

РОТАЦИОННОВИХРЕВАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ — МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ОБЩИЙ ТЕРМИН НАУКИ О РЕЛЬЕФЕ БЫСТРО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ К ОБСУЖДЕНИЮ ЕГО ВАРИАНТЫ ДЛЯ ДРУГИХ ПЛАНЕТ ЗЕМНОГО ТИПА

© 2026 И.В. Мелекесцев

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, 683023
e-mail: kurmrr@kscnet.ru*

Поступила в редакцию 16.05.2024; после доработки 17.03.2026; принята в печать 27.03.2026

Показано, что ротационновихревая геоморфология — не только наука, но и ведущий, самый длительный и постоянный глобальный фактор рельефообразования для быстро вращающейся по оси планеты Земля. Он проявился с начальной стадии роста Земли как аккреционной планеты, а эллипсоид Пра-Земли унаследован от выросшего ядра быстро вращавшегося против часовой стрелки спирального вихря, который двигался по орбите вокруг Солнца. Ядро вихря, благодаря сложному многослойному и многочленному комплексу происходивших там турбулентных процессов, превратилось в слоистую, из сферических оболочек, быстро вращающуюся планету — Землю. Ротация послужила первичной и главной глобальной причиной динамических процессов рельефообразования, происходивших в литосфере, а также связанных с гидросферой и атмосферой планеты. Важнейшее следствие ротационного эффекта и спиральных вихрей — опосредованное влияние и на земное рельефообразование через появившуюся благодаря им органическую жизнь, включая человека. Первопричина возникновения жизни — активное и сложное взаимодействие вихрей литосферы и вихревых структур жидкого внешнего ядра Земли. Вихревые структуры жидкого ядра были и остались генераторами знакопеременных электрического и магнитных полей.

Ключевые слова: ротационновихревая геоморфология, вихревые структуры, атмосфера, литосфера, жидкое ядро.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время из четырех планет земного типа (Меркурия, Венеры, Земли — по рельефу и истории его развития, Марса) и Луны обобщающие и признанные названия наук о рельефе их поверхности существуют только для Земли (геоморфология) и Луны — селеноморфология (по имени богини Луны — Селена) (Геологический..., 1973; Словарь..., 1975; Толковый..., 1978). Первый термин появился в конце XIX в., второй — в первой половине XX в., с началом космических полетов, в результате которых, с разной степенью детальности, был исследован и рельеф трех других планет, а также обратной стороны Луны. Поэтому сейчас возникла научная необходимость для создания аналогичных терминов и для Меркурия, Венеры, Марса. Но не только их, так как много свежих данных

появилось и об общепланетарных особенностях рельефообразующих процессов на Земле и Луне, что обязательно следует учитывать, отразив в будущих новых и модифицированных формулировках уже существующих терминов. Использованные в представленной статье главные астрономические характеристики планет суммированы в таблицах (табл. 1, 2), составленных по данным из работ (Маров, 1986; Спарроу, 2008). Помимо перечисленных там характеристик большое влияние на планетное рельефообразование оказало их внутренне строение и физическое состояние. В частности, наличие у Земли, единственной из названных планет, жидкого ядра с вязкостью воды (Галимов, 2019) — генератора разных по силе, знакопеременных электрического и магнитных полей. Вещество ее литосферы и мантии осталось пластичным и было способно в масштабах всего земного

Таблица 1. Главные астрономические характеристики планет земного типа и Луны по (Маров, 1986; Спарроу, 2008)

Table 1. The main astronomical characteristics Earth-like planets and the Moon (Marov, 1986; by Sparrow, 2008)

	Расстояние от Солнца, млн. км	Орбитальный период, земных суток	Эксцентриситет орбиты	Диаметр, км	Сила тяжести на поверхности от земной	Период вращения вокруг оси, земных суток или часов	Наклон оси к орбите, градус	Естеств. спутники
Меркурий	57.9	88	0.205	4875	0.38	59	0.01	0
Венера	108.2	224.7	0.006	12104	0.9	243	177.36	-
Земля	149.6	365.25	0.016	12756	1	23.93 ²	23.45	1
Луна	0.384400 ¹	27.32	0.05	3476	0.16	27.32	1.54	-
Марс	227.9	687	0.093	6780	0.38	24.63 ²	25.19	2

Примечание. ¹Среднее расстояние до Луны от поверхности Земли в системе Земля+Луна; ²Часы.

Notes. ¹Average distance from the Earth's surface to the Moon; ²Hours.

Таблица 2. Скорости вращения планет земного типа и Луны по орбитам вокруг Солнца и скорости по экваторам планет по (Маров, 1986; Спарроу, 2008)

Table 2. Orbital velocities of terrestrial planets and the Moon around the Sun, and equatorial velocities of the planets (Marov, 1986; Sparrow, 2008)

Название	Скорость вращения по орбитам планет вокруг Солнца		Скорость вращения по экваторам планет	
	км/час	км/с	км/час	м/с
Меркурий	~172000	~48	~10.9	~3.03
Венера	~126000	~35	~6.5 ¹	~1.8 ¹
Земля	~107000	~30	~1674	~465
Луна	~107005 ²	~0 ²	~16.7 ³	~4.64 ³
Марс	~43400	~12.1	~854	~297

Примечание. ¹в обратную сторону; ²Система Земля + Луна; ³Луна по экватору.

Notes. ¹Reverse rotation; ²Earth-Moon system; ³Moon along the equator.

геологического времени двигаться (Артюшков, 1968; Леонов, 2008).

Определение геоморфологии как науки о строении рельефа Земли стало «узаконенным» термином в самом конце (1896–1899 гг.) XIX в. без ее разделения на виды (Словарь..., 1975). Тогда же была сформулирована и главная задача этой науки: «... несмотря на большое разнообразие деталей рельефа, в формах поверхности континентов существует определенная, руководящая всем соразмерность, изучение которой является главной задачей геоморфологии» (Словарь..., 1975. С. 356–357). Предложенный термин был логичен не только по своему содержанию, но и по написанию. Гео — Земля + morphé — форма + logos — изучение. Хотя и в то время из-за слова Земля он не стал термином свободного использования и не мог применяться формально даже для описания рельефа поверхности Луны — спутника Земли, а тем более, других планет земного типа. Однако лунный вариант термина геоморфология тогда не появился. В нем, вероятно, еще не было нужды, поскольку Луну наблюдали преимущественно астрономы, а геоморфологов она в XIX в. еще не

очень интересовала. Термин селеноморфология был сформулирован только в первой половине XX в. (Coleman, 1952). Рельеф же земной суши оставался практически единственным объектом исследования геоморфологии и в последующие десятилетия, поскольку строение рельефа дна океанов и морей было очень слабо изучено. А истинный рельеф планет Меркурий, Венера и Марс, обратной стороны Луны до середины XX в. вообще не известен.

Поэтому в представленной дискуссионной статье и предполагаемой будущей серии статей предпринята попытка исправить сложившуюся ситуацию путем создания новых терминов для наук о рельефе планет земного типа — Меркурии, Венере, и Марсе, а также модернизации уже имеющихся — геоморфология и селеноморфология. И все это, по возможности, осуществить с учетом огромного объема полученной после 1950 г. информации о рельефе поверхности этих планет. Предлагается включить в формулировки каждого термина три компонента: краткий или укороченный использованный вариант названий планет, оставив слово морфология и название

древнейшего (или изначального), генетически универсального, постоянного комплекса (или комплексов) рельефообразующих процессов, которые оказали максимальное влияние на облик и эволюцию рельефа поверхности планет.

Предлагаются для обсуждения следующие варианты формулировок таких терминов для планет земного типа. Для Земли: к термину геоморфология добавлено название изначального, главного, определяющего фактора рельефообразования — ротационновихревая. Там главное геоморфологическое следствие глобального вращения геоида — измеренная его полярная сплюснутость (сжатие), равная $1/298.3$, где экваториальный радиус на 21.382 км больше полярного, а длительность вращения и работы вихрей превышает изотопный возраст (6.4–4.2 млрд лет) земных пород (Геологический..., 1973). Для Марса: к новому термину аресоморфология (аресоморфология по более раннему имени древнегреческого бога войны — Арес) аресоморфология добавлено название — астероидноимпактная, ротационновулканическая. Для Луны: к термину селеноморфология добавлено — мультиимпактная тектоновулканическая. Для Меркурия и Венеры — новые термины: мультиимпактная, тектоновулканическая меркуморфология и возрожденная вулканоматическая венморфология, соответственно. Обоснование для формулировки модифицированного термина науки о рельефе Земли изложено в настоящей статье. Формулировок для трех остальных планет предполагается изложить в планируемых будущих статьях.

Что касается используемой в современную эпоху традиционной геоморфологии, то она в XX–начале XXI вв. развивалась еще более быстрыми темпами, чем ее ротационновихревое направление. Только в СССР были опубликованы многие сотни научных статей и десятки монографий по всем разделам геоморфологической науки. Однако почти во всех них ротационновихревой аспект геоморфологии, кроме закона Бэра–Бабинне (Геологический..., 1973), практически не затрагивался и детально не анализировался. Поэтому они в настоящей статье не анализируются, как и зарубежные публикации аналогичного плана.

Ротационновихревая геоморфология — наука и главный, универсальный, изначальный фактор рельефообразования быстровращающейся планеты Земля. Первым известным вкладом в проблему ротационновихревой геоморфологии Земли стал закон Бэра–Бабинне (Б–Б). Он был сформулирован в 1857 г. (Геологический..., 1973) знаменитым российским естествоиспытателем и основателем эмбриологии академиком К.М. фон Бэр (1792–1876) и его современником

французским физиком и астрономом Ж. Бабинне (Babinet, 1794–1872). Закон Б–Б объяснял причину неодинакового подмыва берегов рек, текущих в меридиональном направлении. В Северном полушарии интенсивнее подмываются правые, в Южном — левые. Причина — быстрое вращение Земли с запада на восток. Поскольку известно, что тело, движущееся поступательно по вращающейся системе, испытывает Кариолисово ускорение (КУ). При движении водных и воздушных потоков со скоростью V по поверхности Земли на широте φ , это ускорение равно $2\omega v \sin\varphi$ (где ω — угловая скорость вращения Земли) и ориентировано вправо по отношению к направлению движения в Северном полушарии, влево — в Южном. На экваторе КУ равно нулю, максимальная его величина — у полюсов, поэтому закон Б–Б сильнее проявляется в высоких и средних широтах. В настоящее время воздействие этого фактора применительно к воздушным потокам в свободной атмосфере, морским и океаническим течениям хорошо изучено. Для водным потоков — рек ситуация сложнее из-за препятствия берегов, затрудняющих отклонение потоков этого типа, что приводит к подмыву соответствующих берегов. Поскольку эффект закона Б–Б пропорционально зависит от массы движущейся воды, он с наибольшей силой проявляется в долинах крупных рек. Примерами в Европе и Азии могут служить строения берегов рек Днепра, Дона, Волги, Дуная, Иртыша, Енисея, Лены, Нила — в Северном полушарии. Они на большей части своего течения имеют высокий правый берег и низкий левый. В Южном полушарии у рек такого масштаба крутыми являются левые берега.

Интересно, что закон Б–Б появился, минимум, за несколько десятилетий до возникновения геоморфологии как науки, а обоснован и доказан естествоиспытателями широкого профиля, что тоже исторически предопределено, поскольку с разнообразными проявлениями вращательных движений и вихревых структур человек познакомился буквально с момента своего появления как вида. При употреблении в пищу морских и наземных моллюсков древний человек, по нашему мнению, не мог не обратить внимание на спиральное (право- и левозакрученные раковины) строение раковин многих из них, которые к тому же использовались им еще и в качестве одних из первых украшений и амулетов; на право- левозакрученные «вихри» из волос на затылках своих соплеменников. Столь же рано человек непосредственно на себе испытал воздействие водяных вихрей водоворотов на реках, которые ему приходилось преодолевать, а позднее по ним и плавать. Сталкивался он и с мощными воздушными вихрями — смерчами. Возможно, что очень давно человек подсознательно видел

в вихрях и нечто мистическое: недаром спиральные вихри часто присутствуют на древних наскальных рисунках и орнаментах.

С античных времен и позже с развитием механики, математики, астрономии вихри и вихревые движения уже использовались для различных технических целей, создания механизмов и приборов. А начиная, по крайней мере, с XVII в. многие гипотезы мироздания (Кеплер, Декарт, Кант, Лаплас и др.) были построены на использовании космических вихрей в качестве главной созидательной силы при формировании как самой Солнечной системы, так и ее планет, в том числе, и Земли. Как и все названные проявления вращательных движений структур, циклоны и антициклоны тоже обязаны своим возникновением именно ротационному эффекту, обусловленному быстрым вращением Земли. В свою очередь, через посредство глобальной циркуляции атмосферы и деятельность ее наиболее активных компонентов — циклонов и антициклонов — вращательные движения получили возможность влиять на сложный комплекс физико-географических условий, динамику многих компонентов природной среды, рельефообразующие процессы и биосферу. То же относится к процессам и возникающим формам (разномасштабные и разнотипные течения, ринги и др.) очень активной вращающейся гидросферы (Мелекесцев, 2006).

Что касается воздействия ротационного эффекта на геоморфологические объекты, связанные с движением вещества земной литосферы в геологическом масштабе времени, то здесь, по нашему мнению, существовало «религиозное табу». Оно опиралось на представление о земной коре как тверди, которая, по определению, не должна подвергаться влиянию вращения Земли. Но были и исключения. Так, в статье А.В. Викулина (2010) отмечается, что в работах 1877 и 1894 гг. русского естествоиспытателя-самородка Евграфа Быханова с замедлением вращения планеты Земли связывается процесс горообразования.

Запрет на отсутствие связи между формирующимися геоморфологическими объектами, постоянно идущими геологическими процессами со столь постоянным и древнейшим ротационным эффектом от быстрого вращения Земли, был фактически снят только в XX в. Этому способствовало несколько благоприятных факторов:

1. Создание точных и достоверных географических и геологических карт на обширные территории суши земного шара.

2. Детальные геологические исследования, включающие геологическое картирование разных масштабов.

3. Большой комплекс геологических и геофизических исследований дна океанов, сопровождавшийся массовым глубоководным бурением.

4. Проведение массовых высокоточных геофизических измерений.

5. Обоснование пластичности залегающего уже на глубине нескольких километров вещества литосферы, способного к движению в масштабах геологического времени (Артюшков, 1968; Coleman, 1952).

6. Постоянно увеличивающийся объем космических исследований не только Земли, но и других планет.

Одним из первых результатов этого было практически одновременное появление в конце двадцатых — начале тридцатых годов XX в. двух оригинальных работ.

В более ранней из них 1928 г. молодой китайский геолог Ли Сы-гуан впервые выделил и описал вихревые структуры в геологических разрезах Северо-Западного Китая (Lee, 1928). Они были представлены, преимущественно, структурами с горизонтальной осью вращения. Изложенные там представления получили дальнейшее развитие в более поздних монографиях этого автора (Ли Сы-гуан, 1952, 1958).

В 1933 г. была опубликована работа (Fujiwhara et al., 1933), подготовленная по результатам повторных геодезических работ 1884–1889 гг. и 1924–1925 гг. в районе залива Сагами на тихоокеанском побережье о. Хонсю (Япония), в которой впервые было показано вращение крупного блока земной коры вокруг залива Сагами (рис. 1). Причем, весьма интересно, что вторая серия измерений (1924–1925 гг.) была проведена там сразу после знаменитого катастрофического (M 8.2) землетрясения 1923 г. с эпицентром в этом заливе, откуда тогда подводным обвалом было удалено около 70 км³ осадков, оказавшихся в итоге на дне Японского глубоководного желоба, в 190 км от места обвала, а дно самого залива Сагами углубилось на 400 м (Мелекесцев, 2008).

Следующий крупный вклад в проблему изучения вихревых структур земной коры был сделан в 1960–1970 гг. после составления уточненных батиметрических карт океанов и массового распространения космических изображений земной поверхности, а также морского дна. Именно тогда исследователи самых разных специальностей смогли реально «увидеть» из космоса детальную структуру спиральных вихрей в атмосфере, гидросфере, литосфере — циклонов, включая тропические циклоны — тайфуны, смотрящиеся наиболее эффектно (Мельников, Смутьский, 1997). Были открыты с помощью спутников движущиеся спиральные вихри в океанах — ринги (рис. 2). Диаметр рингов составлял 300–500 км, а длительность существования — 3–4 года.

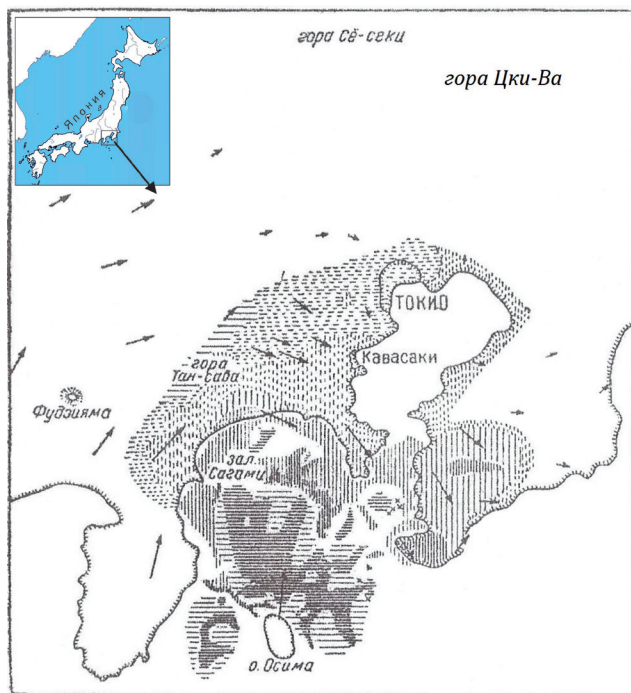


Рис. 1. Вращение блока земной поверхности вокруг залива Сагами (о. Хонсю, Япония) после катастрофического (М 8.2) токийского землетрясения 1923 г. Вертикальные штрихи обозначают районы поднятия, горизонтальные — районы опускания. Направление и величина стрелок в условном масштабе показывают направление и величину перемещения точек. По (Fujiwhara et al., 1933) из работы (Ли Сы-гуан, 1958).

Fig. 1. Rotation of the Earth's surface block around Sagami Bay (Honshu Island, Japan) following the catastrophic (M 8.2) 1923 Tokyo earthquake. Vertical hatching indicates areas of uplift, while horizontal hatching indicates areas of subsidence. The direction and magnitude of the arrows in the legend indicate the direction and magnitude of the displacement of the points. Adapted from (Fujiwhara et al., 1933) in (Li Siguan, 1958).

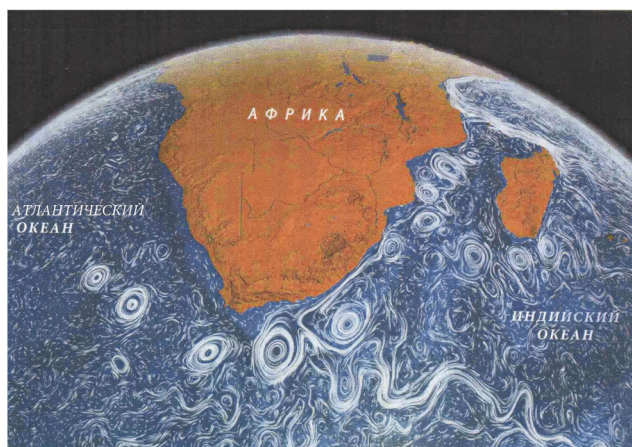


Рис. 2. Ринги в Атлантическом и Индийском океанах (фото российского телевидения).

Fig. 2. Rings in the Atlantic and Indian Oceans (photo from Russian television).

По сравнению с воздушными вихрями (циклонами и антициклонами) ринги жили примерно на два порядка дольше, что хорошо коррелируется с разницей (тоже на два порядка, соответственно) вязкости воздуха и воды. В замерзающих морях (типа Охотского, Берингова) ледовые «вихри» возникали на морской поверхности.

Вихревую структуру всегда приобретали в средней и верхней частях вертикальные эруптивные колонны извергающихся вулканов. Они изображались с античных времен на рисунках извержений вулканов (Везувия и Этны).

М. Назиров (1975) и И.В. Мелекесцев (1979) обратили внимание также и на большое сходство облачных систем циклонов и подводных вулканических и геологических структур на дне океанов.

Распределение вулканических образований, созданных и сохранившихся за последние 50–100 млн лет на океанском дне, позволило создать и вихревую вулканическую гипотезу (Мелекесцев, 1979, 1980, 2004), так как многие вулканы там приурочены к спиральным вихревым структурам, очень напоминающим циклоны. Только вместо паровых облаков их «облака» выплавлены из лавы, поступившей с глубины. Вулканомагматический генезис «облаков», связанных со спиральными вихрями, подтвержден и данными глубоководного бурения. Следы подобных вихревых структур сохранились и в других регионах земной поверхности (Мелекесцев, 2004).

Теоретическим обоснованием проблемы ротационной геоморфологии на современном этапе можно считать одну из последних по времени гипотез такого рода, разработанную геологом академиком Н.А. Шилов (1982). В основе ее — представление о широком распространении в природе спиралевидного движения вещества (рис. 3). При этом допускается, что благодаря турбулентным процессам в спиральях их ядра обособляются. Обособление ядра вращавшейся против часовой стрелки протосолнечной спирали первого порядка привело к возникновению Солнца. Тот же механизм явился причиной образования из ядра вихрей второго порядка — планет, а из ядер спиралей третьего порядка — спутников планет. Предполагаемая длительность формирования протосолнечной спирали первого порядка, протопланетных и протоспутниковых спиралей оценивается Н.А. Шилов (1982) в несколько миллиардов лет. На следующей стадии, начавшейся 7–8 млрд лет назад после энергетического ослабления и распада спиралей, возникли кольцевые структуры, более выгодные по энергетике — круговые орбиты планет и их спутников. Материал протопланетного облака, из которого образовался эллипсоид Праща — раскаленное до плазменного состояния

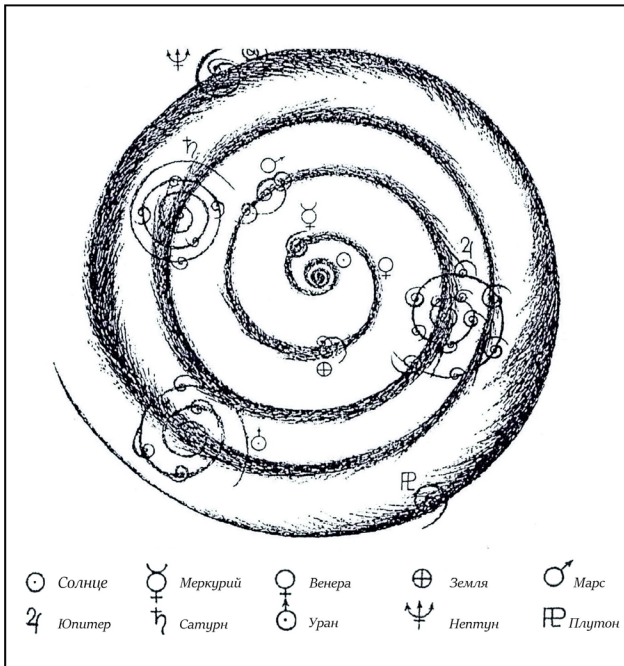


Рис. 3. Схема движения материи по спиральям первого, второго и третьего порядков, которое привело к образованию Солнца, планет и их спутников, по (Шило, 1982).

Fig. 3. A diagram illustrating the spiral motion of matter of the first, second, and third orders, which led to the formation of the Sun, the planets, and their satellites, according to Shilo (1982). (Shilo, 1982).

вещество. По утверждению Н.А. Шило(1982), вихри и спирали как форма проявления турбулентных процессов характерны и для происходивших на Земле геологических процессов. Цитируемый автор наблюдал, в частности, следы спиральных вихрей даже в гранитоидных массивах, с чем полностью согласен и автор настоящей статьи.

На медленно вращающихся планетах вихревые структуры отсутствуют. Их нет на Меркурии (период вращения 59 земных суток), Венере (период вращения 243 суток в обратную сторону). Луна тоже лишена следов вихревых структур по аналогичной причине: период вращения вокруг оси — 27.32 земных суток (Маров, 1986; Спарроу, 2008). Таким образом, полученные в XX в. данные уже сейчас позволяют сделать вывод о вероятно большом воздействии ротационного эффекта помимо рельефа и на формирование глубинных структур, магматическую деятельность и распределение вулканов на быстро вращающихся планетах, включая Землю.

Необходимо также отметить, что еще одним из очень важных следствий ротационного эффекта на Земле и связанных с ним вихрей является опосредованное воздействие на земное рельефообразование через появившуюся, благодаря им, органическую жизнь (Мелекесцев, 1980, 2004), включая человека. Главная причина этого

— активное взаимодействие вихревых структур жидкого внешнего ядра Земли (массой порядка 1.8×10^{27} т), состоящее из расплавленного вещества с вязкостью на границе с твердым ядром, примерно отвечающей вязкости воды (Галимов, 2019), в котором «взвешено» твердое ядро. А вихревые структуры жидкого ядра служили ранее и служат в настоящее время генераторами знакопеременных электрического и магнитных полей разной силы. Происходившие здесь процессы оказались базовой причиной для возникновения жизни (Мелекесцев, 1980, 2004). Главным следствием быстрого вращения Земли на всех стадиях ее эволюции было возникновение спиральных восходящих и нисходящих вихрей, заставлявших двигаться вверх и вниз и перемещаться по горизонтали пластичное, в масштабах геологического времени, вещество всех земных оболочек от атмосферы до жидкого ядра. Общепринято, что с их деятельностью было связано формирование первичной материковой коры и ее преобразование в современную литосферу. Они, вероятно, явились и косвенной причиной возникновения Мирового океана 4.5–4.0 млрд л.н. (Галимов, 2019). Воды океана поглощали выделявшийся при дегазации магмы углекислый газ, не давая ему накопиться в больших количествах в атмосфере Земли и вызвать ее значительный перегрев за счет парникового эффекта, как на Венере.

С помощью космических аппаратов были выявлены две гигантские поверхностные полярные ротационные вихревые структуры на Марсе (Спарроу, 2008), который вращается вокруг своей оси почти также быстро, как и Земля (табл. 2). Они образованы мощными пластичными и способными в суровых марсианских условиях к движению деформированными этими вихрями толщами водяного и «сухого» льда из CO_2 , которые были созданы за десятки миллионов лет, загрязненных тонкими слоями и рассеянной ветровой пылью. Эти структуры перекрывают обширные участки полярных областей Северного и Южного полушарий Марса. По мнению автора настоящей статьи не исключено, что столь же гигантская поверхностная вихревая структура вращается на Земле и в современную эпоху, спирально деформируя 3–4-километровой мощности Антарктический ледниковый щит, или вращалась сравнительно недавно, судя по обилию там молодых вулканических аппаратов, в том числе, и действующих: Эребус (3794 м), Террор (3262 м), Хэмптон (3223 м), Сидли (4181 м) и др. Но такого вращения в Антарктиде пока не обнаружено. Эта структура, по нашему мнению, может быть видна из космоса при проведении специальной съемки с высоким разрешением изображений для всей Антарктиды и прилегающих к ней территорий, если удастся, как на

Марсе, сделать атмосферу над этими регионами «прозрачной» для выполнения подобных исследований. На Земле результат такой съемки — изображение части Патагонского ледяного поля тоже выполненное из космоса (Спарроу, 2008).

Ранее подобные вихри, но сложенные магматическими и вулканическими породами, должны были существовать не только на дне земных океанов (Мелекесцев, 1980, 2004), но и в полярных и околополярных регионах Земли, скрытых сейчас под Антарктическим ледниковым покровом и водной толщей с морскими осадками Северного Ледовитого океана. Их следы, по мнению автора, с большой долей вероятности могут быть обнаружены там при проведении в будущем детальных геофизических и геологических исследований.

Необходимо отметить, что все описанное происходило на единственной «живой», с дееспособной и разноплановой внутренней энергетикой от момента возникновения и до настоящего времени планете Земля. Поэтому в процессе формирования рельефа ее поверхности прямо или косвенно были задействованы не только четыре ее верхние оболочки (астеносфера, литосфера, гидросфера, атмосфера), но и более нижние слои: пластичная мантия, вещество которой в масштабах геологического времени тоже двигалось по вертикали и горизонтали, приводя к возникновению магматических вихревых спиральных мегаструктур, а также расплавленное внешнее ядро — генератор изменяющихся во времени электрического и магнитного полей. Это — уникальный случай, поскольку у всех остальных планет земного типа ядро твердое (Маров, 1986; Спарроу, 2008), а жидкое отсутствует. Твердое же вещество самих этих ядер и твердое вещество верхних оболочек таких планет не способно к движению даже в масштабах геологического времени, возможно, кроме литосферы Венеры, где на поверхности планеты имеются предполагаемые признаки возрожденной недавней и даже современной вулканической или магматической активности (Засова, 2015). Автором представленной статьи предполагается также, что именно комбинация того, что происходило на Земле в ходе ее геологической и геоморфологической эволюции, послужило причиной появления на ней жизни.

Приведенные материалы автор статьи считает достаточными и для предлагаемых вариантов модифицированного термина о рельефе Земли — ротационновихревая геоморфология (краткий вариант), а с учетом прошлой (которая позднее стала впервые важным геоморфологическим фактором), настоящей и будущей рельефообразующей роли, возникшей только на Земле жизни (и человека — тоже, т.к. в конце

2022 г. в формировании и преобразовании земного рельефа прямо или косвенно участвовали уже 8 миллиардов человек, живущих на Земле) — витально-ротационновихревая геоморфология или ротационновихревая витальная (витальная от *vitalis* (лат.) — жизненный, имеющий отношение к жизненным явлениям и процессам) геоморфология (длинный вариант). Не исключается пока и использование существующего термина — геоморфология, если этого будет достаточно для описания рельефа только самой Земли, без сравнения ее рельефа с рельефом других планет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной, во многом дискуссионной, статье показано, что основой вариантов модифицированных и новых терминов наук о рельефе рассмотренных быстро (Земля, Марс) и медленно (Меркурий, Венера,) вращающихся планет земного типа и Луны послужили изначально (кроме Венеры) генетически доминировавшие, самые главные и длительно (для Земли не менее 6–4 млрд лет) действовавшие рельефообразующие факторы (или комбинации таких факторов), типичные для каждой из этих планет: Земли — ротационновихревая геоморфология, Марса — ротационновихревая астероидноимпактная аресоморфология, Луны — мультиимпактная тектономагматическая селеноморфология, Венеры — возрожденная вулканомагматическая венморфология и Меркурия — мультиимпактная тектоновулканическая меркуморфология. Приведенные варианты терминов названий общих наук о рельефе планет земного типа, быстро (Земля, Марс) и медленно вращающихся (Меркурий, Венера в обратную сторону и Луна), модифицированные и новые их термины — результат представлений автора этой статьи, основанных как на личном опыте изучения рельефа этих планет, так и, главным образом, на доступном объеме данных других исследователей (Засова, 2015; Маров, 1986; Спарроу, 2008 и др.). За исключением земного термина, пока все они носят предварительный характер и могут изменяться с получением новых и более детальных материалов по затронутой проблеме. И по планетам в целом, особенно по Меркурию (наименее изученному) и Венере, из-за трудностей их исследования. Кроме того, за исключением Земли и Луны, отсутствуют изотопные датировки коренных пород, слагающих остальные планеты. Мало данных (или они вообще отсутствуют) и о составе коренных пород, истории формирования большинства перечисленных планет. Хочется надеяться, что в ближайшее время появится много новых интересных материалов и о Марсе, который сейчас

интенсивно изучается с помощью комплекса разнообразных методов.

Но вряд ли будет решена одна из основных задач планируемых марсианских миссий — успешный поиск на этой планете следов современной жизни земного типа. Главная причина этого — отсутствие там, как у Земли, активного взаимодействия спиральных вихревых структур литосферы, жидкого внешнего ядра Земли (массой порядка 1.8×10^{27} г), в котором «взвешено» твердое ядро, состоящее из расплавленного вещества вязкостью на границе с твердым ядром, примерно отвечающей вязкости воды (Галимов, 2019). А сами вихревые структуры жидкого ядра были и остались генераторами знакопеременных электрического и магнитных полей. Вторая причина — наличие на Земле практически во все времена многочисленных вариантов воды (включая океаны и моря) и водосодержащей среды. Происходившие здесь процессы и послужили основой для возникновения и эволюции жизни на Земле (Мелекесцев, 1980, 2004), пока единственной, в своем роде, из четырех планет земного типа. Такие условия, по разным причинам, возникли лишь на Земле. А на Марсе, по мнению автора настоящей статьи, вероятно, в подобном варианте их не было. Нет и сейчас. С учетом уникальности этого события, предложен и длинный вариант термина наук о рельефе Земли — ротационновихревая витальная геоморфология.

Автор благодарен своим коллегам Л.И. Базановой, А.В. Викулину и О.В. Дирксену за обсуждение проблемы и помощь в подборе материалов для статьи, Р.Р. Курмашовой — за подготовку статьи к печати.

Список литературы [References]

- Артюшков Е.В.* Гравитационная конвекция в недрах Земли // Известия АН СССР. Физика Земли. 1968. № 9. С. 16–17 [*Artushkov E.V.* Gravity convection v nedrah Zemli // Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Physics of the Solid Earth. 1968. № 9. P. 16–17 (in Russian)].
- Викулин А.В.* Новый тип упругих ротационных волн в геосреде и вихревая геодинамика // Геодинамика и тектоника. 2010. Т. 1. № 2. С. 119–141 [*Vikulin A.V.* New type of elastic rotational waves in geo-medium and vortex geodynamics // Geodynamics and Tectonophysics. 2010. V. 1. № 2. P. 119–141 (in Russian)].
- Галимов Э.М.* Оледенения в истории Земли, биосфера и низкая светимость Солнца // Природа. № 6. 2019. С. 44–52 [*Galimov E.M.* Glaciations in the history of the Earth biosphere. Low luminosity of the Sun // Priroda. 2019. № 6. P. 44–52 (in Russian)].
- Геологический словарь. Т. 1. М.: Недра, 1973. 488 с. [Glossary of geology. V. 1. Moscow: Nedra, 1973. 488 p. (in Russian)].
- Засова Л.В.* Удивительный и непознанный мир Венеры // Природа. 2015. № 10. С. 11–20 [*Zasova L.V.* Surprising and Unknown World of Venus // Priroda. 2015. № 10. P. 11–20 (in Russian)].
- Закон Бэра-Бабинне // Геологический словарь. Т. № 1. М.: Недра, 1973. С. 247. [*Zakon Bera-Babine* // Glossary of geology. V. 1. Moscow: Nedra, 1973. 488 p. (in Russian)].
- Леонов М.Г.* Тектоника консолидированной коры. М.: Наука, 2008. 457 с. [*Leonov M.G.* Tektonika konsolidirovannoi kori. Moscow: Nauka, 2008. 457 p. (in Russian)].
- Ли Сы-гуан.* Геология Китая. М.: Изд. иностранной литературы, 1952. 146 с. [*Lee J.S.* Geology Kitaia. M.: Izd-vo inostrannoi literatury, 1952. 146 p.].
- Ли Сы-гуан.* Вихревые структуры Северо-Западного Китая. М.: Госуд. научно-техн. изд. литературы по геологии и охране недр. 1958. 132 с. [*Lee J.S.* Vihrevie structure Severo-Zapadnogo Kitaia. Moscow: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izd-vo literatury po geologii i ohrane nedr, 1958. 132 p.].
- Маров М.Я.* Планеты Солнечной системы. М.: Наука, 1986. 320 с. [*Marov M.Ya.* Planety Solnechnoi sistemy (Planets of the Solar System) // Moscow: Nauka, 1986. 320 p. (in Russian)].
- Мелекесцев И.В.* Вихревая вулканическая гипотеза и некоторые аспекты ее применения // Проблемы глубинного магматизма. М.: Наука, 1979. С. 125–155 [*Melekestsev I.V.* Vihrevaia vulcanicheskaia gypoteza i nekotoria aspekti ee primeneniya // Problemi glubinno magmatizma. Moscow: Nauka, 1979. P. 125–155 (in Russian)].
- Мелекесцев И.В.* Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980. 212 с. [*Melekestsev I.V.* Vulkanizm i rel'efoobrazovanie (Volcanism and relief formation) // Moscow: Nauka, 1980. 212 p. (in Russian)].
- Мелекесцев И.В.* Роль вихрей в происхождении и жизни Земли // Вихри в геологических процессах (ред. А.В. Викулин). Изд-во Камчатского общественного фонда «Наука — для Камчатки», Изд-во Камчатского государственного педагогического университета. Петропавловск-Камчатский, 2004. С. 25–70 [*Melekestsev I.V.* Rol vichrei v proishojdenii i jizni Zemly // Vihri v geologicheskikh processah (red. A.V. Vikulin). Izd-vo Kamchatskogo obshchestvennogo fonda «Nauka — dlya Kamchatki», Izd-vo Kamchatskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Petropavlovsk-Kamchatskij, 2004. P. 25–70 (in Russian)].
- Мельников В.П., Смольский И.И.* Механизмы атмосферных вихрей // Криосфера Земли. 1997. № 1 С. 87–96 [*Melnikov V.P., Smulsky I.I.* The Mechanisms of the Atmospheric Vortexes. Earth's Cryosphere. 1997. № 1 P. 87–96 (in Russian)].
- Назирова М.* Исследование закономерностей формирования крупномасштабных геолого-геоморфологических структур по космическим фотоизображениям // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 1975. № 1. С. 67–75 [*Nazirova M.* Issledovanie zakonomernostej formirovaniya krupnomasshtabnyh geologo-geomorfologicheskikh struktur po kosmicheskim fotoizobrazheniyam // Izvestia vuzov. Geodezia i aerophotosurveying. 1975. № 4. P. 67–75 (in Russian)].

- Словарь общегеографических терминов. Т. 1. М.: Прогресс, 1975. 408 с. [A glossary of Geographical Terms. V. 1. Moscow: Progress, 1975. 408 p. (in Russian)].
- Спарроу Дж. Планеты. Путешествие по Солнечной системе. СПб.: ТИД Амфора, 2008. 224 с. [*Sparrow G. Planety. Puteshestvie po Sonechnoi sisteme (Planets. A journey through the Solar System). Saint-Petersburg: Amfora, 2008. 224 p.*].
- Толковый словарь английских геологических терминов. Т. 2. М.: Мир, 1978. 591 с. [Glossary of geology. V. 2. Moscow Mir, 1978. 591 p. (in Russian)].
- Шило Н.А. О механизме образования Солнечной системы // Тихоокеанская геология. 1982. № 6. С. 20–27 [*Shilo N.A. On the mechanism of the Solar System formation // Pacific geology. 1982. № 6. P. 20–27 (in Russian).*].
- Coleman A. Selenomorphology // *Journal of Geology*. V. 69. № 5. Chicago. The University of Chicago Press. 1952. P. 451–460.
- Fujiwhara S., Tsujimura T., Kusamitsu S. On the Earth-vortex, Echelon Faults and allied Phenomena // *Gerlands Beitrage zur Geophysik, zweite Supplementband*. 1933. P. 303–360.
- Lee J.S. Some Characteristic Structural Types in Eastern Asia and Their Bearing upon the Problems of Continental Movements // *Geological Magazine*. LXVI. 1928. P. 422–430.

**ROTATIONAL-VORTEX GEOMORPHOLOGY —
A MODIFIED GENERAL TERM FOR THE RAPIDLY ROTATING PLANET EARTH,
AND ITS VARIANTS FOR OTHER EARTH-LIKE PLANETS**

I.V. Melekestsev

Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683023

Received May 16, 2024; revised March 17, 2026; accepted March 27, 2026

It has been demonstrated that rotational-vortex geomorphology is not only a science but also the leading, longest-lasting, and most persistent global factor in shaping the rapidly rotating Earth. It manifested itself from the initial stage of Earth's growth as an accretionary planet, and the ellipsoid of the Proto-Earth was inherited from the growing core of a rapidly rotating counterclockwise spiral vortex that orbited the Sun. The vortex core, thanks to a complex, multilayered, and multi-faceted set of turbulent processes occurring there, transformed into a layered, rapidly rotating planet–Earth—composed of spherical shells. Rotation served as the primary and main global cause of dynamic shaping processes occurring in the lithosphere, as well as those associated with the planet's hydrosphere and atmosphere. A key consequence of the rotational effect and spiral vortices is their indirect influence on terrestrial shaping through the organic life they enabled, including humans. The origin of life is the active and complex interaction between lithospheric vortices and the vortex structures of the Earth's liquid outer core. The vortex structures of the liquid core have been and remain the generators of alternating electric and magnetic fields.

Keywords: rotational-vortex geomorphology, vortex structures, atmosphere, lithosphere, liquid core.