

## СИНЕРГЕТИКА – ДОПОЛНЕНИЕ ИЛИ ОСНОВА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУКАХ «БУДУЩЕГО»?

И. А. Апанович

Гравиметрическая экспедиция № 3, Красноярск, Россия

Науке свойственны два стремления: объяснить устройство мира с использованием простых механизмов и описать его математически. Решение проблемы в первом и втором случаях осложняется неполнотой наших знаний о природных процессах и кажущейся сложностью многочисленных взаимодействий в реальном мире объектов. Классические науки максимально оперируют простейшими зависимостями и законами, используя детерминистский подход. Синергетика пытается представить динамику материального мира как эволюцию сложных самоорганизующихся систем. Идеи синергетики применяются и при изучении геологических процессов. Показана неоднозначность использования такого подхода в геологических науках. Приведены примеры, иллюстрирующие успешное решение разных задач без обращения к идеям синергетики.

**Ключевые слова:** синергетика, геология, геодинамика, гравитация, эволюция планеты, детерминизм.

## SYNERGETICS: ADDITION OR BASIS IN GEOLOGICAL SCIENCES OF FUTURE?

I. A. Apanovich

Gravimetric Expedition no.3, Krasnoyarsk, Russia

Science is characterized by two aspirations: to explain the structure of the world using simple mechanisms and to describe it mathematically. Solving the problem in the first and second cases is complicated by the incompleteness of our knowledge of the natural processes and the apparent complexity of numerous interactions in the real world objects. Classic science operates most simple dependences and principles, using a deterministic approach. Synergetics tries to present the dynamics of the material world as the evolution of complex self-organizing systems. Ideas of synergetic are used in the study of geological processes. The ambiguity of using this approach in geological sciences is shown. Examples illustrating the successful resolution of various problems without recourse to the ideas of synergy.

**Keywords:** synergetics, geology, geodynamics, gravitation, planet evolution, determinism.

DOI 10.20403/2078-0575-2018-1-125-130

Синергетика – «направление в науке, связанное с изучением закономерностей пространственно-временного упорядочения в разнообразных системах» [10, с. 523]. Направление зародилось в 1970-х гг. Начальным импульсом послужила попытка описать динамику воздушных масс атмосферы со сменой относительно спокойного движения турбулентным. Понадобилось объяснить, каким образом без видимых причин материя, аккумулирующая энергию движения (чаще всего нагреваемая), преобразуется в более упорядоченное состояние, демонстрируя уменьшение энтропии. Действительно, в мире господствует вечное и постоянное движение с обменом импульсами (гравитация). Работа по обмену энергией движения постоянна, а материальных ансамблей, осуществляющих такой обмен, огромное множество. И нам неизвестны все детали динамики взаимодействующих объектов. Необъясненные механизмы физических процессов служат причиной появления многих гипотез. Поэтому, знакомясь с синергетикой, мы узнаем о диссипативных структурах, их фрактальном строении, нелинейной неравновесной термодинамике, теории самоорганизации, теории автоволн.

Увеличение объема геологического пространства, вовлекаемого в изучение, требует усовершен-

ствования методов исследований, и в последние десятилетия в геологических науках (особенно в геотектонике и геодинамике) все более популярной становится методика изучения процессов в виде относительно независимых структурных преобразований материальной субстанции. Часто «синергетику и определяют как науку о самоорганизации или, более развернуто, о самопроизвольном возникновении и самоподдержании упорядоченных временных и пространственных структур в открытых нелинейных системах различной природы» [3]. По сути, оба эти определения во многом схожи. Однако в трактовке из физической энциклопедии нет ссылки на «самопроизвольность». Это очень важно. Ведь именно в естествознании часто присутствует проблема противопоставления «случайности» и «детерминизма». Формирование вихревых структур атмосферы, литосферы, минеральных систем происходило в обстановке причинности или случайно? Какова степень самопроизвольности эволюции системы в так называемой точке бифуркации, когда «природа как бы раскрывает свои потенциальные возможности, а неизбежно присутствующая случайность выбирает тот единственный канал, по которому дальше и будет развиваться система» [3]?



Самопроизвольность – почти синоним термина «беспорядок». Но те же цитируемые авторы утверждают, что «для всякой системы можно определить параметры порядка, позволяющие описать ее сложное поведение достаточно просто...» [3]. «Хаос» и «порядок» – два полюса вечно существующего мира, превращение которого в разряд «абсолютно упорядоченного» или «абсолютно хаотичного» просто невозможно, а для исследователя – относительно. Образование складчатости в джеспилитах авторы отмеченной статьи объясняют воздействием автоволновой хаотической динамики. С точки зрения классической тектоники «складкообразование способно только хаотизировать первоначальный порядок в строении плоскостной толщи. На самом же деле имеет место упорядочение, сопровождающее хаотизацию, а точнее, сам хаос предстает как сверхсложная организация» [3]. Видно, что весьма сложный процесс обмена энергией можно представить или используя термины «порядок» и «хаос», или как значительное изменение первоначальной структуры системы. Меньший хаос относительно «большого» можно считать порядком, а изменение структуры предметно, ведь система с измененной структурой иначе участвует во взаимодействии [2].

В 1989 г. в журнале «Знание – сила» была опубликована статья, посвященная принципам формирования структур в окружающем мире. Рассуждая о новом направлении в осмыслении природы, продолжая попытки исследователей свести в единую систему и структурно выстроить всё «живое» и «неживое», декан факультета прикладной математики Лондонского королевского колледжа Питер Сондерс озвучил идею «закономерного выбора природой для своих объектов неких привилегированных форм» [5]. Профессор биологии Лондонского университета Мей-Ван Хо указывал на «глубокое сходство между живой и неживой природой, которое в первую очередь проявляется в способах формообразования» [5]. И если за порождение биологических форм ответственны гены, то какие гены ответственны за форму снежинок, повторяющуюся многократно и воссоздающуюся регулярно? Объяснение ученого логично, однако противоречиво: «истинное объяснение, на наш взгляд, заключается в том, что специфические формы возникают непроизвольно и автоматически, причем только тогда, когда для этого появляются соответствующие условия» [5]. Невольно ученый сам и утверждает, что причинность вездесуща. В свое время о тесной взаимосвязи природных процессов (взаимодействии) рассуждал В. И. Вернадский, отмечая сохранение у объектов тех элементов симметрии, которые совпадают с элементами симметрии среды. Поэтому Мей-Ван Хо заключает в итоге, что в нашем мире непрерывный процесс «взаимозависимых преобразований» создает как бы сетчатый узор детерминации жизненных явлений в пространстве и времени» [5].

Таким образом, окружающий мир, не требующий «стохастичности» и «детерминизма», для исследователя всегда детерминирован, всегда можно указать причину (силу), с которой неразрывно связано изучаемое преобразование, изучаемый продукт. Что можно противопоставить силовому взаимодействию? Ведь те же «диссипативные силы» – это «силы, при действии которых на движущуюся механическую систему ее полная механическая энергия убывает, переходя в другие, немеханические формы энергии, например, в теплоту» [9, с. 556]. Мы видим, что любые добавления в определение излишние, наш мир – мир передачи, рассеяния (диссипации) энергии движения. Обозначив же некоторый момент в земной эволюции как точку бифуркации (с неизбежно присутствующей случайностью), мы по сути признаемся в собственном бессилии, в ограниченности наших методов исследований не только собственной планеты, но и окружающего мира. Но ведь это не так! Не случайно А. Эйнштейн утверждал: «Бог не играет в кости». Следует только «вывести у природы» общие принципы мирового устройства, и все прояснится. Мало проку от отдельных опытных фактов, пока такие принципы неизвестны.

Считая мало продуктивным стремление погнать объекты исследования к схемам, в которых действуют наиболее простые и однозначные линейные зависимости, сторонники синергетического подхода отмечают следующее: «Совершенно очевидно, что геологические системы почти всегда, и особенно в интересующие нас переломные моменты развития, проявляют неоднозначное нелинейное поведение» [3]. Удивительно, но авторы намекают на наличие сознания в теле геологическом. Ведь мы не можем оказаться на месте системы, мы просто не всегда знаем те причины (силы), которые определяют ход эволюции системы в данный момент, подталкивают изменяющуюся материю в конкретном направлении. Происходит уже ставшая в физике привычной подмена понятий: сложность в отражении явлений реального мира исследователь списывает на сложность строения, на сложность динамики самого мира. Получается, что дефицит информации о взаимодействии систем является поводом для отрицания детерминизма и для попыток широкого введения в практику сложного математического аппарата теории вероятностей. В простой природе, которая, по утверждению Исаака Ньютона, «не роскошествует излишними причинами вещей», нет места «случайности», в ней главенствуют простые физические законы, и не всегда необходимо привлекать сложные алгоритмы для выяснения причин преобразований земного вещества. Всё для исследователя определяется поставленной задачей. Для нахождения общей массы руды в залежи незачем решать дифференциальные уравнения, достаточно простого суммирования масс отдельных блоков.

В контексте сказанного приведем еще несколько простых примеров.

В Таймырской складчатой области закартированы многие правосторонние сдвиги, смещающие структуры северо-восточного простирания. Механизмом «косого сдвига» или столкновением мегаблоков это объясняется логично, поскольку без тангенциально действующих сил не обойтись. Можно сказать, что таким образом объясняется формирование структур в «точке бифуркации», хотя это мало что дает геологу. При выполнении гравиметрической съемки на Верхнетарейской площади в 2016 г. автор более детально рассмотрел ситуацию с использованием физически логичных механизмов геодинамики, что позволило выявить причину образования сдвигов. Оказалось, что Карский мегаблок литосферы участвовал в вертикальных подвижках (изостатическом подъеме) и тангенциальном перемещении в виде разворота против часовой стрелки (при воздействии силы Кориолиса). Так образовались правосторонние сдвиги. Для такого заключения необходимо было опираться на «выведанные у природы общие принципы динамического формирования литосферы» и проанализировать геофизические материалы (рис. 1). Аномалии силы тяжести (даже не очень детальные) не позволяют усомниться в справедливости выводов.

Второй пример более сложный. В тектонике литосферных плит давно существует проблема образования океанической земной коры в области спрединга (раздвигания) литосферы. По сути, множество построений освещают историю образования литосферы так детально, что добавить почти нечего. В противовес механизму спрединга и формирования в этой области слоя пород основного и ультраосновного состава предлагается процесс океанизации континентальной коры, заключающийся в погружении и базификации отдельных ее фрагментов в более плотном материале. Этот механизм разрабатывался в свое время В. В. Белоусовым. (Напомним, что, используя модель «холодной Земли», ученые доказывали происхождение всей океанической коры путем базификации первичной континентальной оболочки.) Но было ли привлечено достаточное количество информации о процессе? Иными словами, насколько тщательно был изучен процесс спрединга, без которого сегодня немыслима тектоника литосферных плит?

Ранее автором уже было рассмотрено превращение гипотетического земного тороида в субсферическое тело [1, 2]. Общее вихревое вращение формировавшейся планеты редуцировалось, и начинала «работать» восходящая тороидальная структура (ТС) в пределах будущего Атлантического океана. ТС не должна была возникнуть после длительного этапа становления континентальной коры. Зародившись в самом начале этапа закрытия тороида, своим постоянным движением она воздействовала на формирующиеся породы перекрывающих слоев. Очевидно, к поверхности планеты постоянно поступал

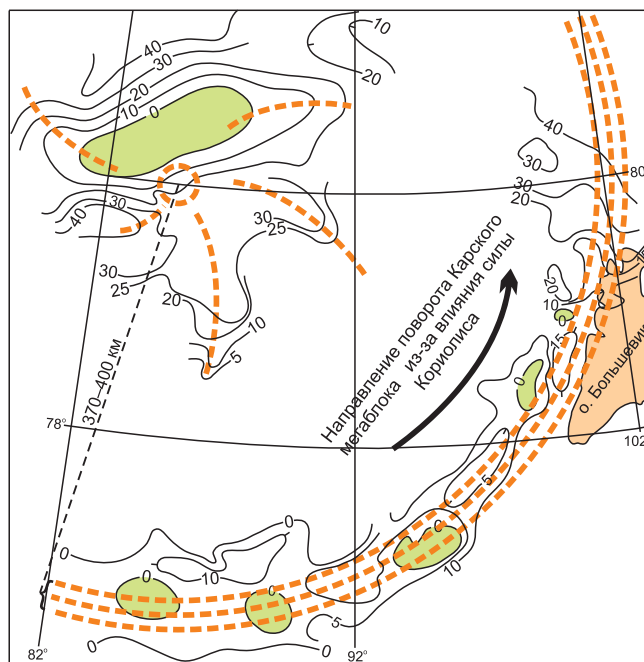
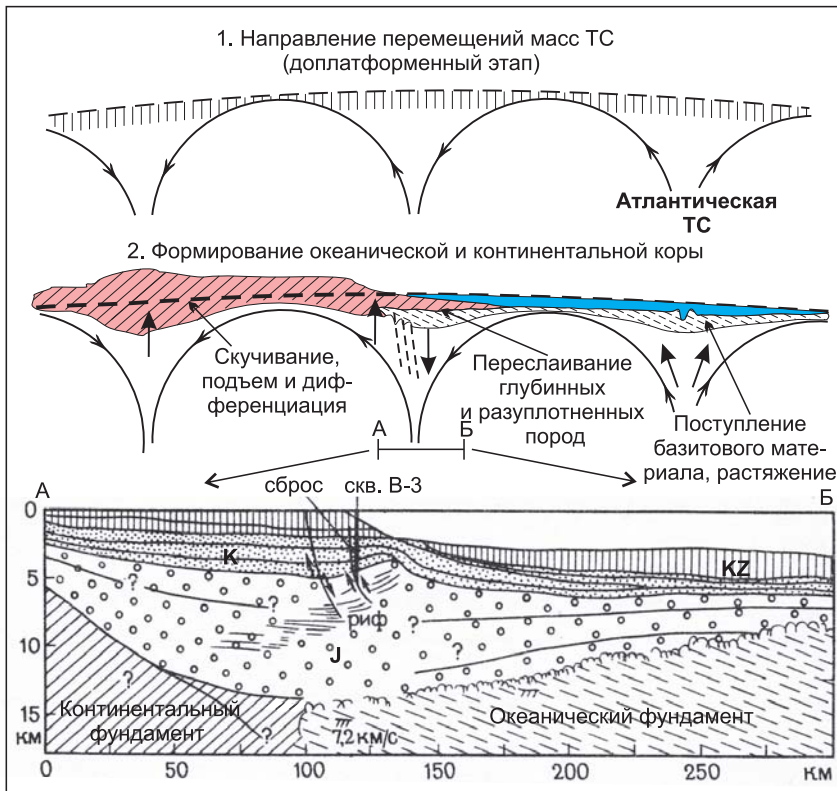


Рис. 1. Фрагменты аномалий силы тяжести (в мГал) в районе Карского мегаблока литосферы (к объяснению возможной причины образования правосторонних сдвигов в земной коре Таймырской складчатой области)

высокоплотный базитовый материал, разуплотняясь, перемещался в периферийные области, формируя там континентальную оболочку. Зона предполагаемого спрединга существовала изначально, и она изменялась. Рождающаяся литосфера консолидировалась и в центре ТС, и в ее краевых частях. Из рис. 2 становится ясно, что к предполагаемому моменту «разрыва глобального гондванского образования» в эпицентре ТС зрелой континентальной коры просто не было! Кора формировалась в виде океанической, а не континентальной. В краевой зоне, напротив, происходило накопление и сложное переслаивание материала, поступавшего и с запада, где скучивались и денудировались породы континентальной коры, и с востока, откуда перемещались покровы базальтов, накапливались и переслаивались с осадочным веществом. Так формировались переходные зоны атлантического типа. По сути, схожая модель (без элементов динамики) была показана еще 35 лет назад Дж. Гроу (см. рис. 2), и ее использовал в своей книге известный исследователь Г. Б. Удинцев.

Что же мы получили, рассмотрев в этом примере формирование отдельных структур во взаимосвязи с общей эволюцией планеты? Исчезла необходимость гипотетического погружения «сиалической коры» в «фемическую». Весьма органично в ряду структурных областей оказались уложенными переходные зоны «атлантического типа», прекрасно обходящиеся без глубоководных желобов. Тайну внезапного спрединга уже не нужно объяснять с использованием теории автоволн. В основе процесса – закономерная передача энергии вихревого движения масс в теле протопланеты ее более локальным составляющим. Однако этот вывод





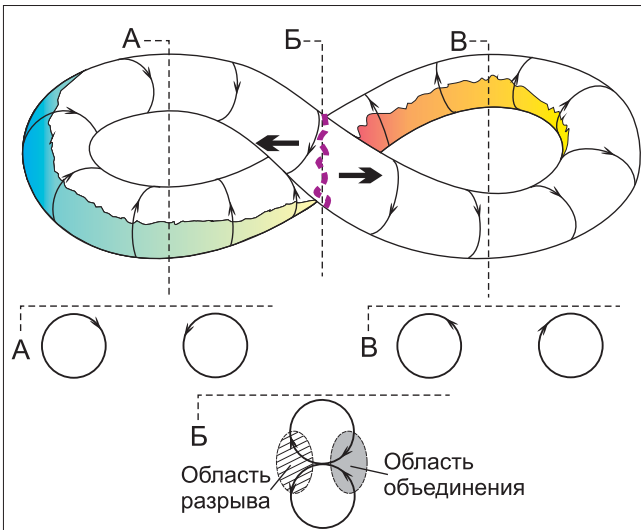
**Рис. 2.** Схема динамики при формировании земной коры в пределах центральной части Атлантического океана (разрез через подводную окраину Северной Америки в районе каньона Балтимор по материалам Дж. Гроу с добавлениями автора; рисунок из работы [8])

возможен только в результате выработки тех самых общих принципов мирового устройства. Ведь это изначально не была простая конденсация фрагмента космического пылевого облака. Выброшенная Солнцем в виде единого тороида (вихря), наша планета постепенно остывала, эволюционировала с превращением в сложную структуру-фрактал посредством изменения состояния и формы.

Но может быть в мире элементарных частиц без «самопроизвольности» не обойтись? Сможем ли мы потеснить случайность и здесь, более тщательно конструируя механизмы взаимодействия объектов микромира, обоснованно представляя их более сложными? Заметим, что образование планеты в виде выброса раскаленного вихревого сгустка материи – также относительно упрощенная модель. В действительности выброс может быть совсем не симметричным. И при таком развитии событий обмен энергией движения усложнится. Представим, что выбрасываемый тороид (благодаря воздействию сложного поля тяготения звезды) оказался скрученным в виде ленты Мебиуса (рис. 3). Динамика такого образования была рассмотрена автором ранее [2]. Из общего объема образуются две системы с полярным вращением вещества. Вероятнее всего, после разделения они снова сконцентрируются в общую систему, но ее динамика уже будет отличаться от динамики изначально симметричного тороида. В физике же элементарных частиц хорошо известно «рождение пар», когда из энергичного фотона (под воздействием кулоновских сил ядра и электронов) образуются электрон и позитрон. Вы не найдете физически понятного объяснения механизма такого «рождения». Проще использовать

категории из арсенала теории вероятностей, хотя на наличие причины указывает то, что взаимодействие фотона с силовым полем атома есть «главный механизм потери энергии гамма-квантами при прохождении через вещество» [10, с. 398].

Итак, ученые давно поняли, что диссипация энергии сложного вихревого движения не может быть описана линейными уравнениями. Изучая системы, эволюцию которых предсказать пока не удастся, исследователь считает, что он имеет дело уже с детерминированным хаосом. Разобраться в динамике с массой вариантов обмена энергией движения между миллиардами частиц, применить такой разбор на практике чрезвычайно трудно. Мир уже представляется не составленным из отдельных «кирпичиков» (атомов), а «в виде процессов наподобие вихрей, турбулентностей, волн, солитонов, диссипативных структур» (из высказываний члена-корреспондента АН СССР С. П. Курдюмова [7]). Математически доказана множественность путей развития открытых нелинейных моделей систем. Разработан математический аппарат, показывающий, что даже в простейших теоретически исследованных средах возможно до миллиона миллиардов путей развития (там же). Возможно ли использовать такой набор вариантов для отнесения ансамбля из чередующихся полос кварцитов и минералов железа (джеспилитов) к «производной хаотической динамики с фрактальным аттрактором», или это «результат самоорганизованной критичности» [3]? Несомненно одно, математика – инструмент с большими возможностями, но всегда ли решающее слово за ней? При расшифровке каждого ли природного процесса мы должны применять дифференциаль-



**Рис. 3.** Изменение направления тороидального вращения вещества и деление системы при формировании тороида по типу ленты Мебиуса

ное исчисление? Конечно, новое направление в науке не может быть бесполезным. Проблема только в том, что безоглядное следование новым веяниям может оказаться даже вредным.

В связи с этим приведем еще один пример (также высказывание С. П. Курдюмова): «Установлено, что за прошедшие несколько миллионов лет магнитное поле нашей планеты много раз меняло свою ориентацию, вероятно, хаотическим образом. Но вот теперь оказалось, что в самой простейшей модели, состоящей всего из двух вращающихся дисков, магнитные поля которых взаимодействуют, обнаруживаются подобные же явления. Они выявились при решении системы трех обыкновенных дифференциальных уравнений, где есть странный аттрактор – это так называемая модель динамо Рикитакэ» [7]. Имеет ли право ученый прогнозировать будущее биосферы (в том числе и человечества) на основе математических решений, даже не представляя механизм магнитного поля. Ведь аналогом общего магнитного поля Земли является поле простого шара из ферромагнитного материала, не имеющего никаких вращающихся дисков (в 1600 г. поле такого шара описал Уильям Гильберт). Вихревое поле вездесуще, и это главнейшая особенность просто устроенной природы.

Простые механизмы протекания природных процессов не всегда лежат на поверхности. Их не увидел в свое время известный исследователь Н. М. Страхов, который изучал продукты ледниковой деятельности, образовавшиеся в миндельский век. «Надо думать, что оледенение сопровождалось значительным понижением температуры в области ледника и отсюда естественно ожидать значительных изменений в составе растительного и животного мира в районах, прилегающих к леднику. Находки не подтверждают этого. Ни в отложениях, синхроничных миндельскому оледенению, ни

в осадках, непосредственно ему предшествующих или за ним следующих, не находится достоверных следов сколько-нибудь развитой полярной фауны и флоры. Получается впечатление, что тотчас за границей ледника обитало то же органическое население, что и раньше, и огромные языки льда соприкасались с фауной и флорой умеренных широт. Действительно ли дело обстояло так, или это только кажущееся несоответствие, обусловленное неполнотой знаний, – пока неясно» [6]. Напомним, что формирование ледниковых отложений в условиях жаркого климата было установлено и для докембрийского, и для палеозойского периодов [4]. Во времена, разделенные промежутком в 500 миллионов лет, действовал один и тот же механизм? Мы можем или искать недостающую информацию, или списывать неясные моменты земной динамики на нелинейность процессов. И действительно, если рассматривать планету как очень сложное вихревое образование, а не как почти мертвый шар, многое проясняется. Только не следует во всем видеть самопроизвольность.

Подводя итог сказанному, заметим следующее. Идеи синергетики могут оказаться весьма полезными при попытках реконструировать историю эволюции окружающего мира, когда в основе процесса подразумевается логичный и физически понятный механизм. Например, не вызывает сомнений, что эволюция любой конкретной системы как локальное движение конечна во времени. Значит, диссипация исходного импульса в большинстве случаев приводит к формированию сложного образования в виде системы-фрактала. Так устроена не только наша планета в целом. Так устроено и человеческое сообщество, и мы везде наблюдаем логичное единство материальной субстанции. Идеи синергетики плодотворны, когда речь идет о рассмотрении конкретных локальных систем с нелинейной динамикой. Ведь те же физика и астрофизика в своих построениях уже работают в области, в которой мало проку от опыта. Теория здесь становится настолько сложной, что в ее рамки дозволено уложить любые экзотические образования. Поэтому в геологических науках желательно «не свалиться в очередную крайность». Нужна всеобъемлющая простота, так привлекательная и для начинающего специалиста, и для дела в целом. Логика подсказывает, что геологические процессы как самопроизвольные преобразования в объеме геологического континуума не могут считаться реальностью. Любой геологический объект – продукт силового взаимодействия (а это возможно только в детерминированном мире), это следствие получения энергии от массы, обладающей ее большим запасом. Непредсказуемый мир детерминирован, а Бог не играет в кости!

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апанович И. А. Геодинамика, проблемы и перспективы. – Красноярск, 2010. – 230 с.



2. **Апанович И. А.** Неизвестная Земля. Почему мы умираем? – Красноярск, 2016. – 128 с.

3. **Горяинов П. М., Иванюк Г. Ю.** Геология на пороге новой парадигмы // Отечественная геология. – 2006. – № 3. – С. 76–85.

4. **Салоп Л. И.** О связи оледенений и этапов быстрых изменений органического мира с космическими явлениями // Бюл. МОИП. – 1977. – № 1. – С. 5–32.

5. **Сондерс П., Хо Мей-Ван, Карпинская Р.** Еще одна попытка. Новое направление в осмыслении природы // Знание – сила. – 1989. – № 5. – С. 33–39.

6. **Страхов Н. М.** Основы исторической геологии. Ч. 2. – М.: Госгеолиздат, 1948. – 396 с.

7. **Увидеть общий корень: Беседа члена-корреспондента АН СССР С. П. Курдюмова с К. Левитиным) // Знание – сила. – 1988. – № 11. – С. 38–44.**

8. **Удинцев Г. Б.** Рельеф и строение дна океанов. – М.: Недра, 1987. – 239 с.

9. **Физическая энциклопедия. Т. 1.** – М.: Науч. изд-во «Большая Российская энциклопедия», 1988. – 704 с.

10. **Физическая энциклопедия. Т. 4.** – М.: Науч. изд-во «Большая Российская энциклопедия», 1994. – 704 с.

#### REFERENCES

1. Apanovich I. A. *Geodinamika, problemy i perspektivy* [Geodynamics, problems and prospects]. Krasnoyarsk, KNIIGiMS Publ., 2010. 230 p. (In Russ.).

2. Apanovich I. A. *Neizvestnaya Zemlya. Pochemu my umiraem?* [Unknown Earth. Why do we die?]. Krasnoyarsk, 2016. 128 p. (In Russ.).

3. Goryainov P. M., Ivanyuk G. Yu. [Geology on the verge of a new paradigm]. *Otechestvennaya geologiya – National Geology*, 2006, no. 3, pp. 76–85. (In Russ.).

4. Salop N. I. [On the connection between glaciations and the stages of rapid changes in the organic world with cosmic phenomena]. *Byulleten' MOIP – Bulletin of the Moscow Society of Naturalists*, 1977, no. 1, pp. 5–32. (In Russ.).

5. Sonders P., Ho Mej-Van, Karpinskaya R. [One more attempt. A new direction in the comprehension of nature]. *Znanie – sila – Knowledge itself is power*, 1989, no. 5, pp. 33–39. (In Russ.).

6. Strahov N. M. *Osnovy istoricheskoy geologii* [Fundamentals of Historical Geology]. Pt. 2. Moscow, Gosgeolizdat Publ., 1948. 396 p. (In Russ.).

7. [To see the common root]. *Znanie – sila – Knowledge itself is power*, 1988, no. 11, pp. 38–44.

8. Udincev G. B. *Rel'ef i stroenie dna okeanov* [The relief and structure of the ocean floor]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 239 p. (In Russ.).

9. *Fizicheskaya entsiklopediya. T. 1* [Physical encyclopedia. Vol. 1]. Moscow, Bolshaya Rossiyskaya Entsiklopediya Publ., 1988. 704 p. (In Russ.).

10. *Fizicheskaya entsiklopediya. T. 4* [Physical encyclopedia. Vol. 4]. Moscow, Bolshaya Rossiyskaya Entsiklopediya Publ., 1994. 704 p. (In Russ.).

© И. А. Апанович, 2018