



Корнева Р.Г.
кандидат г.-м. наук,
главный специалист Геологического института РАН
rita@ginras.ru

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МЕТОДОЛОГИИ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ (ОБЗОР ПОНЯТИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ, КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ)

Геодинамическое состояние природных систем во многом определяется геологическими процессами, которые формируют и преобразуют их в дальнейшем. Методология изучения геологических процессов, их картографирования, моделирования и прогноз развития во многом зависят от того какой физический смысл в них заложен из существующей триады – вещь, свойство, отношения. Несмотря на то что понятие используется при геологических исследованиях на всем протяжении развития геологии, научно обоснованное понятие «геологический процесс» фактически отсутствует, как и их классификация. Настоящая статья посвящена обзору и анализу существующих понятий и классификаций геологических процессов, в сочетании с ними природных систем. Актуальность рассматриваемой темы очевидна, поскольку затрагивает многие направления данной науки.

Ключевые слова: геологические процессы, природные системы, классификация, методология изучения.

Планета Земля с начала ее формирования прошла длинный ряд преобразований, обусловленных **геологическими процессами**. Их изучение и моделирование в нестабильных природных и антропогенных условиях остается актуальным на всем протяжении развития геологии как науки при изучении планеты Земля.

Материалы по геологическим процессам приведены в многочисленных научных публикациях известных ученых. Изначально большое внимание уделялось экзогенным и эндогенным процессам, классифицированным и описанным

в трудах А.Л. Карпинского, В.В. Белоусова, М.В. Чуринова, Н.В. Коломенского, В.Д. Ламтадзе, В.Г. Трофимова, Е.М. Сергеева, Р.В. Шарапова и многих других. В последствии развивались направления по изучению процессов: осадочных [12, 64, 83]; тектонических и плейттектонических [73, 74, 80]; геохимических и гидрогеохимических [26, 27, 68], гидрогеологических [16, 28; 34, 44, 47], теплообменных [71, 81], опасных экзогенных и техногенных [32, 33, 36, 43, 63, 66], катагенетических и литодинамических в осадочных породах [36, 83], магматических, петрогра-

фических и метаморфических [46]. В последнее десятилетие в соответствии с новыми данными о происхождении Земли и влиянии на ее строение и эволюцию космических событий [1, 4, 10, 37, 53, 62] особое внимание уделяется процессам планетарного, глобального и связанных с ними регионального уровня, обусловленных дегазацией расширяющейся Земли, с образованием геосолитонов [7, 8], с серпентинизацией и десерпентинизацией недр, с образованием плюмов и талассов [18], с грязевыми вулканами и соляной тектоникой [76, 77].

В качестве причин геологических процессов традиционно упоминается влияние внутренних и внешних источников энергии, обеспечивающих пространственно-временные особенности формирования и последующей динамической эволюции земной коры и ее элементов (океан-континент, геологических структур разного порядка).

Влияние внешних источников энергии происходило поэтапно и включало образование солнечной системы в целом, планеты Земля в частности, в последствии условий ее пребывания в этой системе (состав, строение, геодинамику). Внешние источники энергии сформировали систему процессов, названных экзогенными.

Влияние внутренних источников энергии также происходило поэтапно – вначале при формировании догеологической Земли (ядро, мантия, астеносфера), затем при формировании земной коры (океанических и континентальных блоков литосферы, гидросферы, биосферы). Эти источники, как и система процессов названа эндогенными.

Эндогенные и экзогенные процессы взаимобусловлены и развиваются по принципу цепной реакции [51], охватывая все временные этапы формирования земной коры, и структурные этажи от ядра и поверхности мoho- до почвенного покрова, которые постоянно находятся в динамике, что констатационно описано в упомянутых выше трудах.

Тем не менее в ряде публикаций известных геологов Горского Д.П., Мейнцера О.Э. Фролова В.Т., Хайна В.Е., Шарапова И.П. и др. [21, 22, 39, 70, 74, 79] отмечалось, что геология развивается как чисто эмпирическая наука с засильем фактов и недостатком обобщений и привлечения гносеологии, теории познания и методологии [65, 72, 74]. В числе главных методологических проблем в геологии обычно называют не упорядоченную понятийно-терминологическую базу, так как неблагоприятное положение с терминами и понятиями тормозит ее развитие [23]¹, [44]. Понятие геологический процесс при этом можно отнести к одному из ключевых моментов в изучении геодинамики

природных систем, в которой он рассматривается как объект исследования субъектами геологических специальностей, оставаясь при этом недостаточно обоснованным в понятийном, классификационном и методическом аспектах. В этой связи автором выполнены исследования по следующим направлениям:

1. Обзор понятийно-терминологической базы, применяемой при изучении и описании геологических процессов;

2. Принципы классифицирования геологических процессов, как основного этапа изучения и моделирования природных систем;

3. Классифицирование природных систем земной коры, сформированных и эволюционирующих при участии типовых геологических процессов;

4. Методологические подходы по их изучению и моделированию применительно к природным системам.

5. Анализ и классифицирование геологических процессов применительно к Западно-Сибирскому бассейну.

1. Обзор понятий и определения геологический процесс

Методология, как и методика изучения и моделирования геологических процессов (по ряду объективных причин) не получила должного развития в теоретическом аспекте, тогда как некоторые основы построения научного познания в философии, в формальной и математической логике были разработаны еще до новой эры и применяются в ряде других научных направлений, используемых автоматизированные методы сбора и обработки информации, создания информационных, графических, аналоговых и других моделей, при создании искусственного интеллекта.

Методология, как и методика изучения геологических процессов базируется на понятийно-терминологических аспектах, существующих в теории познания мира со времен Аристотеля, Порфирия, Декарта [24, 49, 50] и др., уже когда логика мышления серьезно изучалась известными философами мира. Тогда были выработаны логические принципы познания (онтология, гносеология, аксиология), при этом анализировались рациональный и иррациональный типы мышления субъектов [56], от которого в большой степени зависит полнота и качество операционной модели исследования, качество модели изучаемого объекта. Упоминалось, что рациональное мышление отличается от иррационального тем, что в его основе лежат логические доводы и факты для размышлений и принятия решений. Иррациональное мышление возникает из

1. Определяйте значения слов и вы избежите человечество от половины его заблуждений – Декарт [23].

желания человека верить в свои фантазии [www.sunmag.me] или субъективные представления [81]. Избавится от ошибок, которые неизбежны при иррациональном мышлении исследователей позволяет опыт и результаты работ ученых-философов, специалистов в формальной и математической логике. Полученные при этом выводы в виде правил и наставлений позволяют осуществлять самоконтроль и повышать качество результатов любого исследования. В настоящей статье именно с этих позиций рассматриваются понятийные вопросы в геологии, актуальные на протяжении многих лет, преследующие повышение ее теоретической зрелости как науки. Полученные результаты носят дискуссионный характер, к сожалению, остаются для многих внутри философской проблемой.

Применяемая в науках о Земле исторически сложившаяся база понятий, представлена в многочисленных справочниках и словарях, которые Шарапов И.П. [79] характеризовал как «сборники логических ошибок». Ее анализ на примере понятия **геологический процесс** показывает отсутствие единообразия, присутствие субъективизма (*табл. 1*). При таком положении системное классифицирование процессов, как первого этапа их изучения и моделирования затруднительно, в связи с чем мы посчитали полезным выполнить некоторые исследования, изучив состояние вопроса, а также сделав анализ существующей понятийной базы, характеризующей **геологические процессы** при исследованиях различного назначения и масштаба.

Все известное многообразие геологических процессов должно было бы исходить из базового понятия **геологический процесс**, определяемое в соответствии с его физической сущностью и в сравнении с другими видами процессов (физические, химические, биологические, социальные и т.д.).

Геологические процессы как отмечалось выше рассматривались в трудах, посвященных происхождению Земли и ее инфраструктуре планетарному, глобальному, региональному, литолого-петрографическому уровням. При этом изначально базовое понятие «**геологический процесс**» как свернутая информация, подразумевающая их физико-химическую сущность с причинно-следственным подходом, системную классификацию, можно сказать что отсутствовало. В числе причин такого положения можно назвать сложность и многоаспектность задачи, слабое методическое и техническое обеспечение ее решения, неувязка цели исследования с методикой и результатами, кроме того отсут-

ствие акцента на главный (основной) признак, отличающий геологический процесс от всего многообразия других.

Ознакомившись с предлагаемыми вариантами понятия (*табл. 1*), можно прийти к выводу, что направление развивается в основном в эмпирическом аспекте и сопровождается накоплением информации, обеспечивающей отдельные научные направления (тектоника, литология, стратиграфия, петрография, геохимия и др.). Создание методических основ, способных привести эти направления к общей цели – системному комплексному изучению Земли базируется на совершенствовании понятийной базы (разработке **системы понятий**), структура которой коррелируется: с инфраструктурой Земли; этапами ее формирования, и эволюции; с вещественным и энергетическим наполнением ее структурных элементов.

Понятийно-терминологические проблемы рассматривались в философии Аристотеля, Порфирия, Декарта, в многочисленных публикациях более позднего периода [2, 9, 21, 22, 29, 37, 39, 51, 71, 73, 78]. В этих трудах излагаются правила создания понятий и определений (дефиниций). В них говорится что, любое дело надо начинать с четкого определения цели² (если она не задана); «при этом необходимо субъекту дать определение того объекта³, которым предстоит заниматься; определить объем понятия и максимальный перечень всего того, что имеет отношение к данному понятию» (одно из основных требований метода познания Декарта [22]).

В числе правил, использованных нами при оценке существующих понятий (определений) «геологический процесс» следующие:

- понятие определяется через ближайший род и видовое отличие и должно быть подведено под более широкое (большее по объему), определив при этом существенные отличительные признаки, с помощью которых большее по объему понятие может быть разделено на более мелкие [14, 19, 20, 28];

- видовым отличием должен быть признак (признаки) свойственный только данному понятию (возраст, генезис, вещественный состав, и т.д.) [29, 34];

- определение не должно содержать «круга», т.е. определяться посредством понятия, которое само становится ясным из определяемого понятия (например, давление на устье скважины – давление, возникающее на устье скважины [56]);

- определение не должно быть только отрицательным, логически противоречивым оно

2. Цель – заранее мыслимый конечный результат деятельности (ru.wikipedia.org)

3. Объект – часть внешнего материального мира, которую человек изучает, на которую воздействует (ru.wikipedia.org)

Таблица 1.
Процессы, геологические понятия, определения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПОНЯТИЕ	ИСТОЧНИК, АВТОР	ГОД ИЗДАНИЯ
Изменение состояния компонентов геологической среды во времени и в пространстве под воздействием природных факторов.	СП 11 10597. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работы.	1971 [58]
Процессы, изменяющие состав, структуру, рельеф и глубинное строение Земли. Историю геологических процессов восстанавливают по их результатам, запечатлевшимися в составе и строении земной коры или в изменениях рельефа. Делятся на экзогенные и эндогенные...	Геологический словарь. Изд-во Недра. М., 1978. С. 153.	1978 [18]
Геологические экзогенные – геологические процессы, вызванные в основном внешними по отношению к Земле силами...	Геологический словарь. Изд-во Недра. М., 1978. С. 155 https://studopedia.su/12_26302_vvedenie.html	[18]
Экзогенные процессы вызываются энергией, получаемой Землей от Солнца, притяжением Солнца и Луны, вращением Земли вокруг своей оси, действием силы тяжести. (Космический уровень – I)		
Геологические эндогенные – процессы, вызванные в основном внутренними силами Земли и происходящие, главным образом, внутри Земли.	Геологический словарь. Изд-во Недра. М., 1978. С. 155 https://studfiles.net/preview/4242225/page:3/	[18]
Эндогенные процессы обусловлены происходят за счет внутренней энергии Земли (гравитационная дифференциация земного вещества Планетарный уровень II). К эндогенным процессам относятся тектонические, магматические, пневматолито-гидротермальные и метаморфические (Структурный уровень III)		

должно быть ясным и четким не содержать неопределенности и двусмысленностей (которые сами требуют объяснения) [20, 28, 34, 37, 38];

- разделение понятий должно осуществляться согласно правилам классификации (при одном и том же делении необходимо применять одно и то же основание; деление должно быть соразмерным; каждый предмет должен находиться в объеме только одного понятия; деление должно быть непрерывным и т.д.) [47; 71];

Разработка понятия (определения) затрагивает правила классифицирования и системный анализ [47, 53, 57, 59, 66], целевой принцип, которые предусматривают выделение свойств объекта с учетом цели исследования, его места в системе объектов, частью которой он является и свойства которой он наследует. При этом **элементарное понятие** в каждом конкретном случае характеризует единичный элемент (часть) **системы понятий**, которая уже должна быть охарактеризована (в соответствии с целью исследования) и в этом случае отпадает необходимость учитывать все ее свойства для характеристики элементарного объекта, как это часто делается до сих пор. В литературе приведено немало таких примеров (**табл. 1**), которые свидетельствуют о том, что правила разработки понятий, как и классифицирования часто не соблюдаются, либо соблюдаются интуитивно, в результате чего не создана системная классификация процессов – ключевого этапа их изучения для геодинамического моделирования природных систем.

Анализ понятий **геологический процесс** (**табл. 1**) выполненный с учетом вышесказанного, показал следующее:

1. Под **геологическими процессами** понимаются – **процессы**, изменяющие состав, структуру, рельеф и глубинное строение Земли; геологическая форма движения материи; преобразования и **перемещения вещества в недрах Земли и на ее поверхности**; процессы, приводящие к образованию и разрушению минералов и горных пород; физико-химические процессы... внутри Земли (**табл. 1**). Налицо многообразие определений и неоднозначность толкования, разнообразный смысл. Базовое понятие при этом не выделено. Зачастую акцент сделан на следствие процесса, в то время как его причина, как и сам процесс и его физический смысл остаются не раскрыты, без чего не ясно, как и какими методами, при каких видах работ они могут быть изучены, смоделированы и спрогнозированы.

2. Правила разработки понятий (определений) не соблюдены ни в одном из примеров, существенные признаки (выделены жирным шрифтом) носят случайный набор и не характеризуют видовое отличие, не увязаны с более крупной системой понятий как с ближайшим родом.

3. Нет четкой привязки к одному из понятий триады вещь – свойство – отношение, т.е. процесс – это вещество, свойство или некоторое действие;

4. Нет сравнительной оценки процесс (движение) – не процесс (покой);

5. Практически везде используется «круг», при котором понятие геологический **процесс** трактуется как такой **процесс**, который... То есть процесс ...? – это процесс...? Имеется в виду что базовое слово процесс всеми воспринимается однозначно – изменения, а это не так, что будет показано ниже.

6. Не учитывается историчность, системность и единство мира, комплексность, каскадность [50], стадийность, иерархия и масштабность, генезис и многие другие признаки процессов.

Традиционно изучение геологических процессов сводилось и сводится (в основном) к констатации изменений в геологических объектах во времени. При этом понятие процесс часто применяется просто как **термин** (*процесс осадкообразования, процесс метаморфизма, процесс катагенеза, и т.п.*), под которым в подтексте все же подразумевается изменения, развитие, движение. Если слово «процесс» в названных случаях не применить, то смысл выражения не изменяется, оно используется для усиления понимания того, что осадкообразование, как и метаморфизм и т.п. это сложное многоаспектное событие. Часто цель разработки понятия, в данном случае «геологический процесс», вообще не рассматривается и оно существует в отрыве от методики и форм предоставления результатов исследования.

Перечисленные условия указывают на необходимость обратиться к базовому понятию «**процесс**», приводимому в энциклопедиях и в словарях, большая часть из них приведена в **таблице 2**. Формулировки, которые должны были бы считаться базовыми и общепринятыми также содержат ряд недостатков, в числе которых, как и в предыдущих случаях не соблюдены правила составления понятий (определений), вследствие чего:

- в формулировках использованы неопределенности (подчеркнуто), которые сами требуют расшифровки;
- не обоснованно, что имеется в виду объект, свойства, действие, событие или его следствие;
- упущена причинно-следственная связь события.

Если принять во внимание, что слово «процесс» иностранное и переводное значение его есть «**движение вперед, развитие**» (см. **табл. 2**), с помощью которого обозначается нестабильное состояние объекта (в сравнении со стабильным). Движение и развитие в живых объектах (в биоте) протекает принципиально по-разному, чем в неживой (классификация Порфирия [48; 49]), в связи с чем представляет собой хотя и самостоятельное научное направление, основанное на совершенно иных законах, и все же иногда связывается с земной корой, ее составом, строением и свойствами.

В условиях неживой природы движение вещества и энергии – **процессы**, происходят по причине неоднородности состава и нестабильности среды их формирования и существования, разнородности вещественного состава, для которых характерно наличие градиентов вещества и энергии. Они обеспечивают перемещение вещественных и энергетических потоков в земной коре по законам термодинамики и физической химии. При этом изменения состояния вещества или перемещение его отдельных частей и энергии в пространстве системы стремятся обеспечивать ее равновесное, устойчивое внутреннее состояние, а также внешние отношения с окружающей средой.

В этом аспекте наиболее логически обоснованным выглядит понятие под номером 9 в **табл. 2**. Оптимально (на наш взгляд) включить в определение **процесс – виды динамического существования вещества и энергии системы (в целом) и ее элементов (в частности)**. Хотя виды динамического существования представляют в данном случае неопределенность, требующую пояснения и расшифровки. Динамическое существование в физическом понимании можно представить, как типы движения и взаимодействия вещества и энергии в системе (механическое, физическое, химическое, тепловое, радиационное, биологическое и т.д.) в процессе ее формирования, существования, эволюции и умирания, как в сложившихся условиях (на определенный момент времени).

Вещество и энергия две основополагающие субстанции, характеризующие материальный мир, взаимосвязанные и взаимообусловленные, имеющие пространственно-временные рамки, возможность индцировать друг друга, но имеют принципиально различные свойства и соответственно методы изучения.

Базовое понятие **геологический процесс** – сопряжено с понятием **геология**, под которой традиционно понимается – «**наука, изучающая происхождение, строение и развитие Земли**» [18]. В формулировке упущены важные аспекты – особенности формирования и движения Земли в космическом пространстве и взаимоотношения с Солнцем, планетами и другими космическими телами, от которых в огромной степени зависят и особенности строения Земли, и ее развитие во времени, нестабильность состояния [3, 4, 5, 35, 36].

Применительно к планете Земля можно говорить о **системе геологических процессов – совокупности потоков вещества и энергии, сопровождающих: формирование планеты Земля; ее эволюцию во времени происходящую по причине неоднородности и нестабильности ее**

Таблица 2.
Процессы, понятия, определения. Базовое понятие процесса

№№ п/п	ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПОНЯТИЕ	ИСТОЧНИК	ГОД ИЗДАНИЯ
1	Процесс – (лат., processus – прохождение). 1) судебный ход дела, гражданского или уголовного. 2) в химии: различные операции, от которых изменяется состав тела, напр. перегонка, растворение.	«Словарь иностранных слов, вошедших в состав русского языка». Павленков Ф., 1907.	1907
2	1). Совокупность к.-н. действий и взаимодействие сил, выражающихся в движении видоизменении или преобразовании вещества; процесс работы, ходьбы, пищеварения, жизненный процесс и т. д.; 2) Разбирательство дела на суде, – гражданский и уголовный процессы.	«Полный словарь иностранных слов, вошедших в употребление в русском языке». Попов М., 1907.	1907
3	2) П. взаимодействие физич. или химич., в более широком смысле – всевозможных сил и факторов, постоянно выражающееся в каком-нибудь явлении; в юрид. науке – совокупность действий, направленные к правильному разрешению иска (гражданский п.) или вопроса о наказуемости какого-либо преступления (уголовный п.); а также общераспространенное обозначение всякого вообще судебного разбирательства.	«Словарь иностранных слов, вошедших в состав русского языка». Чудинов А.Н., 1910.	1910
4	Процесс – 1) последовательная смена состояний. Тесная связь закономерно следующих друг за другом стадий развития, представляющих непрерывное движение, например процесс работы, процесс развития растений, процесс в легких (при болезни); 2) судебное дело...	Словарь иностранных слов. Под ред. И.В. Лехина, и проф. Ф.П. Петрова. Гос. Издат. иностранных и национальных словарей. М. 1954. С. 574.	1954
5	Процесс (от латинского слова processus – движение вперед) – последовательное закономерное изменение чего-либо.	Малая советская энциклопедия, 1960, Т. 7, с. 678.	1960
6	Процесс (лат. Processus – ход, прохождение, продвижение) – закономерная, последовательная, непрерывная смена следующих друг за другом моментов развития чего-либо (напр., процесс производства шарикоподшипников, процесс мышления и т.д.)	Кондаков Н.И. Логический словарь. Изд-во Наука, М. 1970. С.433.	1970
7	Процесс (от лат. processus – продвижение): 1) последовательная закономерная смена состояний стадий развития чего-либо. 2) Совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата (например, роизводственный П. – последовательная смена трудовых операций). 3) П. в праве – см. Административный процесс.	Большая советская энциклопедия, т. 35. С. 177. http://niv.ru/doc/encyclopedia/bse/fc/slovar-207-140.htm#zag-76349	1978
8	Процесс (задача) – это некоторый комплекс действий, связанных с выполнением отдельной программы в вычислительной системе. Процесс одновременно является носителем данных и выполняет операции, связанные с их обработкой. Процесс может находиться в одном из четырех состояний – бездействия, готовности, выполнения (счёта), ожидания (блокировки).	https://studfiles.net/preview/2806231/pagei3	
9	Процесс – форма динамического существования системы, единое последовательное и качественно определенное движение системы.	http://referatwork.ru/category/proizvodstvo/view/345325_processy_ponyatiya_elementy_klassifikaciya	

внутреннего строения, изменчивости влияния эндогенных и экзогенных факторов (от космического до молекулярного уровня).

Такая трактовка позволяет изначально разделить все процессы на: процессы формирования Земли, ее структурных элементов и их последующей эволюции. Каждый из них в свою очередь можно разделить на формирование вещественного состава и энергетического состояния.

Тогда элементарный **геологический процесс – это единичный поток вещества и энергии в соответствующем стратоне, выделенном по целевому принципу** (тектоническому, структурному, стратиграфическому, литолого-петрографическому, гидрогеологическому, антропогенному и др.) и **в соответствии с масштабом исследования** (глобальном, региональном, локальном, местном, точечном, нано-) (*табл. 3*). Соответственно система геологических процессов состоит из совокупности: космических, глобальных, тектонических, структурных, стратиграфических, литолого-петрографических, гидрогеологических, гидрологических, криогенных и других форм движения вещества. Каждый из них представляет собой совокупность простых (элементарных) процессов, занимает определенное пространство в структуре Земли. Общим условием для всех является то, что они все имеют вещественный состав и энергетическое состояние – две взаимосвязанные субстанции и изменение в одной соответственно вызывают изменения в другой по законам термодинамики и принципу цепной реакции [50]. В последние годы разрабатывается теория без энергетического влияния небесных тел на процессы, происходящие на Земле [10] по масштабности превосходящие процессы, протекающие в земной коре и ее сферах.

Вещественный состав земной коры представляет собой многокомпонентное образование включающее твердую, жидкую и газообразную субстанцию, между которыми существует динамическое равновесие, поддерживаемое геологическими процессами, способными формироваться комплексно либо в какой-либо одной из субстанций и передаваться остальным по принципу, описанному в законе Бойля Мариотта, который безусловно применим к газо- и флюидо-насыщенным геологическим телам и состоянию составляющих их пород.

Определившись с физико-химической сущностью процессов как эволюцией вещественно-энергетического состояния геологических тел разного уровня возможно рассмотреть их пространственную приуроченность к структурным элементам Земли и к временным интервалам их формирования и эволюции. Процессы глобаль-

ного уровня обладают максимальным объемом в их системной классификации и определяют состав и свойства процессов более мелких иерархических уровней. Обоснование и классифицирование причин формирования геологических процессов с выделением главных (существенных) признаков является важным этапом построения их системной классификации.

Исходя из приведенного выше анализа можно заключить – **процессы геологические – движения вещества и энергии, участвующие в формировании Земли в ее составе, свойствах и эволюции**. Предлагаемое определение содержит понятия, которые позволяют подойти к классифицированию геологических процессов.

2. Принципы классифицирования геологических процессов

Очевидно, что к наиболее значимой группе причин геологических процессов можно с уверенностью отнести причины космического уровня, обеспечивающие формирование и планетарное устройство Земли ее место в солнечной системе, режим движения в космическом пространстве, отношение с другими космическими телами.

Перемещение вещественных и энергетических потоков в космическом пространстве при наличии их градиентов, обеспечивают состав, строение и меру неоднородности вещества планеты в целом и ее структурных элементов, существенные и несущественные классификационные признаки геологических процессов.

2.1. Процессы космического уровня причины и следствия

К геологическим процессам космического уровня правомерно изначально отнести особенности формирования планеты Земля в солнечной системе, ее состав, строение, габариты, режим движения и вращения, предопределившие ее отношения с космическими телами и с космосом вообще, условиями ее последующей эволюции, продолжающейся до настоящего времени.

Взаимоотношения Земли с космическими телами можно считать более-менее установившимися после того как земная кора сформировалась в архее до уровня условно близкого к современному.

Особенности строения Земли, сформированной в результате образования солнечной системы и ее последующей эволюции, определяются наличием сфер по вертикали и структурных блоков по латерали (*рис. 1, 2*). Их неоднородное вещественное и энергетическое состояние обеспечивает градиенты вещества и энергии между сферами и блоками, между и внутри которых формируются соответствующие геологические процессы. Их влияние имело место при фор-

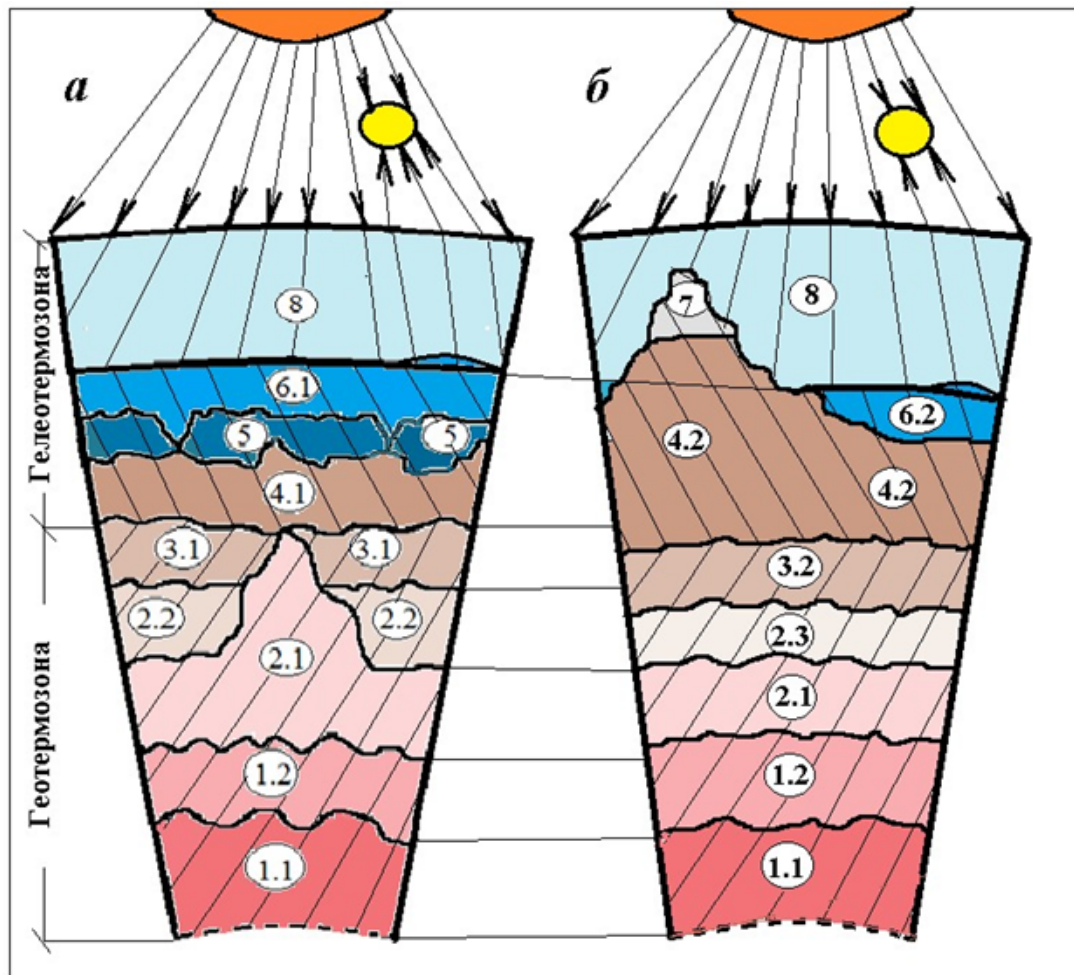


Рис. 1. Схема строения догеологической Земли: а – океанический блок; б – континентальный блок; стрелками показано тепловое и радиационное влияние Солнца и Луны. В кружках структурные единицы глобального уровня: 1-металлическое или водородное ядро: 1.1 – внутреннее твердое, 1.2 – внешнее жидкое; 2 – силикатная твердая мантия: 2.1 – ядерная, 2.2 – пластичный астеносферный слой, 2.3 – утоненный латерально-прерывистый слой; 3 – мантийная литосфера: 3.1 – океаническая, 3.2 – континентальная; 4 – коровая литосфера: 4.1 – океаническая, 4.2 – континентальная; 5 – желобноталассогенная литосфера; 6 – гидросфера: 6.1 – океаническая, 6.2 – континентальная; 7 – криосфера; 8 – атмосфера, стратосфера.

мировании структуры и вещественного состава земной коры ее эволюции продолжающейся до настоящего времени. К наиболее существенным причинам, обеспечивающим нестабильное состояние земной коры и ее отдельных структурных элементов можно отнести центробежные и центростремительные силы, обусловленные как гравитационными характеристиками земного вещества, так и динамическими особенностями поведения Земли в космическом пространстве, в числе которых ее вибровзаимодействие с другими космическими телами [10].

Наиболее изучены взаимоотношения Земли с такими космическими телами, как Солнце и Луна, Юпитер [52, 54], что в совокупности образуют сложную колебательную вибросистему, формирующую режим седиментационных циклов нефтегазоносных и других провинций в течение

определенных периодов времени, пульсационный характер расширяющейся Земли [1, 5], способный определять ее сейсмичность в соответствующие временные периоды.

Непрерывный и изменчивый по силе поток энергии, исходящий от Солнца и звезд, не позволяет атмосфере Земли достигнуть состояния термодинамического равновесия, при котором большинство явлений представляет собой необратимые процессы (в том числе геологические), развивающиеся, минуя состояние равновесия [50].

Взаимоотношения Земли с Солнцем в хорошо изучено как тепловое, световое, радиационное, динамическое и гравитационное влияние [5, 6, 10, 23], кроме к процессам космического уровня следует отнести поступление на поверхность Земли космической пыли и метеоритов, измеряемое сотнями тонн. Как следствие рас-

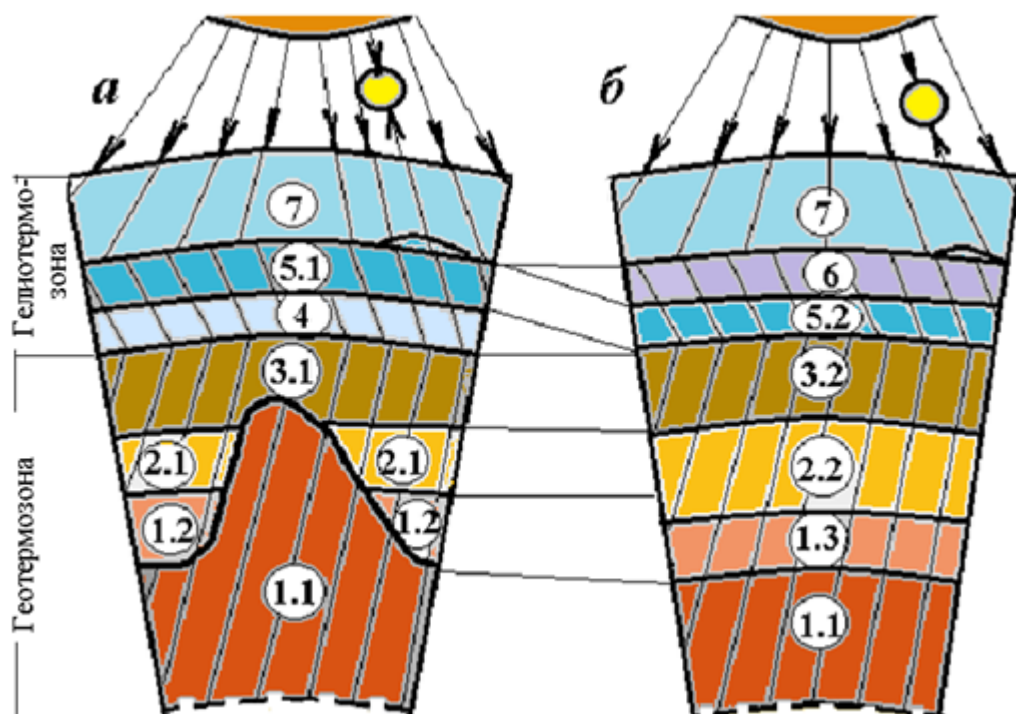


Рис. 2.

Схема строения геологической Земли: а) океанический блок, б) континентальный блок.

1 – силикатная твердая мантия: 1.1 – ядерная; 1.2 – пластический астеносферный слой; 1.3 – пластический утоненно-прерывистый астеносферный слой. 2 – мантийная литосфера: 2.1 – океаническая; 2.2 – континентальная. 3 – коровая сфера: 3.1 – океаническая; 3.2 – континентальная. 4 – желобно-талассогенная гидросфера. 5 – гидросфера: 5.1 – океаническая; 5.2 – континентальная. 6 – криосфера; 7 – атмосфера.

смагиваются периоды оледенения, а также потеря Землей тепла и влаги космического уровня. Кроме того, происходит перераспределение энергетических потоков, формированию климатических поясов по площади и термозон в разрезе. Энерго-массообмен между этими поясами порождает соответствующую вторую группу процессов глобально-космического уровня, таких как тектонические подвижки структурных элементов земной коры (по латерали и вертикали); океанические течения, воздушные и водные потоки, известные как большой круговорот вещества (воды), под действием которых формируются эрозионно-денудационные геоморфологические формы ландшафтов, водные акватории, стратоны с соответствующими комплексами и типами горных пород (рис. 3).

Тепловое, световое и радиационное влияние Солнца на литосферу сказывается повсеместно на некоторую глубину, разделяя литосферу на две зоны: **гелиотермозону** и **геотермозону**, разделяемые узким (первые метры [69]) нейтральным слоем. В каждой из них формируется характерные геологические процессы, связанные с сезонной изменчивостью тепловых, магнитных и радиационных потоков.

Колоссальное значение в преобразовании солнечной энергии в земной коре имело и имеет

биосфера «живое вещество, покрывающее почти сплошной пеленой поверхность земного шара, представляет длительно (почти два миллиарда лет) и постоянно действующий механизм преобразования энергии солнечных лучей в потенциальную, а затем и в кинетическую энергию геохимических процессов» [44]. «Живое вещество» формирующее биосферу, распределено по земной коре зонально, образуя климатические пояса, которые в совокупности с геологической основой могут рассматриваться как признаки разделения литосферы на дополнительные структурные элементы со своеобразными процессами, обеспечивающими их эволюцию.

Принято считать, что магнитное влияние Луны имеет существенное значение в формировании движения отдельных блоков земной коры, что немаловажно для формирования ее тектонического, геоструктурного, геоморфологического и ландшафтного облика со всеми вытекающими последствиями [1, 10, 24]. Отсюда следует, что энергообмен Земли с Луной может рассматриваться как одна из причин геологических процессов глобально-космического уровня. Малейшие изменения в этих отношениях способны вызывать изменение положения ядра [6, 54] и серьезные геологические катаклизмы – такие как деформацию земной коры, смещение

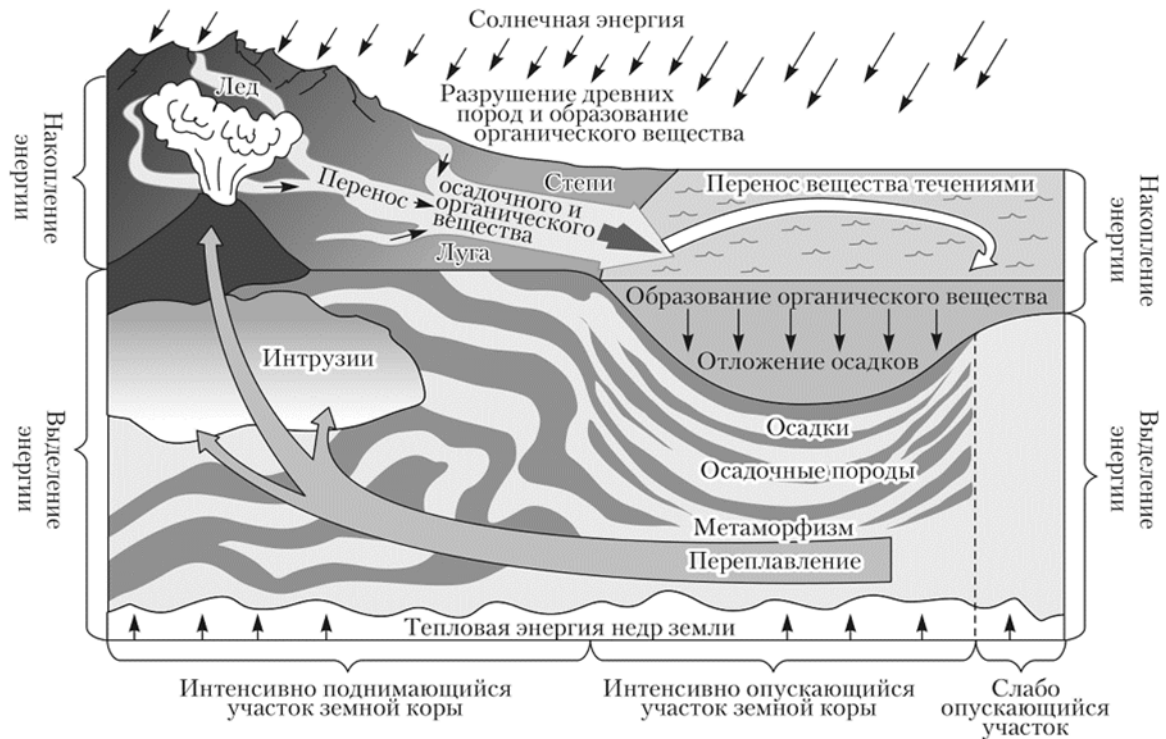


Рис. 3. Основные виды переноса вещества и энергии в геодинамических системах глобального уровня [portal.tpu.ru с добавлениями].

климатических зон, глобальное потепление, сопровождающееся таянием полярных льдов при повышении теплового влияния из недр [61, 62], глобальное похолодание вследствие влияния вулканической деятельности на состав атмосферы [1, 61] и т.п. Характер перераспределения этих процессов по поверхности Земли в большой степени зависит от неоднородности ее глобального, регионального и локального строения на изучаемый момент времени.

В последние годы уделяется внимание влиянию на земные процессы наполнению космического пространства некоторым эфиром – «темной материей» [7, 8, 10], который формирует перемещения и формирования отложений на поверхности Земли, считавшимися ранее преимущественно гравитационными, связанными с законами всемирного тяготения и с уклонами дневной поверхности, вещественным составом и свойствами пород и др. Кроме того, изучаются причины формирования и влияние озоновых дыр на энерго-массообмен в атмосфере Земли, которые связываются с дегазацией Земли, усилившейся в последние годы [7, 8, 61, 62].

Взаимоотношение Земли с космическими телами и условиями протекает активнее в верхних сферах земной коры, которые в совокупности называют гелеотермозоной.

Гелеотермозона – наиболее изучено тепловое, магнитное, радиационное влияние Солнца

на литосферу, которое ограничивается глубиной 25-40 м [70]. В ее пределах выделяется слой суточного, годового и многолетнего влияния температур с соответствующими циклами энерго-массообмена, солевого обмена, с формированием подзон с различным кислотно-щелочным балансом, с избыточным, умеренным и недостаточным увлажнением.

В верхних частях гелеотермозоны энерго-массообмен обусловлен влиянием атмосферных воздушных потоков, осадков, поверхностных водотоков и водоемов. Здесь он зависит от степени расчлененности дневной поверхности, амплитуды превышений, крутизны и морфологии склонов, размываемости и растворимости пород залесенности, задернованности и др.

Ниже гелеотермозоны располагается нейтральный слой глубина и мощность которого определяется среднегодовыми температурами воздуха, абсолютными отметками, геоструктурными особенностями и считается в общем случае равной 10-15 метрам [70]. Этот слой характеризуется как зона относительного покоя, где все виды энерго-массообмена между горными породами подземными водами и биотой протекают особенно медленно и зависят от макро- и микро-неоднородности строения и свойств пород, микробиологических особенностей при почти постоянном температурном режиме. Для процессов в породах, слагающих нейтральный слой важное

значение имеют такие характеристики как петрографический и гранулометрический состав, плотность сложения, проницаемость, пластичность, водонасыщенность, теплоемкость и температуропроводность, радиоактивность и др. Эти свойства обеспечивают отношения стратонейтрального слоя (фаций), которые имеют особое значение в периоды аномальных явлений, таких как глобальное похолодание или потепление, повышенной водности (наблюдается в последние годы, как многочисленные наводнения), а также при вмешательстве человека.

В последние годы разрабатывается теория безэнергетического космического влияния [10] на геологические в основном тектонические процессы.

Неоднородность состава и строения литосферы, сформированные изначально в виде единого континента Гондваны и океана Тетиса, при влиянии совокупности космических и эндогенных факторов способствовало разделению их на более дробные структуры второго и более мелких порядков. При этом сформированные структуры характеризуются эрозионно-денудационными геологическими процессами, которые формируют рельеф, соответствующие литологопетрографические типы пород осадочного чехла, особенности их выщелачивания, засоления, кольматации и т.д. При этом важное значение имеет широтное и высотное положение изучаемой зоны, от которых зависит интенсивность эродирования коры выветривания и формирования аккумулятивных образований, денудационных форм, островной мерзлоты, т.е. процессов более низких иерархических уровней (региональных, локальных, местных, макро- и микроуровней).

Особое место в структуре гелиотермозоны занимает **криолитозона**, мощность которой достигает сотен метров (до 500 м для центральной части Западно-Сибирской платформы), а площадь занимает 2/3 площади такой страны как Россия. В составе структурных компонентов здесь присутствуют погребенные льды и массивы многолетнемерзлых породы, температурному режиму которых подчинены все виды энерго-массообмена, наиболее активно протекающие в таликовых зонах и на территориях хозяйственной деятельности человека. Особую роль играет криолитозона в аккумуляции поверхностных и, поступающих с поверхностным стоком из более южных районов. В этом случае она может рассматриваться скорее, как область питания подземных вод Западносибирского бассейна, чем область их разгрузки (как принималось до недавнего времени). Кроме того, криолитозона создает особые условия для формирования температурного режима в подстилающих горизонтах осадочных пород.

Для гелеотермозоны характерны достаточно хорошо изученные экзогенные геологические процессы: суффозионные, эрозионные, эоловые, криогенные и водно-ледниковые проявления, заболачивание, засоление, просадки, оползни, обвалы, сели с соответствующими последствиями [16, 31, 32]. Для части литосферы, находящейся выше базиса эрозии и дренирования (зона неполного водонасыщения) характерны гравитационные смещения массивов пород коры выветривания, формирующие континентальные типы осадочных пород. Все они зависят от наличия и величин градиентов вещества и энергии в изучаемых телах и между ними, состава и строения, свойств пород.

Существенное влияние гидрогеосферы как мобильного агента, преобразующего литосферу неоднозначно для зон полного и неполного водонасыщения.

В зоне полного водонасыщения гелеотермозоны, расположенной ниже уровня безнапорных вод и водоупорных пластов, геологические процессы в большой степени обусловлены динамикой подземных вод, их напорами, химическим составом, минерализацией, температурой, радиоактивностью и т.д. Особенности взаимодействия подземных вод с горными породами сопровождаются прежде всего изменениями в их составе и свойствах, сопровождаемая выщелачиванием, кольматацией, цементацией, замещениями, бластезом, накоплением или выносом солей. Особое значение приобретают подземные воды зон активного водообмена, приуроченные к активным разрывным нарушениям – зонам растяжения (рифты, авлакогены, желоба и др.). В этом случае с их помощью зона суточных и годовых влияний температур увеличивается и составляет сотни метров [25, 26, 70].

Подземные воды зоны пассивного водообмена являются (в ряде случаев) индикаторами и регуляторами сейсмического состояния водоносных структур. Скачки в их динамике могут индцировать землетрясения, которыми можно управлять, регулируя динамику напорных подземных вод [13, 83].

2.2. Процессы глобального уровня причины и следствия

Причины геологических процессов глобального уровня изначально затрагивают преимущественно **геотермозону**, распространяясь при этом по всем сферам планеты. Своим происхождением обязаны процессам в сферах расположенных ниже земной коры (**мантия, астеносфера, ядро**), в которых они протекают интенсивно и связаны с химическими и ядерными реакциями, наиболее активно проявляющимися в геотермозоне (**рис. 1, 2**). Она является наибольшей

Таблица 3.
Классификация геологических процессов

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ		ИЕРАРХИЯ ПРОЦЕССОВ					
		КОСМИЧЕСКИЙ (СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА)	ПЛАНЕТАРНЫЙ (ЗЕМЛЯ)	СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЙ (ОКЕАНИЧЕСКИЙ, КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ БЛОКИ, СТРУКТУРЫ, ЭТАЖИ)	СТРАТИГРАФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ, ГОРИЗОНТЫ, СЛОИ	ПОРОДНЫЙ, МИНЕРАЛЬНЫЙ (ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТРАТОНОВ)	
ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ	Причина	Формирование Солнечной системы, планеты Земля.	Остывание Земли, кристаллизация, дифференциация вещества, погружение, воздымание фрагментов земной коры.	Вещественная неоднородность в составе и строении земной коры, перемещение в плане и в разрезе ее блоков.	Неоднородность в составе, геометрии стратиграфических комплексов геологических структур	Неоднородность в составе, структуре парагенетических ассоциаций минералов в среде их образования
		Процессы	Движение Земли в космическом пространстве, формирование вещественного состава геосфер.	Дифференциация планетного вещества в плане и в разрезе, поступление космических веществ (пыль, астероиды).	Седиментация, орогенез, талассогенез, плюмогенез, дегазация Земли, метаморфизм, серпентинизация, десерпентинизация, субдукция, вулканизм и др.	Перераспределение вещества, седиментация, аккумуляция, денудация, эродирование, окисление, растворение, выщелачивание, засоление.	Перераспределение вещества между и внутри пород и минералов, литогенез, катагенез, аутигенез, донорство, миграция флюидов, кристаллобласты и др. [82.]
		Следствия	Образование формы, размеров, структуры, состава Земли ее взаимоотношение с Солнцем, Луной, другими планетами.	Формирование земной коры, ядра и геосфер (атмосферы, литосферы, гидросферы, биосферы).	Образование литосферы, континентального и океанического блоков, фундамента, чехла, платформ, плит, геосинклиналей, сейсмических поясов.	Формирование породных комплексов, литотипов, литолого-петрографических разновидностей пород.	Образование парагенетических ассоциаций материнских минералов и горных пород их вторичных образований, слагающих элементарные стратоны.
	ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ	Причина	Радиационная, магнитная, тепловая ионизация в космическом пространстве.	Центробежные силы, радиационные и термодинамические градиенты Земли, альбеда.	Температурные, радиационные, электромагнитные градиенты в структурах литосферы.	Температурные, радиационные, электромагнитные геостатические градиенты в разностях пород.	Геодинамические и окислительно-восстановительные градиенты, геотермальные флюиды, криогенез и др.
		Процессы	Движение магнитных радиационных, тепловых потоков космического уровня.	Движение радиационных, магнитных и тепловых потоков в геосферах, магнитного поля Земли.	Тепловые, радиационные, геомагнитные потоки, гравитационные перемещения тел.	Конвективные, кондуктивные, энергетические потоки, уплотнение, разуплотнение слоев.	Конвективные, кондуктивные энергетические, химические потоки, уплотнение, разуплотнение зерен.
		Следствия	Формирование энергетического состояния Земли в Солнечной системе.	Гравитационные, тепловые радиационные зоны в Земной коре, широтная, вертикальная зональность в геосферах.	Тепловые, геомагнитные, радиационные поля в структурных элементах земной коры.	Формирование динамического, термометрического, радиационного состояния в слоях пород.	Установление равновесного энергетического состояния внутри горных пород и минералов.

Таблица 3. Продолжение
Классификация геологических процессов

ЭТАП ЭВОЛЮЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ	Причина	Трансформация космических веществ в солнечной системе.	Изменяющиеся градиенты вещества в геосферах земной коры и между ними.	Градиенты вещества между трансформированными структурными элементами земной коры.	Градиенты вещества между изменяющимися ассоциациями горных пород в стратонах земной коры.	Неоднородность вещественного состава в преобразованных парагенетических ассоциациях пород.
		Процессы	Поступление космической пыли, метеоритов на дневную поверхность.	Вторичное перераспределение вещества в Земной коре и в ее геосферах	Внутриструктурное и меж структурное перераспределение вещества в трансформированных структурах земной коры.	Внутрипородное перераспределение вещества, вторичные изменения в генетических ассоциациях горных пород.	Перераспределение вещества между вторичными минеральными ассоциациями.
		Следствия	Трансформация строения земной коры, мощности, состава литосферы, атмосферы, биосферы, гидросферы.	Формирование трансформированных континентальных, океанических блоков, состава, строения в плане и в разрезе фундамента и чехла на момент времени.	Наложённые вторичные изменения в структурных этажах океанических и континентальных блоков.	Формирование вторичных типов породных комплексов на момент времени.	Новообразованные на момент времени минеральные ассоциации элементарных стратонов.
	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	Причина	Кольцевой электропоток самоиндукции, прохождение солнечного ветра через планету	Гравитационные, магнитные, тепловые и радиационные градиенты в трансформированных блоках геосфер	Геодинамические, термодинамические градиенты между структурными элементами океанических и континентальных блоков	Геодинамические, термодинамические градиенты между литолого-петрографическими преобразованными разностями пород	Геодинамические и окислительно-восстановительные градиенты, геотермальные флюиды, криогенез в измененных условиях.
		Процессы	Формирование электромагнитных, тепловых радиационных полей Земли.	Радиационные, магнитные и тепловые потоки, в изменяющихся сферах Земли и между ними.	Перераспределение геодинамических, электромагнитных напряжений в структурах и между ними, фундаментом и чехлом.	Перераспределение геодинамических, электромагнитных напряжений в стратонах и на контактах литолого-петрографических разностей	Конвективные, кондуктивные, энергетические, химические потоки, уплотнение, разуплотнение вторичных минеральных агрегатов.
		Следствия	Электромагнитное, радиационное и тепловое поле Земли.	Гравитационные, тепловые радиационные зоны (поля) в изменяющихся на момент времени сферах Земли.	Формирование энергетических полей в трансформированных блоках и структурных этажах на момент времени.	Формирование в преобразованных стратонах энергетических полей в генетических комплексах пород.	Установление равновесного энергетического состояния внутри вторичных горных пород и минералов.

по мощности частью земной коры. Для нее характерны такие процессы как дегазация и расширение Земли [7, 8], формирование озоновых дыр [61, 62], десерпентинизация [17], деформации блоков земной коры в плане и в разрезе, образование геоструктур глобального уровня; как следствие литифицирование, седиментогенез, катагенез, метаморфизм; закономерно усиливающиеся с глубиной при увеличении геостатического давления и температур, постепенным усилением радиационного, температурного, осмотического, гидротермального влияния мантии и ядра его дегазации и т.п. (табл. 4). Водородная дегазация Земли провоцирует сейсмические ге-

ологические процессы, сопровождающиеся термическими и электромагнитными аномалиями, формированием месторождений углеводородов разного типа (нефть газ, золото и др.) [52].

Взаимоотношения гео- и гелиотермозон определяются составом и толщиной структурных этажей земной коры (от 33 до 70 км на континентах и 5-15 км под дном океанов [16]), в некоторых случаях они могут накладываться, создавая смешанные условия для формирования процессов комплексного характера [30] свойственны континентальным окраинам и подвижным геосинклинальным поясам с прилегающими территориями.

2.3. Процессы структурно-тектонического, стратиграфо-генетического, минерально-породного уровней причины и следствия

Процессы структурно-тектонического уровня в силу неоднородности строения континентальных и океанических структурных блоков и их частей по-разному протекают в скальном фундаменте и осадочном чехле, которые отличаются большей однородностью, чем структуры геотермозоны. Определенное влияние оказывают интрузивные тела, разрывные нарушения (зоны растяжения, сжатия), на контактах которых энергомассообмен протекает несколько активнее, чем в основном массиве пород. Особую роль в динамике процессов этой зоны играют напорные подземные воды, часто высоко минерализованные и термальные, радиоактивные и газированные в зонах интенсивного водообмена, соленосные, угленосные, нефте- и газоносные формации, а также геостатические характеристики в толщах пород.

Рассмотренные выше причины и примеры энергомассообмена глобально-космического уровня, планетарного и структурно-тектонического уровня (*табл. 3, 4*) равномерно распределялись бы по геосферам и по структурным блокам в плане и в разрезе при условии однородности их состава и строения. Неоднородность состава и строения блоков земной коры, ее фрагментов регионального, локального и других более низких уровней, предопределяют следующие этапы классифицирования причин геологических процессов.

Принципиально-различными причинами и условиями формирования и протекания геологических процессов обладают горные страны, платформы, плиты, переходные зоны, структуры дна Мирового океана, внутренних и внешних морей. Кроме этого различно они протекает между стратиграфо-генетическими комплексами пород формациями, пластами, слоями, фациями, отдельными минеральными зернами; каждого петрографического и литолого-фациального вида с водой, газами, микробиологическими субъектами. При этом, кроме всего прочего различной может быть температурная, радиационная, осмотическая окислительно-восстановительная обстановка. Дробность деления в каждом конкретном случае должна быть согласована с конкретными задачами исследований при их соответствующем масштабе. Исходя из этого классифицирование геологических процессов от космического до точечного уровня позволяет ставить задачи, выбрать методы по геодинемическому моделированию природных систем, обеспечить результаты (*табл. 3*).

2.4. Классификация антропогенных процессов

В общем числе геологических процессов, преобразующих Землю особую группу составляют процессы антропогенного происхождения, главной причиной которых является хозяйственная деятельность человека, масштабы которой приравняются к глобальным (тепловое, химическое, радиоактивное загрязнение), и региональным (горно-добывающие комплексы, городские агломерации-мегаполисы, сельскохозяйственная и другие виды деятельности) [32, 64]. В целом их можно рассматривать как процессы, наложенные на природные и частично или полностью преобразующие ход последних. Особое значение для здоровья и продолжительности жизни человека имеют процессы поступления в природные объекты загрязняющих веществ, зачастую токсичных связанных в основном с топливной и химической, нефтеперерабатывающей промышленностью, транспортом, сельским хозяйством, особое место занимают аварийные ситуации. Немаловажное значение имеют некоторые виды работ, связанные с механическим и динамическим воздействием на горизонты пород. К ним можно отнести взрывные работы, сейсморазведка, откачки и нагнетания в подземные коллекторы, подземные сооружения и т.п.

При классифицировании геологических процессов антропогенного происхождения упорно используются только три аспекта: с участием человека, без участия и среднее состояние. Но в антропогенных условиях на начало исследования природные условия могут находиться в нескольких состояниях: полностью преобразованных, частично измененных человеком, естественных. И в каждом случае могут происходить как природные естественные, так и антропогенные процессы (целенаправленные, опосредованные, случайные). Сочетание состояния среды на момент исследования с типами процессов дает более подробный их ряд от собственно естественных (участие человека лишь предполагается) до полностью антропогенных процессов с некоторым количеством промежуточных типов (*табл. 4*).

Состояние понятийной базы применяемой при описании влияния хозяйственной деятельности на геологическую среду также нуждается в экспертизе и пересмотре.

2.5. Временные аспекты геологических процессов

Временные аспекты формирования и протекания геологических процессов в природных системах имеют важное значение при их классифицировании и прогнозировании. По временной протяженности формирования и протекания процессы следует рассматривать в совокупности

с временными интервалами формирования и существования структур, к которым они приурочены. Соответственно можно выделить процессы существовавшие на протяжении формирования: солнечной системы, планеты Земля и ее сфер; структур планеты 1-го порядка (океаны, континенты; фундамент, чехол); 2-го порядка (стратиграфических комплексов, горизонтов, слоев); 3-го порядка (породно-минеральных комплексов, минералов).

В отношении к временному интервалу развития геологии как науки и отдельных ее этапов в совокупности новых методов и новой информации, которая постоянно пополняется можно выделить: палео-процессы существовавшие в прошлом; процессы, существовавшие на всем протяжении развития изучаемой структуры, современные процессы, существующие на современном отрезке времени; перспективные – могут развиваться в будущем.

По динамике развития можно выделить процессы протекающие: постоянно; временно; периодически (через равные или разные промежутки времени); усиливающиеся, затухающие, затухающие, дремлющие.

Во временном аспекте выделяются стихийно-развивающиеся и катастрофические процессы, которые также приурочены к определенным структурам, не всегда предсказуемы по продолжительности, изменяющие формы структур и их вещественный состав; часто приурочены к контактам различных структур, например стыкам океанических структур с континентальными.

3. Принципы классифицирования природных систем в совокупности с геологическими процессами

Сочетание структурных элементов земной коры различного уровня с геологическими процессами соответствующего уровня дает многообразие природных систем (*табл.4*). В предложенной классификации учтено взаимоотношение литосферных стратонсов с их мобильными компонентами такими как водные и воздушные потоки, биота.

Состав, динамика, направленность процессов обусловлены составом, строением и состоянием той материальной основы литосферных блоков, в которых они формируются и протекают. В рассматриваемом случае это известные сферы, затем их структурные единицы планетарного, глобального, регионального и других уровней, а также горные породы и минералы в совокупности с природными (атмосфера, гидросфера, биосфера (*табл. 3, 4*).

Используя принцип последовательных приближений в изучении процессов, учитывая объе-

мы понятий и непрерывность их деления можно выделить: космический, планетарный, структурно-тектонический, стратиграфо-генетический, литолого-петрографический и другие уровни, замыкает ряд нано-уровень природных геодинамических систем и их составляющих (*табл. 3*).

1.1. Геодинамические системы космического уровня – потоки вещества и энергии за счет которых изначально сформировалась планета Земля, условия эволюции в солнечной системе (орбита, скорость вращения, энергомассообмен с космическим пространством и телами). Ее эволюция сопровождалась разделением на догеологическую и геологическую Землю с образованием главных структурных элементов таких как: **ядро, мантия, литосфера, гидросфера и гидрогеосфера, биосфера, атмосфера** (*рис. 1, 2*). При этом сформировалось первоначальное строение, состав и свойства сфер, земной коры с соответствующим набором процессов планетарного уровня [3; 72; 73].

Формированию планеты космического уровня происходило при дифференциации вещества с образованием инфраструктуры и систем первого порядка, состоящей из догеологической и геологической Земли [7, 8, 36, 72, 73].

Догеологическая Земля состояла из внутренних ярусов Земли (*рис. 1*): 1 – металлического или водородного ядра (внутреннее твердое, внешнее жидкое); 2 – силикатной твердой мантия (ядерной, пластического астеносферного слоя, утоненного латерально-прерывистого астеносферного слоя); 3 – мантийной литосферы (океанической, континентальной) (*рис. 2*). В каждом из этих слоев формировались специфические геологические процессы (наименее изученные), в результате которых вся поверхность Земли представляла собой единый магматический океан, состоящий из выступов и котловин; первые превратились в океанические недра; вторые – в пластичный астеносферный слой (мощностью до 100 км). Котловины магматического океана преобразовались в континентальные недра мощностью 300-400 км.

Ярусы догеологической Земли характеризуются достаточно однородным строением, обусловленным длительными палео-процессами ее формирования. Мнения о последующих процессах ее геодинамического существования разделились в соответствии с различными мнениями о составе и строении ядра Земли, представлениями о ее тектонике.

Геологическая Земля состоит из геодинамических систем, образованных вследствие эволюции догеологической Земли: 1 – океанические и 2 – континентальные блоки (*рис. 2*).

Океанические недра развивались в три стадии, сформировавшие три мощных слоя, разделенных латеральными поверхностями: магматический до-верхнеюрский с выступами ядерной мантии (диапировой) и магматическими плащами; выступы ядерной мантии и магматические плащи, подстилающие океанические платформы в составе периферических синеклиз и поднятий.

1. Океанические платформы формировались в магматическом бассейне с глубиной 1-2 км. На рубеже плейстоцена и голоцена прошло резкое обрушение (талассогенез) океанических недр (до 5-7 км) за счет десерпентинизации мантии [17]. При обрушении создавались внешние шельфы, океанические котловины, срединно-океанические хребты и другие океанические структуры.

Площади пассивных океанических окраин характеризуются процессами смещения, ориентированными в сторону континентов с низкими скоростями. Площади активных океанических окраин характеризуются редкими низкоскоростными разнонаправленными смещениями подошвы литосферы в сторону континентов. Установлены три региона с высокими скоростями латеральных смещений: Австралийско-Юго-Восточно-Азиатский, Южно-Северо-Американский-Карибский и Западно-Европейский [79].

2. Континентальные недра формируют геосинклинальный, догеосинклинальный, платформенный, орогенный режим, также глубоководных бассейнов (топодепрессий) краевых и внутренних морей. Они образуют континентальную кору толщиной 300-400 км, включающую 5 градаций геосинклиналей (архейско-палеопротерозойская, неопротерозойско-кембрийская, палеозойско-нижнемезозойская, мезозойская, кайнозойская).

Геологические процессы континентальных недр представляют собой тектонические (геосинклинальные) подвижки, которые связывают с плюмами. Кровля геосинклиналей, орогенов и топодепрессий характеризуются деструктивными зонами (геосолитонами), разрушающими породные комплексы Земли разных возрастов, формируя структуры напоминающие трубки, состав и структура которых отличаются высокой проницаемостью и рыхлостью, перспективными для скопления углеводородов, связанными с режимом вращения Земли [7, 8].

Современные геологические процессы на поверхности литосферы представляют собой латеральные смещения со скоростями до 1-5 мм/год; 20-30 мм/год и 60/70 мм/год [79]. Они проявляются в различных типах деформаций земной коры, образующих геодинамические структуры регионального уровня, в составе которых следующие:

- вертикальные связанные с конседиментационным дифференциальным прогибанием

земной коры, постседиментационным обрушением, постседиментационным воздыманием;

- латеральные связанные со сжатием и растяжением геосинклинальной коры с перемещениями до сотен километров;

- деструкционные и плюмовые, связанные с геосолитонами [3, 7], грязевые вулканы, соляные купола, нептунические дайки и другие формы, вызванные внутренней энергией Земли и разрушающие ее недра;

- магматические (интрузивные, эффузивные);

- седиментационные (клиноформы, конуса выноса).

К каждой из перечисленных выше зон, как и при их формировании и последующей эволюции приурочены типовые геологические процессы – смещение геологических тел в пространстве, потоки вещества и энергии в них, специфические по составу, масштабу и динамике.

3.2. Геодинамические системы – планетарного (глобального) уровня – движение вещества и энергии за счет которых сформировались структурные элементы земной коры первого порядка: континентальные и океанические блоки с соответствующим набором процессов структурно-тектонического уровня (*табл. 4*).

3.3. Геодинамические системы структурно-тектонического уровня – движение вещества и энергии, за счет которых в пределах континентальных и океанических блоков сформировались и эволюционировали такие структуры как: щиты, платформы, плиты, горно-складчатые пояса с соответствующими процессами стратиграфо-генетического уровня.

3.4. Геодинамические системы стратиграфо-генетического уровня движение вещества и энергии, за счет которых сформировались и эволюционируют стратиграфо-генетические комплексы (горизонты, слои) горных пород, более мелкие структурные элементы (формации, фации и т.д.).

3.5. Геодинамические системы литолого-петрографического уровня – движение вещества и энергии, за счет которых сформировались и эволюционируют литолого-петрографические разности пород (горные породы и минералы и их ассоциации).

Каждый из перечисленных типов систем с соответствующими процессами взаимосвязаны и имеет пространственную приуроченность к сферам Земли, к ее палео-строению в целом и отдельных блоков, структурных этажей, стратиграфических комплексов и слоев, литолого-петрографических разностей в частности, с их последующей эволюцией.

В настоящей работе очень кратко представлена предварительная информационная и графическая модель Земли, инфраструктура которой может рассматриваться как основа для

Таблица 4.
Классификация геодинамических систем

Вид системы	Иерархический уровень	Процессы
1. Солнечная система	Космический	Формирование Солнечной системы
2. Планета Земля в Солнечной системе	Планетарный	Магнитная дифференциация вещественного состава солнечной системы, формирование планеты Земля ее вещественного магнитного радиоактивного состава, расстояния от Солнца, параметры орбиты и режима ее движения.
Догеологическая Земля 1. Металлическое или водородное ядро: 1.1. Внутреннее – твердое; 1.2. Внешнее – жидкое. 2. Силикатная твердая мантия. 3. Литосфера: 3.1. Мантийная: 3.1.1. Океаническая; 3.1.2. Континентальная. 3.2. Коровая: 3.2.1. Океаническая; 3.2.2. Континентальная.	Планетарный – палеопланета – до геологическая Земля	Формирование геометрии и структуры Земли с дифференциацией планетарного вещества по составу, радиоактивности и магнитному состоянию, бомбардировка метеоритами, деформации поверхности литосферы.
Геологическая Земля 1. Ядерная сфера: 1.1. Твердая внутренняя; 1.2. Жидкая внешняя. 2. Силикатная сфера. 3. Литосфера мантийная: 3.1. Океаническая; 3.2. Континентальная. 4. Литосфера <u>коровая</u> Сфера с геологическими процессами (<u>таласогенная</u> океаническая, криосфера). Сферы без геологических процессов (гидросфера океаническая, континентальная, атмосфера).	Планетарный – геологическая Земля:	<u>Лунная стадия</u> – аккреция протопланеты, разделение на ядро, мантию и кору, прекращение бомбардировок метеоритами, проявления магнетизма. <u>Нуклеарная стадия</u> – образование протоконтинентов, площадной магматизм, формирование интрузий, зеленокаменных поясов, щелочных гранитов, мафитовых плутонов. <u>Кратонная стадия</u> – образование стабильных кратонов с платформенным чехлом, магматизм платформенных и складчатых структур. <u>Континентально-океаническая стадия</u> – формирование складчатых областей с магматической активностью, глубинных разломов, переплавом мантийного вещества.
Основные типы структурно-тектонических систем (по латерали континент-океан и вертикали фундамент-чехол) литосферы <u>Континентальный блок</u> : платформы, плиты, горные страны, перикратонные прогибы, авлакогены, разломы; фундамент (архейский, каледонский, герцинский, альпийский); чехол (протерозойский, палеозойский, мезозойский, кайнозойский, кватерна). <u>Океанический блок</u> : океаны (Тихий, Индийский, Атлантический, Северный Ледовитый – геоблоковое строение, нуклеарные неоднородности), внешние и внутренние моря, шельфы, абиссальные равнины и котловины, океанические плиты, нагорья, плюмы, талассы, хребты (поднятия), рифовые постройки, впадины, биостромы, биогермы, разломы, таласократоны, гайоты, атоллы. Фундамент (доюрский, позднеюрский, мезозойский, палеозойский); чехол (мезозойский, кайнозойский, кватерна).	Региональный уровень тектонические структуры океанического и континентального блока в плане, стратиграфических комплексов пород в фундаменте и чехле.	Дифференциация вещества земной коры вследствие конвективного течения мантии, гравитационная и радиационная дифференциация с образованием типовых структур регионального и локального уровней, их последующих деформаций (пригибания и вздымания, сжатия и растяжения), морфологии, горно-породного состава, гидрографии, отдельных структур или их частей. Формирование гравитационных, температурных и радиоактивных полей. Денудация и аккумуляция вещества и энергии, суффозия, растворение, выщелачивание, замещение, уплотнение, blastez, формирование комплексов горных пород, формаций и фаций (магматических, осадочных, метаморфических; соляных куполов, грязевых вулканов, карста). Перенос веществ водными, воздушными потоками, живыми организмами. Залповые выбросы излишков вещества и энергии при зонально-концентрическом расслоении земной коры, деформации коры с образованием положительных и отрицательных форм, разрывных смещений, трансгрессии и регрессии с формированием соответствующих типов отложений, деформации береговых линий.
Литолого-петрографические системы <u>Континентального блока</u> земной коры: комплексы магматических (интрузивные, эффузивные) гранитно-метаморфических; гранулитно-базитовых; мантия-ультраосновных; осадочных породы; <u>Океанического блока</u> : осадки; базальтовые пиллоу-лавы; комплексы параллельных даек; габбро (очаги магмы); расслоенные перидотиты; мантия.	Региональный, породно-минеральный (литолого-петрографические различия стратонтов океанического и континентального блоков).	Формирование, взаимодействие и эволюция комплексов горных пород и минералов в структурно-тектонических системах: внутри генетических комплексов (слоев), между и на контактах комплексов и слоев с биосферой, гидросферой, гидрогеосферой и атмосферой.
Элементы литолого-петрографических систем (виды горных пород и минералов): Магматические (базальт, графит, туф); осадочные: органические (уголь, мел, нефть); химические (гипс, соль, графит); обломочные (галка, песок, глина); метаморфические (гнейс, известняки, мрамор).	Регионально-локальный (вещественный состав коры)	Формирование и эволюция основных видов горных пород, минералов в выделенных по вещественному составу стратонах под действием эндогенных и экзогенных источников энергии.
Магматические породы 1. <u>Плутонические</u> – формируются на глубинах более 500 м при T = 750-1100° и характеризуются полнокристаллическими структурами. 2. <u>Гипабиссальные</u> , или жильные, аналоги плутонических пород формируются на глубинах 1500-5000 м и характеризуются афанитовыми или порфиридовидными полнокристаллическими структурами. 3. <u>Вулканические</u> породы (излившиеся аналоги плутонических пород) формируются на глубинах до 1500 м или изливаются на поверхность при T = 800-1200° и характеризуются порфиридовыми или стекловидными структурами.	Локальный уровень магматические проявлений.	Формируются в результате тектонических процессов (вулканизма, землетрясений, метаморфизма), в земной коре при участии внутренней энергии Земли за счет излияния или внедрения магмы на участках земной коры.

Таблица 4. Продолжение
Классификация геодинамических систем

<p>4. Осадочные горные породы континентального и океанического блоков; платформенных и горно-складчатых областей. К осадочным относят породы: глины, пески, супеси, суглинки, известняки, пирокластические, терригенные (глинистые, обломочные); хемогенные (глинистые, эвапориты, кор выветривания), карбонатные, кремнистые, фосфатные, каустобиолиты.</p>	<p>Локально уровень, возможен региональный (морские осадки).</p>	<p>Седиментация взвешенного или растворенного материала с образованием типовых осадочных (экзогенных) горных пород (около 75% поверхности). Разрушение и перерождение продуктов разрушения материнских пород, механическое и химическое выветривание, выпадение осадка из воды, жизнедеятельность организмов, часто несколько факторов.</p>
<p>5. Метаморфические горные породы по типу метаморфизма выделяют региональный (низкотемпературный, среднетемпературный, высокотемпературный); динамометаморфизм локальный динамометаморфизм, контактовый, ультраметаморфизм, импактный, метасоматоз, ударный метаморфизм. К метаморфическим магматическим породам относят гнейсы; к осадочным – кварциты, мрамор, сланцы.</p>	<p>Локальный уровень (разломная тектоника).</p>	<p>Все породы, преобразующиеся из любых других под действием температуры, давления и флюидов (гидротерм), связанными с разломной тектоникой. Низко-, средне- и высокотемпературный, контактный, динамометаморфический, импактный энергообмен, рост давлений и напряжений на глубинах.</p>
<p>6. Породообразующие минералы 6.1. Магматических пород Минералам изверженных (магматических) горных пород (кварц, полевые шпаты, слюды, темноокрашенные минералы). 6.2. Осадочных пород Группа алюмосиликатов, группа карбонатов (кальцит, магнезит, арагонит, доломит, флюорит), группа сульфатов- (гипс, ангидрит). Химические осадки калийные, натриевые соли, сульфаты, гипс, ангидрит, алебастр, карбонаты, фосфорит, боксит, яшма, опока, (мел, ракушечник) минералы, фитогенные (диатомит, трепел), угли.</p>	<p>Локально-региональный формирования вещественного состава земной коры</p>	<p>Кристаллизация магмы при ее остывании в условиях различных глубин, температур и давлений. Выветривание, растворение, выщелачивание, замещение, бластез, диагенез, катагенез и т.д. Седиментация, элизионные типы отложений.</p>
<p>6.3. Метаморфических пород – главный представитель этой группы – гнейс. Минеральный состав – калиевый полевой шпат, роговая обманка, плагиоклаз, пироксен, кварц, слюда.</p>	<p>Локальный уровень</p>	<p>Все минералы, преобразующиеся из любых других под действием температуры, давления и флюидов.</p>
<p>Гидросфера 1. Континентального блока (платформы, горные страны, переходные районы); система поверхностных водоемов, водотоков, внутренние моря, ледники и снежники, озера, болота, пары в атмосфере в почвах, растительности и живых организмах. 2. Океанического блока: океаны (самоорганизованная система), внешние моря.</p>	<p>Континентально-региональный уровень. Глобальный уровень.</p>	<p>Перенос вещества и энергии, формирование осадков в областях аккумуляции (долины и устья рек, озера, морские бассейны), поверхностный и подземный сток, заболачивание, ледники, лавины, сели. Седиментация и эволюция океанических отложений, элизионный перенос водными течениями.</p>
<p>Гидрогеосфера – система подземных вод 1. Океанический блок: талассогенные и седиментационные воды осадков акваторий, гидротермы, газогидраты в осевых зонах хребтов, на склонах островных дуг. Подвижные гидрогеологические области приуроченные к срединным океаническим хребтам и поднятиям и стабильные – приуроченные к платформам. Водоносные</p>	<p>Глобальный круговорот воды в океаническом и континентальном блоках литосферы с региональными водоносными подсистемами.</p>	<p>Формирование иловых вод в рыхлых осадках (сульфатредукция, катионный обмен, вторичное минералообразование), среднего слоя с трещинопластовыми водами, нижнего слоя с трещинными водами, активной химической, температурной и газовой обмен присущ рифтовым зонам океанов.</p>
<p>структуры окраин континентов (субмаринные артезианские бассейны, гидрогеологические массивы, вулканогенные бассейны, бассейны глубоких котловин, желобов, трещинные оды разломов) 2. Континентальный блок: сложные, простые бассейны платформенных областей, плит, межгорных впадин, конусов выноса, речных долин, линзы пресных вод, бассейны карстовых отложений; гидрогеологическая складчатая область горных массивов, водоносные зоны трещиноватости, капиллярная кайма, зона аэрации, насыщения, зоны по динамике и химизму.</p>		<p>Формирование запасов, качества и режима подземных вод в тектонических структурах континентального, океанического, регионального, локального и местного уровней их взаимоотношений с водовмещающими породами (выщелачивание, растворение, засоление, заболачивание, коагуляция, перенос и перерождение горных пород подземными водами в литосферных слоях).</p>
<p>Биосфера 1. Океанического блока, климатические пояса, глубинная зональность, структуры дна океанов (платформ, хребтов, впадин и др.). 2. Континентального блока Пространство, включающее атмосферный слой, часть литосферы, гидросферы населенных живыми организмами и растительным покровом, человеком. Структура биосферы: атмосфера (у полюсов 8-10 км, у экватора – 17-18 км, остальная поверхность – 20-25 км); гидросфера (вся заселена жизнью, Марианская впадина 11 022 м); литосфера (жизнь концентрируется в поверхностном слое – почве, субстрате, 5-7 км. Совокупность всех экосистем и биоценозов</p>	<p>Глобальный, региональный, локальный</p>	<p>Аккумуляция и преобразование солнечной энергии. Дифференцированное расположение компонентов по климатическим поясам, глубинам и структурам океанов. Миграция живых организмов. Перенос вещества и перераспределение энергии в почвах и субстрате, по путям миграции, в среде обитания птиц, рыб и др. особей, между атмосферой, почвой, гидросферой и живыми организмами. Саморегуляция (гомеостаз), мутации, популяционные волны (колебания численности), изоляция (ограничивающие барьеры), естественный отбор (стабильный, движущий и дизруптивный).</p>

Таблица 4. Продолжение
Классификация геодинамических систем

<p>Криосфера Криосфера – это вся вода Земли в твердом состоянии. В составе современного оледенения различают постоянное, или многолетнее, и сезонное оледенение. Его составляющими можно считать материковые ледниковые щиты и горные ледники, вечную мерзлоту и ископаемые льды, морские льды и снежный покров, айсберги и, наконец, лед в атмосфере.</p>	<p>Глобально-региональный</p>	<p>Отражение и большая излучательная способность льдов, отсутствие парникового эффекта над полярными шапками., охлаждающее влияние на прибрежные водные массы, и на все полушария.</p>
<p>Атмосфера Газовая оболочка, окружающая нашу планету Земля, состоит из пяти основных слоев от поверхности планеты, от уровня моря (иногда ниже) до космического пространства. Подчинены зонально-климатической поясности (нивальный, гумидный, умеренный, семиаридный, аридный) и вертикальной слоистости (тропосфера; стратосфера; мезосфера; термосфера; экзосфера). Имеет различия в пределах континентальных и океанических блоков, в прибрежных и высокогорных областях</p>	<p>Глобальный уровень с региональными и местными вариациями</p>	<p>Защищает Землю от метеоритов и УФ излучения, формирует температурный режим и многообразие ландшафтов, газовый и водный обмен между всеми сферами Земли и другими структурами.</p>
<p>Антропосфера (Ноосфера) Участки земной коры подверженные хозяйственной и др. деятельности людей: промышленная, топливно-энергетическая (атомные, тепловые, гидроэлектростанции и др.), строительная, транспортная, горнодобывающая, сельскохозяйственная, рекреационная, селитебная.</p>	<p>Глобальный, региональный, локальный.</p>	<p>Перераспределение объемов и свойств природных ресурсов (горных пород, поверхностных и подземных вод, полезных ископаемых); геохимического фона, условий формирования денудационных, эрозионных, аккумулятивных форм рельефа, почвообразования и растительного покрова и т.д. и т.п.</p>

формирования и протекания, моделирования конкретных геологических процессов или их комплексов (рис. 1, 2, 3).

4. Методологические аспекты изучения геологических процессов природных систем

Методологические аспекты различных геологических исследований рассматриваются в соответствующей литературе авторами высокого профессионального уровня, среди них Мусин Г.Х., Фролов В.Т., Фролов Н.М., Новиков А.М., Новиков Д.А. и др. [39, 40, 41, 60, 71]. Приведенные в них рекомендации приняты автором во внимание и оказались весьма полезными при классифицировании природных геодинамических систем как первой стадии их изучения.

В результате исследований, изложенных в настоящей работе можно заключить, что методологические аспекты классификации природных систем, должны учитывать причинно-следственную связь геологических процессов, их физико-химическую сущность, представляющую собой потоки вещества и энергии, протекающие в соответствии с законами термодинамики как в однородных, по составу пород массивах, так и в разнородных по составу пород геологических телах. При этом создание методических основ геодинамического моделирования природных систем предполагает: 1 – совершенствование понятийной базы, включающей научно-обоснованные определения изучаемых объектов их вещественный состав, строение, состояние, свойства, пространственно-временную изменчивость; 2 – использование принципов научного познания объектов такие

как целеполагания, историчность, единство мира, последовательных приближений, равной достоверности, индукции, дедукции; 3 – создание классификаций систем на базе районирования и стратификации изучаемых фрагментов земной коры как системы с выделением ее инфраструктурных элементов, характеризующихся однородным составом вещества, его энергетическим состоянием и процессами их эволюции.

На первом этапе целесообразно составление предварительной модели изучаемой системы, в информационном обеспечении которой должно быть учтено: ее иерархический уровень и отношения с системой более высокого уровня, частью которого она является и какие процессы от нее унаследовала; из каких более мелких систем она состоит с процессами внутри составных частей и между ними; в составе процессов определить те, которые обеспечивали ее формирование, существование, умирание; строение и состав на всех рассмотренных уровнях: космического, глобального, структурно-тектонического, литолого-петрографического, породно-минерального.

Целесообразно оценить их: исторический аспект (палео-, активные, пассивные, дремлющие и т.п.), масштаб (по всей структуре, локально, местами, точно), значимость для жизнедеятельности человека (формирующие природные ресурсы, условия строительства и эксплуатации сооружений, условия комфортности и др.). Особое значение имеют геологические процессы катастрофические, которые приурочены к зонам активного проявления процессов глобального и

структурно-тектонического уровня (зона сейсмической активности, сочленения тектонических структур, зоны спрединга, рифтогенеза и т.п.), горные страны с активной денудацией и аккумуляцией осадков, зоны грязевого вулканизма и соляного диапиризма; территории активного влияния поверхностных вод (цунами, сели, наводнения, заболачивания, подверженные карсту, засолению, проседанию и т.п.).

Целевой принцип построения геодинамической модели в каждом конкретном случае позволяет сузить непомерное количество задач, возникающих при этом и предопределяет информацию о конкретном объекте, инфраструктура и вещественно-энергетическое состояние которого будет рассмотрено исторично и в развитии с учетом перспективы. Особое значение при этом имеют процессы, с помощью которых формируются различные типы месторождений полезных ископаемых, а также обеспечивающие комфортные и безопасные условия жизнедеятельности людей.

5. Геологические процессы Западно-сибирской плиты

Западно-Сибирская плита – геодинамическая система регионального уровня континентального блока представляет собой синеклизу – замкнутый седиментационный бассейн – сформировавшийся в доюрское время в результате прогибания территории при растяжении герцинско-палеозойского фундамента (геодинамические процессы планетарного уровня).

Плита находится в обрамлении Карского моря на севере, Урала на западе, Сибирской платформы на востоке и сооружений Центрального Казахстана и Саян на юге. Поверхность имеет форму блюдца с общим уклоном на север.

Дорифейские структурные образования представлены фрагментарными блоками архейского и раннепротерозойского возраста прорваны докембрийскими интрузиями кислого и основного состава.

Палеозойский фундамент плиты формировался в условиях внутриплитных сдвиговых перемещений и за счет градиентов разности угловых скоростей Сибирского и Европейского блоков при общем движении по часовой стрелке, при чем Сибирский опережает Европейский. В результате на севере плиты происходило растяжение, а на юге – сжатие. При этом образовались грабеновые структуры, расширяющиеся с юга на север. Фундамент плиты дислоцировался, формируя отдельные разнонаправленные блоки, рифты, разломы, интрузии, термальные воды, инверсионные зоны, с характерными метаморфическими стрессовыми процессами.

Одновременно с прогибанием плиты происходили морские трансгрессии, в результате которых был сформирован осадочный чехол из отложений мезозойских свит юрского и мелового комплексов (2,5 до 7,0 тыс. м.), палеоген-неогенового в верхних слоях, представленных морскими и континентальными песчано-глинистыми отложениями.

Осадочный чехол начал формироваться в верхней юре в результате прогибания территории с образованием седиментационного бассейна, при сопутствующих морских трансгрессиях. При этом по мере накопления и погружения пластов происходило их растяжение в нижних этажах и сжатие в верхних. Сформировалось несколько осадочных комплексов:

- мезозойские свиты юрского (1.4) и мелового (1.3) комплекса (2,5-4,0 тыс. м.) – морские и континентальные песчано-глинистые отложения;
- палеогеновый комплекс (1.2) – морские отложения – глины, аргиллиты, песчаники, диатомиты. В середине олигоцена прогибание оставилось – верхние слои – континентальные песчано-глинистые фации;
- неогеновый комплекс формировался в условиях мало расчленённой равнины (песчано-глинистые фации).
- четвертичный комплекс формируется в относительно спокойных условиях озерно-аллювиальной равнины значительно заболоченной в гумидных условиях в зоне многолетнемерзлых пород на севере, в аридных условиях на юге с солончаками и солеными озерами (супесчано-суглинистые фации с линзами глин).

Вся территория равнины Западной Сибири ступенчато погружается с юга к северу и выглядит в орографическом рисунке ступенчатым гигантским амфитеатром, он открыт к побережью Карского моря (рис. 4).

Таким образом при формировании и эволюции Западно-Сибирской плиты в целом и ее структурных элементов принимали участие следующие геологические процессы: структурно-тектонические; стратиграфо-генетические (преимущественно седиментационные); породно-минеральные (метаморфические, литификационные).

Отдельную группу составляют криогенные процессы, сформировавшие наложенную толщу многолетнемерзлых пород.

Структурно-тектонические процессы – причины: глубинные процессы, проявившиеся в нижней мантии и в ядре. Основной причиной тектонических движения считаются конвективные течения мантии, вследствие теплового распада радиоактивных элементов и гравитационной дифференциации ее вещества в сочетании с действием силы тяжести и стремлением

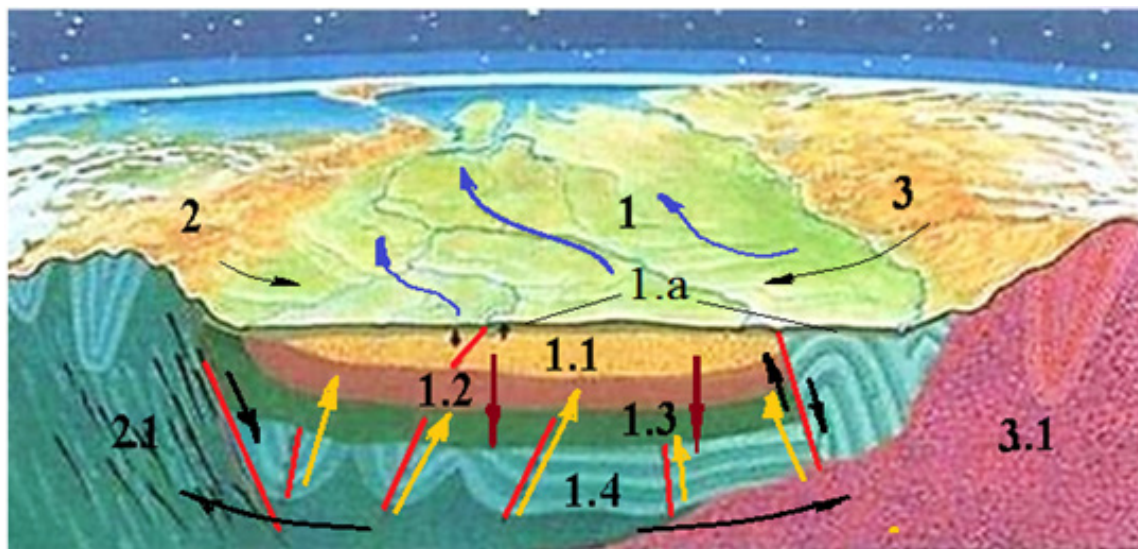


Рис. 4.
 Западно-Сибирская плита – геодинамическая система регионального уровня 1; 1.1-1.4 – осадочный чехол, 1.a – четвертичный комплекс отложений, 1.1 – неогеновый комплекс, 1.2. палеогеновый комплекс; 1.3. – меловый этаж, 1.4. – юрский этаж. 2 – Уральский геосинклинальный пояс, 2.1. – герцинский фундамент; 3 – Сибирская платформа, 3.1. палеозойский фундамент [portal.tpu.ru с дополнениями].

Условные обозначения к карте схеме (рис.)

	Пути поступления обломочного с Урала и Восточной Сибири		Направления нарастания геостатического давления в толще пород фундамента
	Направления растяжения фундамента плиты		Направления перемещения аллювиальных потоков
	Разломы фундамента, переходящие в чехол		Направления глубинных тепловых потоков
	Направления смещения структурных блоков вдоль разломов		

Геодинамическая система регионального уровня континентального блока- Западно-Сибирская плита базируется на стыке герцинского (2.1) и палеозойского (3.1) фундаментов; в обрамлении Карского моря на севере, Урала (2) на западе, Сибирской платформы на востоке (3), сооружений Центрального Казахстана и Саян на юге. Палеозойский фундамент плиты (3.1) формировался в условиях внутриплитных сдвиговых перемещениях и за счет разности угловых скоростей Сибирского и Европейского при общем движении по часовой стрелке, при чем Сибирская опережает Европейскую. В результате на севере плиты происходило растяжение, а на юге – сжатие. При этом образовались грабеновые структуры, расширяющиеся с юга на север. Осадочный чехол (мощность 7 км.) начал формироваться в верхней юре в результате прогибания территории с образованием седиментационного бассейна, при сопутствующих морских трансгрессиях формировались мезозойские свиты юрского (1.4) и мелового (1.3) комплекса (2,5-4,0 тыс. м.) – морские и континентальные песчано-глинистые отложения. Палеогеновый комплекс (1.2) – морские отложения – глины, аргиллиты, песчаники, диатомиты. В середине олигоцена прогибание остановилось – верхние слои – континентальные песчано-глинистые фации. Неогеновый комплекс (1.1) формировался в условиях мало расчленённой равнины (песчано-глинистые фации). Четвертичный комплекс (1.a) формируется в относительно спокойных условиях озерно- аллювиальной равнины значительно заболоченной в гумидных условиях в зоне многолетнемерзлых пород на севере, в аридных условиях на юге с солончаками и солеными озерами (супесчано-суглинистые фации с линзами глин).

литосферы к гравитационному равновесию по отношению к поверхности астеносферы. Сформировавшиеся при этом градиенты структурных поверхностей обеспечивали погружение и раздвижение герцинско-палеозойского фундамента в доюрское время с прогибанием, растяжением и расчленением основания и вышележащих

структурных этажей, с последующим сжатием а центральных участках синеклизы, сформировавшимся строением и структурой плиты в целом так и ее отдельных структурных элементов от фундамента до четвертичного горизонта.

Формирующиеся при этом градиенты вещества и энергии, геостатического состояния

и гравитационных характеристик в теле фундамента и чехла обеспечивают перемещение, уплотнение, деформирование, разрывы, тепловые, магнитные и радиационные потоки с соответствующими аномалиями. Причем градиенты напряженного состояния структуры имеют векторную направленность нарастая с глубиной в центре и по площади с восточного и западного бортов к середине.

Следствием деятельности тектонических процессов явились образование внутриконтинентальной рифтовой зоны с грабенообразными понижениями с осадочными и вулканогенными угленосными горизонтами с мелкими структурами антиклинального и синклинального характера, с заполнением наиболее погруженных участков фундамента малассовыми комплексами во впадинах, выравнивающих поверхность, с дайками архейского и протерозойского состава, с формированием осадочного чехла, месторождений углеводородов и термальных вод. На разных этапах формирования локальных структур в приразломных поднятиях образовывались месторождения нефти и газа.

Стратиграфо-генетические процессы (седиментационные) – обеспечившие формирование осадочного чехла по причине морских трансгрессий, гравитационного поступления обломочного материала с периферийных участков плиты. При прекращении прогибания плиты в середине олигоцена морские трансгрессии прекратились и чехол формировался с влиянием как мантийной составляющей обеспечивающей тепловые потоки, так и климатической составляющей при формировании осадков. До периода прекращения прогибания плиты выделяется группа палео-процессов с их последующем затуханием, в дальнейшем преобразования во всех стратиграфических горизонтах происходит достаточно пассивно, за исключением зоны аэрации и сезонно-деятельного слоя.

Небольшая амплитуда новых тектонических подвижек обуславливает низменный гипсометрический статус равнины. Максимальными амплитудами поднятий на равнине стали высоты от 100 до 150 м на периферии, севернее и ближе к центру наблюдаются тождественные опускания. На обширной территории равнины можно выделить низменные и возвышенные участки. Сформировавшиеся при этом комплексы осадочных пород – морские и континентальные представленные песчано-глинистыми отложениями, сланцами.

К породно-минеральным процессам можно отнести метаморфические процессы. По мере погружения сформированные пласты пород подвергались процессам метаморфизма с кондук-

тивными и конвективными переносами вещества и энергии, уплотнением, замещением, влиянием гидротерм с перестройкой структуры, вещественного, химического, минерального состава и др.

В интервале триас-юра формировались осадочные и вулканогенные угленосные горизонты, глины, аргиллиты, песчаники, базальтовые лавы, в пластах баженовской свиты – богатейшие залежи сланцевой нефти.

К литолого-петрографическим процессам (в данном случае) можно отнести **литификационные**, которые **затрагивают** практически все возрастные толщи осадочного чехла плиты, наиболее проявлены в верхних слоях чехла. Литификация – процесс, при котором отложения уплотняются под давлением, вытесняют сопутствующие жидкости, сцепляются и постепенно становятся твердой породой. В ходе литификации уменьшается пористость за счет уплотнения и цементации. К литификации относятся все процессы превращения рыхлых отложений в осадочные породы. Окаменение, хотя часто используется как синоним, более конкретно используется для описания замены органического материала кремнеземом при формировании окаменелостей.

Особенности литификационных процессов в верхних олигоцен-четвертичных ярусах чехла подчинены климатической зональности.

В южных районах Западно-Сибирской плиты, в семиаридной, степной и лесостепной зоне недостаточного увлажнения развиты такие процессы как флювиальные, денудационные, эрозионные, засоления. В центральных районах развиты заболачивание, суффозия, на приподнятых участках плоскостной смыв и др.

Северная часть плиты в условиях избыточного увлажнения изобилует криогенными процессами.

Криогенные процессы Западной Сибири имеют широкое распространение при переходе от зоны хвойных лесов к зоне лесотундры и тундры – одна из крупнейших низменных болотных областей на Земле. Для этой зоны характерны формирование полигональных жильных льдов, таликовых зон, наледей, солифлюкция, бугры пучения, термокарст, мерзлотная трещиноватость и др. Причинами этих процессов являются низкие температуры, влажный климат, сильная заболоченность; следствием тундровый ландшафт, в котором энергомассообмен целиком подчинен наличием многолетне-мерзлых пород.

ВЫВОДЫ

Выполненные исследования позволяют подойти к классифицированию геологических процессов подразумевая под ними потоки и взаимодействия вещества и энергии по причине

неоднородности в среде их формирования и последующего обитания.

Предложения по классифицированию геологических процессов с учетом рассмотренного понятия и структуры среды их протекания позволяют заключить следующее:

- работы в этом направлении носят исследовательский характер и содержат большое количество неясных и спорных вопросов, в процессе решения которых может потребоваться пересмотреть множество других понятий таких как литосфера, региональные структуры, осадочный бассейн и др., что в целом положительно для развития науки;

- пример работы над понятием «геологический процесс» показывает, что вся понятийная база геологического и смежных направлений нуждается в экспертизе и поэтапном ее усовершенствовании;

- схематизация природных условий, рассмотренная в статье с предварительным класси-

фицированием геологических процессов имеет практическое значение, поскольку позволяет при изучении геологической ситуации в каждом конкретном случае определить: к какой динамической зоне по площади и в разрезе относится изучаемый фрагмент земной коры, степень неоднородности его строения, вещественного состава, энергетического состояния; под влиянием каких вещественных и энергетических потоков он находится; какими методами он мог бы изучаться при исследованиях различного масштаба;

- согласно выполненным исследованиям методика изучения геологических процессов должна не просто констатировать изменения в природных объектах, но и устанавливать их причину выявляя сперва умозрительно, затем количественно градиенты вещества и энергии в изучаемом пространстве, взаимодействующие компоненты и устанавливая корреляционные связи между ними, формулировать прогноз развития земной коры во времени и в пространстве. XXI

Литература

1. Андреев Г.П., Микляев М.И., Аксенов В.В., Бюнау Е.К. Системное отображение планетарной «виброгеодинамики» в геологическом строении и газонефтеносности Ямала (технологические следствия) // Фундаментальные проблемы геотектоники: В 2 т. М.: ГЕОС. 2007. С. 14-17. (Материалы XI Тектонич. Совещ.; Т.1).
2. Арсеньев А. С., Библер В. С., Кедров Б. М. Анализ развивающегося понятия, М.: Наука, 1967; 440 с.
3. Артюшков Е.В. Геодинамика. М.: Наука. 1979. 314 с.
4. Артюшков Е.В. Новейшие поднятия земной коры на континентах как следствие резкого размягчения мантийной литосферы и ее замещения астеносферой // Фундаментальные проблемы геотектоники: В 2 т. М.: ГЕОС. 2007. С. 31-34. (Материалы XI Тектонич. Совещ. Т.1).
5. Баренбаум А.А. Галактика, солнечная система Земля. Соподчиненные процессы и эволюция. М.: ГЕОС, 2003. 394 с.
6. Баркин Ю.В. Вековой полярный дрейф ядра в современную эпоху: геодинамические и геофизические следствия и подтверждения // Фундаментальные проблемы геотектоники: В 2 т. М.: ГЕОС. 2007. С. 55-59. (Материалы XI Тектонич. Совещ. Т.1).
7. Бембель Р.М., Мегеря В.М. Геосолитонная природа субвертикальных зон деструкции // Геофизика. Специальный выпуск, 2001. - С. 36-50.
8. Бембель Р.М., Мегеря В.М. Поиски и разведка месторождений на базе геосолитонной концепции дегазации Земли // Геология нефти и газа, 2006, №2. - С.2-7.
9. Бондарев В.П. Концепции современного естествознания. Учеб. пособие для студ. вузов. М.: Альфа – М. 2003. 454 с.
10. Васильев С.А. О воздействии планет и звезд на процессы, происходящие на планете Земля // Система «Планета Земля». XXV лет семинару Система «Планета Земля» (1994-2019). – М.: ЛЕНАНД, 2019. С. 57-98.
11. Вигинский В.А. Неотектоническая природа зонального размещения железей углеводородов на севере Западной Сибири // Фундаментальные проблемы геотектоники: В 2 т. М.: ГЕОС. 2007. С. 130-134. (Материалы XI Тектонич. Совещ. Т.1).
12. Вигинский В.А. Условия формирования проградационных комплексов в осадочных толщах переходной зоны континент-океан на севере Западной Сибири в сравнении с Черным морем // Фундаментальные проблемы геотектоники: В 2 т. М.: ГЕОС. 2007. С. 134-138. (Материалы XI Тектонич. Совещ. Т.1).
13. Вольеишо В.О. Краткосрочный прогноз землетрясений и природа цунами. ISBN: 978-3-659-82277-3, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016, 192 с.
14. Войшвилло Е. К., Понятие. М., МГУ, 1967. 287 с.
15. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. М.: Изд-во МГУ, 2007. С. 99.
16. Гаврилов В.П. Физика земли Учебник для вузов. 2008, 287 с.
17. Гарагаш И.А., Хортов А.В., Шлезингер А.Е. Значение серпентинизации и десерпентинизации для образования структурного плана Земли. Недропользование XXI век. № 1 (77). 2019. С. 110-116.
18. Геологический словарь. М.: Недра. 1978, т. 1, с. 486, т. 2. 465 с.
19. Горное дело. Терминологический словарь. Ред. К.Н. Трубецкой, Д.Р. Каплунова. М.: Изд-во Горная книга. 2016. С. 183.
20. Горский Д. П. Вопросы абстракции и образование понятий, М., Изд-во АН СССР. 1961. 352 с.
21. Горский Д.П. Проблемы общей методологии наук и диалектической логики. М.: Мысль. 1966. 374 с.
22. Декарт Р. Сочинения в 2 т.-Т. 1. М.: Мысль, 1989. — 654 с.— (Филос. наследие; Т. 106). - С.250-296.
23. Добролюбов А.И. Бегущие волны деформации. Минск: Наука и техника, 1987. 144 с.
24. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1978. 192 с.
25. Зверев В.П. Роль подземных вод в миграции химических элементов. М.: Недра. 1982. 184 с.
26. Зверев В.П. Энергетика гидрогеохимических процессов современного седиментогенеза. М.: Наука, 1983. 134 с.
27. Караванов К.П. Методологические исследования в региональной гидрогеологии. Теоретический аспект. М.: Наука, 1986. 109 с.
28. Кондаков Н.И. Логический словарь – справочник. Наука. М. 1976. 720 с.
29. Корнин П. В., Диалектика как логика и теория познания. М.: Наука, 1973. 324 с.
30. Корнева Р.Г. Влияние изменчивости гидрогеологических признаков на качество картирования. Разведка и охрана недр. №7, 1985. С. 44-49.
31. Короновский Н.В., Якушева А.Ф. Основы геологии. Учеб. для географ. Спец. Вузов - М.: высшая школа, 1991. 416 с.
32. Котлов Ф.В. О региональном характере распространения некоторых инженерно-геологических явлений // Природные физико-геологические и инженерно-геологические процессы и явления. М.: АН СССР, 1963. С. 23-31.
33. Крылов М.П. О методе гидрогеолого-мелиоративного районирования Узбекистана. Изв. АН УзССР, № 3. 1952. С. 16-25.
34. Курсанов Г. А. Диалектический материализм о понятии. М.: Москва: Изд-во ВПШ и АОН, 1963. 384 с.
35. Кучерявая О.Д. Геологические процессы на Земле по источникам их зарождения. Реферат, 2012. С. 6.
36. Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М. «Агар» 2005, - 248 с.
37. Лотте Д.С. Как работать над терминологией. М.: Наука. 1969. 76 с.

38. Мейнцер О.Э. Гидрогеологические понятия, определения и термины. Геолразведиздат. М. –Л. 1933. 120 с.
39. Методологические исследования в региональной гидрогеологии. Теоретический аспект. – М.: Наука, 1986. 109 с.
40. Мусин Г.Х. Потребностный подход в технико-технологической деятельности. Изд-во. Уфим. гос. нефт. техн. ун-Т. – Уфа, 2002. 153 с.
41. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. URSS. Москва. 2010. 280 с.
42. Осипов В.И. Опасные геологические процессы. М.: ГЕОС, 1999. 290 с.
43. Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. Отв. ред. Е.В. Пиннекер. Наука. Новосибирск. 1980. 232 с.
44. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Географгиз, 1961. С. 41.
45. Перчук А.Л., Плечов П.Ю., Сазонова Л.В. и др. Основы петрологии магматических и метаморфических процессов. М.: МГУ. 2015. 472 с.
46. Плотников Н.И. Подземные воды и охрана геологической среды // Сб. Геологическая деятельность и охрана окружающей среды – М.: МГУ, 1979. С.42-59.
47. Покровский М.П. Введение в классиологию. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2014. 484 с.
48. Порфирий. Введение к «Категориям». Пер. А. В. Кубицкого // Аристотель. Категории. М., 1939. С.53-83.
49. Порфирий. Жизнь Пифагора. Жизнь Плотина. / Пер. М. Л. Гаспарова // Диоген Лаэртский. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. М.: Мысль. 1979. С. 449-476.
50. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. — М.: ИЛ, 1960. — 150 с.
51. Пронина Е.Н. Логика. Учебно-методическое пособие. Московский Государственный университет печати имени Ивана Федорова. Москва 2015. 164 с.
52. Ретеюм А.Ю. Рост планеты: опыт эмпирического обобщения // Система «Планета Земля». XXV лет семинару Система «Планета Земля» (1994-2019). – М.: ЛЕНАНД, 2019.С. 25-57.
53. Садовский В.И. Основы общей теории систем. М., 1974. 277 с.
54. Сидоренков Н.С. О влиянии попятного движения Солнца на земные процессы // Система «Планета Земля». XXV лет семинару Система «Планета Земля» (1994-2019). – М.: ЛЕНАНД, 2019.С. 17-24.
55. Симз Д., Бауман Д. (США). Модели человека: неосознанные предубеждения в исследовании стихийных бедствий. – В сб.: Человек и среда. XXIII Междунар. геогр. симпозиум. М., 1976. С. 218-222.
56. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Недра. 1971. с. 216.
57. Сочава В.Б. Введение учения о геосистемах. Изд. Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, 1978, 318 с.
58. СП 11 10579. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работы. 1971.
59. Спицнвадель В.Н. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – СПб.: Изд. Дом «Бизнес-пресса». 2000. С. 129.
60. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхности водных объектов. - М. ООО ИД Энергия, 2014. С. 19.
61. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и глобальные катастрофы. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 250 с.
62. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и природные катаклизмы в 2011г.: летняя жара и лесные пожары; массовая гибель биоты // Пространство и время, 2011. № 3(5). С. 162-169.
63. Тимофеев П.П., Щербаков А.В., Ильин В.А. Энергетика осадочного процесса. М.: Наука, 1989. 206 с.
64. Толстихин О.Н., Викторов С.В. и др. Меняющиеся ландшафты. М.: Агропромиздат. 1966. С 11.
65. Трофимов В.Т. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. -М. Изд-во МГУ, 1998. 368 с.
66. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978, 272 с.
67. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. 2. Избр. Труды Т.З.- М.: АН СССР, 1965. 715 с.
68. Фролов В.Т. Литология. Кн. 3: Учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1995. 352 с.
69. Фролов В.Т. Наука геология философский анализ. Изд-во МГУ, 2004. 120 с.
70. Фролов Н.М. Температурный режим гелиотермозоны. М.: Недра. 1966. 156 с.
71. Фролов Н.М. Методологические проблемы гидрогеологии. М. 1987, 75 с.
72. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: Изд-во МГУ. 1995. 480 с.
73. Хаин В.Е., Рябухин А.Г. История и методология геологических наук. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. С. 192.
74. Ходжибаев Н.Н. Гидрогеологический процесс, методы его изучения и прогнозирования (Вып. 1). Ташкент, 1979. 64 с.
75. Холодов В.Н. Грязевые вулканы: закономерности размещения и генезис. Сообщение 2. Геолого-геохимические особенности и модель формирования. Литология и полезн. ископ. 2002. № 4. С.339-358.
76. Холодов В.Н. Закономерности распространения соляных диапиров. Литология и полезные ископаемые, 2019, № 2, с. 130–148
77. Чуринов М.В. Справочник по инженерной геологии. М.: Недра, 1968. С. 171-256.
78. Шарапов И.П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М.: Недра, 1977, 144 с.
79. Шевченко В.И., Лукк А.А., Гусева Т.В. Автономная и плейттектоническая геодинамика некоторых подвижных поясов и сооружений. Рос. акад. наук, Ин-т физики Земли им. О. Ю. Шмидта. - Москва Волгоград: ИФЗ Панорама, 2017. - 610 с.
80. Щербань А.Н., Бабинец А.Е. и др. Тепло Земли и его извлечение. Киев: Наукова думка, 1974. 264 с.
81. Шопенгауэр А. Афоризмы житейской мудрости. М.: АСТ. 2017, 251 с.
82. Япаксурт О.В. Литология. Разделы теории. Часть I. Процессы и факторы эпигенезиса горных пород: диагностика и системный анализ. Макспресс. М. 2013. 215 с.
83. Vartanyan G.S., 2019. The Global Endodrainage System: some fluid-physical mechanisms of geodynamic processes. Geody- namics & Tectonophysics 10 (1), 53–78. doi:10.5800/GT-2019-10-1-0404.
84. Heflin M, et al., 2004/http://sideshow. ipl. nasa. gov/mbh/series.html.

UDC 551.1.4.2.3

R.G. Korneva, Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, rima@ginras.ru

GEOLOGICAL PROCESSES IN THE METHODOLOGY OF STUDY NATURAL SYSTEMS (OVERVIEW OF CONCEPTS, DEFINITIONS, CLASSIFICATION)

Abstract: The geodynamic state of natural systems is largely determined by geological processes that form and transform them in the future. The methodology of studying geological processes, their mapping, modeling and development forecast largely depend on what physical meaning they have from the existing triad – a thing, a property, a relationship. Despite the fact that the concept is used in geological research throughout the development of geology, the scientifically based concept of «geological process» is virtually absent, as is their classification. This article is devoted to the review and analysis of existing concepts and classifications of geological processes, combined with natural systems. The relevance of the topic under consideration is obvious, since it affects many areas of this science.

Keywords: geological processes, natural systems, classification, methodology of study.