu. L. Rebetsky “The evolution of structure of crustal flow and relief of epi-platfomal orogens effected by small-scale convection in the asthenosphere”). *Bulletin of Kamchatka Regional Association Education–Science Centre. Earth Sciences* (1), 101–105 (in Russian) [Викулин А.В. Проблема ротационных движений в геологии (Отзыв на статью Д.С. Мягкова, Ю.Л. Ребецкого «Эволюция структуры течения рельефа коры эпиплатформенных орогенов под воздействием мелкомасштабной астеносферной конвекции») // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. № 1 (29). С. 101–105].
- Vikulin A.V., Makhmudov K.F., Ivanchin A.G., Gerus A.I., Dolgaya A.A., 2016. On wave and rheidity properties of the Earth's crust. *Physics of the Solid State* 58 (3), 561–571. <http://dx.doi.org/10.1134/S1063783416030306>.



Vikulin, Alexander V., Doctor of Physics and Mathematics, Lead Researcher
Institute of Volcanology and Seismology, Far East Branch of RAS
9 Piip Boulevard, Petropavlovsk-Kamchatsky 683006, Russia
✉ e-mail: vik@kscnet.ru

Викулин Александр Васильевич, д.ф.-м.н, в.н.с.
Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН
683006, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, Россия
✉ e-mail: vik@kscnet.ru