

УДК 550:551

**ЭВОЛЮЦИЯ ГЛАВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ  
СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ. ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ  
РОССИЙСКОГО РЕФЕРАТИВНОГО ЖУРНАЛА ЗА 2008-2009 гг.  
(часть первая)**

© 2010 А. Ю. Антонов

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, 670047;  
e-mail: anant@gin.bsnet.ru*

В данной статье продолжается обзор, критический анализ и эволюция представлений по таким разделам мировой геологической науки, как вопросы космологии и планетологии вообще, различные модели происхождения и эволюции Земли, а также основные положения концепции глубинных «термохимических плюмов», исходя из опубликованных материалов в Российском реферативном журнале за 2008-2009 гг.

*Ключевые слова: космология, планетология, плюмы, Российский реферативный журнал.*

Предлагаемые материалы являются продолжением обзора представлений и критического анализа их эволюции в отношении наиболее важных фундаментальных направлений геологической науки (Антонов, 2007а, 2007б, 2008, 2009) в основном по статьям центральных изданий, отраженных в Российском реферативном журнале за 2008-2009 гг. Как и ранее, он состоит из двух частей.

Данная статья является первой частью предлагаемого обзора и касается вопросов космологии и планетологии, уже имеющих и появившихся новых моделей происхождения и эволюции Земли, а так же основных положений наиболее актуальной сейчас концепции глубинных «термохимических плюмов».

Начиная наш обзор, сразу отметим, что, как и в 2004-2005 гг., в 2006-2007 и в 2008-2009 гг. по России явно уменьшилось количество публикаций по геохимии, петрографии и петрологии. В то же время, как и раньше, продолжается издание весьма значительного количества публикаций по экологии, климатологии и т.д., космологических и планетологических обобщений (почти как раньше, т.е. ~ 70 статей, таблица), а также статей по различным моделям происхождения и эволюции Земли (> 230 статей). При этом к 2009 г. количество публикаций по «различным моделям...» (более, чем в 3 раза) и

«термохимическим плюмам» (более, чем в 4 раза) продолжает увеличиваться.

**Космология и планетология.** В отношении общих космологических обобщений по Солнечной системе отметим результаты исследования процессов ее образования и эволюции (Russell, 2007), главные из которых – коллапс облака межзвездной пыли, образование протопланетного диска, аккреция планетезималей и т.д. К тому же выявлено (Маракушев, 2007), что железосиликатные метеориты (хондриты), считавшиеся прямыми конденсатами протосолнечной небулы, в действительности являются магматическими. Зарождение и ранняя эволюция хондритов происходили в режиме громадного флюидного давления. При этом оказалось (Молчанов и др., 2009), что проблему происхождения и становления планет нельзя решить без учёта специфики преобразования газопылевого вещества, находящегося в нанодисперсном состоянии.

Рассмотрена геохимическая история коробразующих элементов при коллизии прогрессивно увеличивающихся протопланет Солнечной системы и отделение сидерофильных элементов в ядро при расплавлении коллидирующих мелких планетезималей (Kramers, 2007). Выявлено (Rognon et al., 2007), что структура ледяных шапок на полюсах Марса определяется действием воздушных потоков, проходящих через каньоны,

Соотношение количества опубликованного материала по соответствующим тематикам в РЖ России за 2004-2009 гг.

Год издания	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Космология и планетология	52	35	40	33	37	29
Новые модели происхождения и эволюции Земли	45	27	38	96	114	116
К теории термохимических плюмов	47	36	85	133	175	187

и чередованием там процессов конденсации и сублимации. При этом равновесие богатых  $Fe^{3+}$  филлосиликатов с карбонатами на ранних этапах эволюции Марса свидетельствует об их осаждении при очень низком парциальном давлении  $CO_2$ , что и является причиной отсутствия там карбонатов нойского периода (Chevrier et al., 2008). К тому же (Hirschmann, Withers, 2008), при образовании древней марсианской коры мощностью 50 км и возрастом 4.5 млрд. лет давление выделявшегося в атмосферу из мантийных магм  $CO_2$  колебалось от 70 мбар до 13 бар, а в дальнейшем не превышало 1.4 бар. Предполагается (Rouby et al., 2008), что в это же время на Марсе при малой толщине литосферы горячий плюм привел к образованию в ней трещин и заметному дрейфу полюсов, что происходило дважды в течение нескольких миллионов лет. Изменение же химического состава планеты (Amundson et al., 2008) обусловлено перемещением атмосферных водных потоков в подповерхностном ее слое и вертикальным транспортом сульфатов, хлоридов и бромидов в более поздний период ее эволюции.

В отношении Луны отметим обзор гипотез ее ранней магматической дифференциации и формирования магм магнезиальной свиты ее материковой коры (Арискин, 2007), а также важную роль гибридации первичных магм и дифференциации субхондритовой мантии за счет ассимиляции анортозитов. При этом (Spicuzza et al., 2007) высоко- и низко-Ti базальты на Луне связаны с мантийными резервуарами с изотопным равновесием кислорода при минералогической гетерогенности мантийных источников базальтов морей. Это соответствует моделям дифференциации в магматическом океане.

Судя по (Воробьева, 2007), разный уровень организации вещества планет, их спутников и т.д. Солнечной системы, резкое отличие Земли от других планет, различия между планетами земной группы и планетами-гигантами указывают, что Земля и планеты земной группы – древнее Солнца. Так, Земля возникла (Allegre et al., 2008) на 30-40 млн. лет раньше (4.6 млрд. лет), а ее ядро и атмосфера сформировались очень быстро – в интервале 4.46-4.38 млрд. лет. На рубеже 4.45 млрд. лет произошло расслоение Земли. Исходя из модели Ю.В. Волкова (2007), Земля

сначала представляла собой спиральную туманность, как и галактики. Изменения же в ней нейтринной компоненты привели к ее современному виду. Учет же нейтрино «рушит» все аргументы, выдвигаемые против «Теории расширения Земли» и «Теории Отделения Луны от Земли»!

Кроме того, продолжает развитие «плазменная» модель (Корытов, 2007; Кузнецов, 2009), по которой появление системных элементов Вселенной (галактики, звезды, планеты) обязано механизму многоступенчатого взрывного распада исходного сверхплотного и сверхгорячего нейтронного протовещества на плазменные шаровые сгустки. М.Г. Виноградовой (2006) представлена новая концепция возникновения Земли, связанная с существованием в прошлом двойной звезды Юпитер-Солнце. Она образовалась из 6-й сброшенной Юпитером оболочки в процессе его звездной эволюции. Здесь же отметим новую модель аккумуляции планет земной группы (Хачай, Анфилогов, 2007), по которой получены принципиально новые оценки распределения температуры в растущих зародышах планеты в зоне «питания» Земли. А.М. Жирновым (2007) предложена концепция ядерно-взрывного образования и ее эволюции, по которой на геологическом этапе эволюции Земли главным источником энергии и движущих сил является газово-жидкое ядро планеты. При этом сделан вывод о том, что образование Луны обусловлено отрывом северного сектора Протоземли, имевшего изначально сигаровидную форму. Интересна новая электросетевая модель космометеотектоники (Бобровский, Кузнецов, 2007), в которой даны представления о процессах электрической природы, происходящих в недрах планеты Земля.

Во множестве публикаций продолжается спор о причинах путей эволюции Земли, но главными из них опять являются «Волновая» и «Ударная» модели.

1. «Волновая» модель отражена в 11 статьях. В них показано (Петров, 2007, 2008), что фрактальная геометрия в иерархии диссипативных структур Земли есть отражение проявления волновых свойств материи. Обосновывается волновая природа плотностной неустойчивости, выражающейся в упорядоченных пространственно-временных структурах (Петров, Мовчан, 2007),

выявлены моментные, корпускулярные и волновые свойства геологической среды (Викулин, Тверитинова, 2008). В качестве стоячих волн рассматривается совокупность закономерно развивающихся в пределах Земли тектонических структур противоположного знака и обозначенных магматизмом на больших территориях меток перемещения флюидов в виде подкоровой ряби (Бочкарев, Брехунцов, 2009). Выявлена волновая природа активизации разломов Центральной Азии (Шерман, Горбунова, 2008).

В связи с первой общей концепцией интенсивно развиваются доказательства главенства «ротационных» причин геодинамических перестроек Земли (~30 статей). Так, с позиций космологических вращений рассмотрены основные положения причинной механики Козырева (Рокитянский, 2008). По ее формуле объяснена наблюдаемая с севера на юг асимметрия фигуры Земли. Фигура этого вращающегося тела обусловлена силами тяготения, которые в жидком ядре могут образовывать систему вихревых движений, важных для генерации магнитного поля. Приводится обзор вращательных структур (Тверитинова, Викулин, 2007; Викулин, Тверитинова, 2007), представления о которых могут быть заложены в основу новой ротационно-упругой тектонической парадигмы о перестройках Земли вместе с гипотезой о ее полярном правозакрученном вихре и генерации магнитного поля. При этом (Довбнич, 2007) наибольший вклад в напряженное состояние земной коры оказывает вековое смещение оси вращения Земли, затем вековое затухание скорости ее вращения, лунно-солнечные приливы, чандлеровские колебания полюса и т.д. Показано (Мирлин и др., 2008), что возникновение трапповых провинций наиболее увязывается с эволюцией вихревых спрединговых систем тектоносферы, возникающих по мере океанообразования при сменах обстановки от сжатия (со сдвигом) к растяжению (со сдвигом). В рамках новой ротационной гипотезы рассмотрены и вопросы металлогении (Тяпкин, 2007).

2. В рамках «Ударной» модели (11 работ) формирование первичной сиалической коры Земли предполагается при ударе массивного астероида с последующим подъемом разогретого мантийного вещества, спредингом, субдукцией и т.д. (Hansen, 2007). Рассмотрены возможности (Нигматзянов, 2008) проникновения космических тел сквозь литосферу Земли до ее астеносферы, а также в связи с этим, образования «трубок взрыва» и других кольцевых структур Земли. При этом (Светцов, 2008), привнос воды кометами на Землю обычно невелик, ~15%. Если же суммарная масса упавших комет была больше массы современного океана, доставленная ими

вода может стать заметной частью океана.

В рамках проблем эволюции Земли продолжают развиваться близкие к «геосинклинальной» адвективная и адвекционно-полиморфные концепции. По первой из них (Барышев, 2007) теоретически обоснована взаимосвязь размеров поднятий и вязкости формирующего их вещества, по второй (Гордиенко, 2007) сделан вывод о возможности геосинклинального эндогенного режима без латерального теплопереноса.

Кроме того, приведены расчеты условий и длительности образования магматических океанов на Земле и Марсе (Elkins-Tanton, 2008). Показано, что 95 % мантий Земли и Марса должны были затвердеть за 5 млн лет независимо от состава и степени плавления их магматических океанов. Рассмотрена эволюция силы и вектора магнитного поля Земли на рубежах от 2.5 до 3.45 млрд. лет (Tarduno et al., 2007), когда сила геомагнитного поля составляла ~50 % от нынешней. Выявлено 3 фанерозойских суперхрона, т.е. отсутствия смены полярности геомагнитного поля Земли в течение десятков миллионов лет (Павлов, Галле, 2009), а также (Балашов, 2009) возникновение геохимической неоднородности на ранней стадии формирования Земли. Последнее связывается с массовым появлением воды, приведшей к интенсивному мантийному метасоматозу и формированию верхней деплетированной океанической зоны, подстилаемой «недифференцированной» континентальной зоной. Удаление из обеих зон редких элементов привело к появлению коры с их резким накоплением. Определены (Орленок, 2007) средняя скорость поступления эндогенной воды на поверхность Земли и ее потери в течение последних 160 млн. лет, а также мезозойский и кайнозойский рубежи быстрого и значительного ее возрастания, что привело к океанизации земной поверхности. При этом по модели (Тупицын, Тупицын, 2007), начиная с поверхности Земли до глубины порядка 2000 км, сначала отмечается рост силы тяжести, давления и плотности вещества, а далее происходит снижение этих параметров до нулевых значений в центре.

Показано (Земцов, 2009), что древние домены Евразии на протяжении фанерозоя снизили скорости вращения, а векторы их угловых скоростей были направлены противоположно таковому вращения Земли. Это приводило, наряду с приливным океаническим трением к замедлению скорости вращения мантии Земли. Фанерозойская тектоническая активность Земли наиболее ярко проявилась в широтной полосе в пределах 20-40° для Северного полушария (Авсюк и др., 2008), наследуя тектоническую активизацию во времени. Проявления же четырех циклов складчатости приходятся на периоды

быстрых изменений положения экватора, фигуры и скорости вращения Земли. Выявлено (Same et al., 2007), что высокая концентрация  $\text{CO}_2$  в раннепалеозойской атмосфере в верхнем карбоне снизилась до современной, а температура поверхности Земли в нижнем силуре превышала нынешнюю в 12-17 раз.

Получены новые результаты оценки среднего химического состава пород осадочной и гранитно-метаморфической оболочек континентальной коры и состав взвешенных наносов рек мира (Ярошевский, 2007).

Опубликовано 8 работ по проблеме происхождения жизни на Земле. Так, предполагается (Martins et al., 2008), что органические соединения, являющиеся компонентами генетического кода в современной биохимии, всегда присутствовали в Солнечной системе и могли играть ключевую роль в зарождении жизни на Земле. При этом (Шварцев, 2007) земные коровые абиогенные структуры формирует система вода-порода, способная к прогрессивному саморазвитию за счет аккумуляции солнечной энергии и передаче информации. Она и подготовила условия для возникновения жизни на планете. Рассмотрена (Неручев, 2007) периодически повышавшаяся радиоактивность в прошлом Земли, связываемая с этапами активизации рифтовых систем, и ответная реакция на это биосферы, заключавшаяся в усилении мутационного процесса.

### К КОНЦЕПЦИИ ГЛУБИННЫХ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ ПЛЮМОВ

Сначала, как и обычно, остановимся на исходных положениях данной концепции, связанных с земным ядром. Так, продолжительность образования ядра Земли (Румянцев, 2008), оцененная величиной, не превышающей 30 млн лет, вынуждает отсеивать все гипотезы, объясняющие образование ядра в процессе дифференциации вещества в уже сформировавшейся Земле. Внутренняя часть земного ядра (Deuss, 2008) представляет собой твердо-эластичное тело с температурой до 6500 К и с включениями флюидов, а эластичная анизотропия железного ядра Земли соответствует ~12 % (Belonoshko et al., 2008). Значения коэффициента динамической вязкости ядра меняются с глубиной (Бурмин, 2008), причем минимальные ее значения свойственны внешнему ядру, а максимальные — внутреннему. Обнаружено свидетельство кристаллической структуры внутреннего ядра (Краснощеков, Овчинников, 2008), состоящего из Fe-кристаллов размером до 10 км. При этом (Магомедов, 2008) текучесть внешнего ядра связана с экзотермическим диспергированием кристаллов под давлением. Указано, что эффек-

ты на разделе Гутенберга (резкое увеличение плотности и электропроводности с уменьшением вязкости) можно объяснить переходом вещества в нанодисперсное состояние под давлением внешнего ядра Земли. Если принять модель стеклования в твердом ядре Земли (Пикин, 2009), то фазовый переход на границе твердого и внешнего жидкого ядер становится скачкообразным. Судя по (Georg et al., 2007), в ядре кроме водорода предполагается и кремний, чье содержание при аккреции ядра планет варьирует от 22.2 до 54.7 %. К тому же (Malavergne et al., 2007) в ядре Марса содержание U гораздо ниже, чем у Земли, так как его магнитное поле сформировалось гораздо раньше.

Выявлено слабое вращение внутреннего ядра Земли, скорость которого составляет 0,05 град/год (Овчинников, Каазик, 2008). Эта скорость ограничена вращающим моментом мантии, вызванным поверхностными силами на границе ядро-мантия (Dumberry, 2007). При этом (Решетняк, 2008; Шалимов, 2009) процессы в жидком ядре, обусловленные турбулентными движениями, могут приводить к локальным возмущениям скорости. Они же могут вызывать вариации частоты вращения Земли и являются источником генерации магнитных полей.

**Строение и состав мантии, процессы в мантии и на границе ядро-мантия.** Выявлено (Биргер, 2007), что универсальная реологическая модель мантии может представляться в виде последовательного соединения 4 элементов, т.е. упругого, с диффузионной реологией, с высокотемпературной дислокационной реологией и с низкотемпературной дислокационной реологией.

В нижней мантии определены ее термальная структура и химический состав (Matas et al., 2007), причем среднее отношение содержаний Mg и Si в ней не превышает 1.3. Ее физическое состояние в Сибири соответствует параметрам перовскита и постперовскита (Wookey, Kendall, 2008). Описаны (Oganov et al., 2008) преобразования кристаллических форм  $\text{CO}_2$ -содержащих минералов ( $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ) под влиянием интенсивного стресса и другие условия в нижней мантии, при которых происходит их распад с освобождением  $\text{CO}_2$ .

Тепловой поток у поверхности ядра имеет различные направления зональных потоков, но преимущественно в восточном направлении (Wardinski, Korte, 2008). Изменения в их направлениях с 5000 лет до нашей эры происходили с периодами от 540 до 1050 лет. Представлены доказательства наличия зоны разуплотнения мощностью > 1 км на границе мантии с ядром (Deguen et al., 2007). Здесь возникают дендритоподобные

структуры сечением до первых километров. Получены (Молоденский, 2008) новые оценки динамического сжатия и вязкости жидкого и твердого ядра, мантии, а также электромагнитной связи жидкого ядра с мантией. Выявлено (Aubert et al., 2008), что восточное полушарие характеризуется большими сейсмическими скоростями, изотропией и затуханием упругих волн, чем западное, что объясняется так называемым «термохимическим ветром» под Азиатским материком, концентрирующим магнитное поле на границе ядро-мантия.

По материалам сейсмотомографии охарактеризованы (Пушаровский, Пушаровский, 2008) строение, энергетика и тектоника средней мантии Земли и присущие ей минеральные преобразования.

Выявлено строение верхней мантии в Азии (Яновская и др., 2008). Показано (Гаврилов, Бойко, 2008), что при фиксированном тепловом потоке из нижней мантии возможны 2 режима движения мантии: подкритический (более медленный и холодный) и сверхкритический (более быстрый и горячий). Колебательный режим состояния мантии может проявляться в пульсациях активности горячих точек вблизи быстрораздвигающихся срединно-океанических хребтов.

Установлено (Глебовицкий и др., 2007): 1) различие химического состава верхней мантии под протерозойскими и фанерозойскими складчатыми структурами Земли, отражающее более высокую степень плавления примитивной мантии и деплетирования ее магмофильными элементами (особенно Y, Zr, Ti, Sm, Gd и Yb) под древними структурами по сравнению с молодыми; 2) неоднородность первичного вещества мантии; 3) уменьшение степени плавления примитивной мантии с глубиной. Подсчитаны (Коваленко и др., 2007а) средние содержания несовместимых и летучих компонентов в деплетированной мантии, мантии океанических плюмов и мантии внутриплитных континентальных обстановок. Выявлено (Арясова, Хазан, 2007) мощное фракционирование РЗЭ в верхней мантии кратонов за счет их неравновесной дифференциации между расплавом и полиминеральным реститом.

По проблемам происхождения и динамики термохимических плюмов количество опубликованных работ резко, почти впятеро, увеличилось (с 47 в 2004 г. до > 187 в 2009 г., таблица). Так (Печерский, 2007, 2008), практически одинаковая тенденция к росту амплитуды вариаций направления магнитного поля по мере приближения к эпицентрам современных мантийных плюмов и суперплюмов, а также мировых магнитных аномалий свидетельствует о наличии связи и единой природе его местных возбуждений

на границе ядра и мантии с образованием плюмов. Выявлена природа взаимодействия современных плюмов с астеносферой (Karato, 2008). Предложена модель плюма как элемента эволюции Земли, базирующейся на концепции горячей Земли (Кузнецов, 2008). Рассмотрены составы и структура океанических мантийных плюмов (Коваленко и др., 2007б). Для мантийных плюмов охарактеризованы (Galsa, Lenkey, 2007) вязкость, ее зависимости от температуры, фазовых переходов, термохимической конвекции и т.д. Исследована роль водорода в формировании и транспортировке плюма. Обсуждены (Коваленко и др., 2009а) закономерности пространственного распределения «горячих точек» Земли и связи их с современными и прошлыми геодинамическими процессами. Реконструирована динамика развития Исландского плюма (мощность ~ 100 км) за последние 55 млн. лет (Rudge et al., 2008), причем за ~2 млн. лет его воздымание проходило на > 400-490 м и вызывало (Kitagawa et al., 2008) деформации земной поверхности. Выявлена его пульсация с цикличностью магмоизвержений около 5 млн. лет.

В связи с плюмовыми процессами все больше появляется работ по возможности участия в них конвективных процессов. Так предположено (Куцов, 2008), что скорости литосферных плит, механизмы источников глубокофокусных землетрясений и т.д. в значительной степени связаны со структурой конвективных течений, зависящей от реологии мантийных пород. Пока же не доказано, что мантия ведет себя как линейно вязкая среда, и необходимо учитывать возможность более сложной мантийной реологии. По мнению (Labrosse, Jaupart, 2007), начало развития быстрой конвекции имело место, когда установился современный геодинамический режим плит, т.е. 3 млрд. лет назад. По мнению же (O'Neill et al., 2007), на Земле движение плит продолжалось на всем периоде ее эволюции. Показано (Balmer et al., 2007), что плавление вследствие мелкомасштабной подлитосферной конвекции возникает на линии ~750 км, параллельной плитовому движению. Следовательно, здесь возникают вулканические цепи, не связанные с линейной возрастной последовательностью типа вулканизма горячих пятен. Предполагается (Осипова, 2007), что аномальная астеносфера тыловодужных бассейнов может двигаться по схеме конвективной ячейки с восходящим потоком в зоне максимального разуплотнения. Сначала это приводит к коровому поднятию, а затем к системе прогибов по мере уменьшения вязкости астеносферы.

В западном секторе Тихого и юго-восточном – Индийского океанов выявлены линеаменты (Мирлин, Углов, 2007) с формой «вихря» и

гравиметрическими аномалиями, отражающими мощный конвективный поток от Тихого океана в сторону Евразии и Австралии. По модели глобальной конвекции верхней мантии (Heidbach et al., 2008) вычислены максимальные горизонтальные напряжения Андийского региона, вызванные в основном его воздыманием. Проведена (Shaw et al., 2008) оценка временного конвективного поднятия в бассейне Фаро-Шетланд (Шотландия), ассоциированного с мантийным плюмом Исландии.

Согласно геохимическим данным в мантии имеется два основных резервуара с возрастом 1-2 млрд. лет с их границей на глубине 660 км, где происходит эндотермический фазовый переход в оливине (Трубицын и др., 2007). Однако измерения с улучшенной техникой дают иные значения его параметров и требуют пересмотра большинства подобных моделей конвекции. Предлагается (Трубицын, 2008; Червов, 2009) расчет тепловой конвекции в мантии с переменными параметрами с учетом сжимаемости и фазовых переходов. Они использованы для изучения постперовскитовой границы над поверхностью ядро-мантия.

Экспериментально (Кирдяшкин, Кирдяшкин, 2008) получены профили скорости конвективного течения в астеносфере под срединно-океаническим хребтом при подвижной литосфере. Показано (Кирдяшкин и др., 2008), что процессы тепло- и массообмена в канале термохимического плюма под океанической плитой вдали от СОХ происходят в условиях горизонтальных конвективных течений, пронизывающих канал плюма. В области мантийного потока, набегающего на плюмовый канал, происходит нагрев и плавление вещества. Расплав пронизывает канал плюма и кристаллизуется на его противоположной стороне.

Как следует из публикаций, взаимосвязь большей части геодинамических процессов с глубинными плюмами принимается уже большинством исследователей для территории почти всей Земли, а также Марса, Луны и т.д. При этом (Пучков, 2009) в соотношении с классической плит-тектоникой «плюмовое» направление геодинамики, по мнению некоторых исследователей, переживает серьезный кризис. Так, оспариваются первоначально утвердившиеся представления о том, что все плюмы рождаются на границе ядро-мантия и имеют широкую головную часть и тонкую хвостовую, что они всегда сопровождаются поднятиями земной поверхности и что геохимические признаки позволяют их уверенно опознать. Нередко сторонниками плит-тектоники даже само существование плюмов подвергается большому сомнению. Путь преодоления кризиса лежит через возвращение

к истокам плюмовой теории и уточнению признаков плюмов.

С плюмами, как правило, связаны и магматические процессы, чему посвящено множество публикаций. Вначале отметим работы по гипербазитовым магмам, среди которых особенно много работ по кимберлитам и их алмазонасности. Так, выявлено (Wilson, Head, 2007), что инициация дайки в глубинном, обогащенном  $\text{CO}_2$  источнике в мантии приводит к быстрому ее подъему и накоплению в ее основании  $\text{CO}_2$ . У поверхности выброс газа служит причиной декомпрессионной волны, устремляющейся в магму. Эта волна разрушает стены дайки и фрагментирует магму, в течение часа формируя диатрему. Основным газом, участвующим в формировании кимберлитовых диатрем (Смирнов, 2008), является  $\text{CO}_2$ , выделяющийся из ультраосновной магмы при термической диссоциации имеющегося в ней  $\text{CaCO}_3$ . Предлагается модель возникновения кимберлитовых магм (Арясова, Хазан, 2009), по которой расплавы, возникающие в зоне частичного плавления, донасыщаются редкими элементами в процессе фильтрационной сегрегации.

Показано, что для Якутской провинции (Зайцев, 2008) можно выделить следующие эпохи алмазообразования: 3.5-3.1, 2.9-2.6, 2.25-1.8, 1.15-0.83 млрд. лет, которые согласуются с эпохами активизации мантии в регионе. При этом (Когарко, 2008) интенсивность кимберлитового магматизма растет в геологическом времени, а алмазонасность имеет тенденцию к падению. Развивается модель непрерывного окисления мантии в истории Земли по мере поступления в нее окисленного субдуцированного материала и процессов диспропорционирования оксида железа в ядро. Вероятно, в таких условиях алмазы становились неустойчивой фазой — они «выгорали» и алмазонасность кимберлитов уменьшалась. Обнаружено (Palyanov, 2007) уменьшение роли сульфидов при формировании алмаза в мантии Земли. Реконструированы процессы карбонат-оксид-сульфидного взаимодействия в алмазах. Показано (Соловьева, 2007), что распределение высокозарядных и РЗ элементов в гранатах, клинопироксенах и равновесных им расплавах наиболее логично соотносится с просачиванием астеносферных жидкостей через астеносферу и нижнюю часть континентальной литосферной плиты. Литосферная мантия Сибирского кратона прорабатывалась восстановленными флюидами из очагов астеносферных расплавов и связанных с плюмами кимберлитовых циклов, интенсивно экстрагировавшими из пород и минералов несовместимые редкие элементы. При этом все основные глубинные структурно-вещественные свойства,

присущие алмазоносным районам установлены в Прибайкальском регионе (Барышев и др., 2008). Здесь же отметим и то, что само понятие «кимберлиты» как истинно магматические породы, начиная с 1887 г., вызывает у многих исследователей явное несогласие, т.к. имеются веские основания того, что это не магматические образования, а смешанные обломочные породы не установленного генезиса.

**Карбонатиты.** Создана «Информационная база данных по карбонатитовым и кимберлитовым массивам мира» (Белов и др., 2007). По данным Sr-Nd-C-O- изотопии (Недосекова и др., 2009) подтверждается мантийный источник вещества щелочных магм Ильмено-Вишневогорского комплекса с уникальной самоцветной минерализацией. Карбонатиты и миаскиты Вишневогорского массива имеют умеренно деплетированный мантийный источник вещества, а карбонатиты Булдымского массива – обогащенный мантийный источник типа ЕМ1. Это предполагает участие в их формировании плюмовых процессов. Изотопный состав уникальных океанических карбонатитов (De Ignacio et al., 2006) Канарских островов соответствует мантийным без коровой примеси и указывает на их формирование из гетерогенного мантийного плюма с примесью компонента Н1МУ. Предполагается (Попов и др., 2007), что образование карбонатитового расплава в пределах Амбинской вулканоструктуры (Приморье) обусловлено ассимиляцией базитами известняков с последующей перестройкой структуры расплава и ликвацией. В закрытой магматической камере все это приводило к автоклавному газовому эффекту с появлением не характерных для подобного типа вулканитов мощных эксплозивных извержений. Особенности расплавных включений клинопироксена (Соловова и др., 2008) из фергусита трубки взрыва Дункельдыкского щелочного комплекса Юго-Восточного Памира согласуются с ликвационным образованием карбонатных расплавов и отсутствием интенсивной дегазации в процессе их подъема к поверхности. Показана (Андреева и др., 2007) возможность участия процессов кристаллизационной дифференциации и силикатно-карбонатной жидкостной несмесимости в формировании щелочных пород Белозиминского массива (Восточный Саян). Предположено (Панина, Моторина, 2008), что в процессе кристаллизации и фракционирования все глубинные магмы все более обогащались щелочами и летучими компонентами и приобретали черты карбонатно-силикатных жидкостей. Затем «летучие» выступали как катализаторы расслоения магм с проявлением карбонатно-силикатной несмесимости. Далее карбонатитовые расплавы

распадались на разные несмесимые карбонатно-солевые фракции разных типов карбонатитов. При эволюции разных фаз происходит выделение карбонатов, алмаза и т.д. (Klein-BenDavid et al., 2007). Исходный карбонатитовый флюид в ходе эволюции мог преобразовываться в богатый щелочами расплав, подобный кимберлитовому или лампроитовому. Исходные карбонатитовые расплавы сохраняют свой щелочной состав только при быстром излиянии и мгновенной закалке. При этом щелочной магматизм и карбонатиты возникли на рубеже 2.5-2.8 млрд. лет. Кимберлиты же, как и калиевые щелочные породы, появились значительно позже – на этапе 2.0-1.4 млн. лет. Однако по мере эволюции Земли происходило непрерывное нарастание их активности (Когарко, 2008; Шкодзинский, 2007). Расширение масштабов проявления магматизма УЩК и кимберлитов (Бурмистров и др., 2008) контролировалось зонами линейментов и происходило близсинхронно (с отставанием по времени последних).

Получены свидетельства генетической связи включений в алмазах с процессами формирования вмещающих их кимберлитовых магм (Сафонов и др., 2009), возникших при 4.5-5.0 ГПа как продукты эволюции глубинных хлоридно-карбонатных жидкостей, взаимодействовавших с перидотитами верхней мантии. При этом отделение жидкости от расплава происходило лишь при подъеме магмы к поверхности. По мнению (Уханов, 2008), кимберлитовая магма гибридна, и будучи ни первичной, ни особо глубинной, является результатом переработки карбонатной магмой пород верхней мантии. Издана монография (Белов и др., 2008) по минерагении и развитию платформенного магматизма, производными которого являются рудные объекты редкометалльных карбонатитов, алмазоносных кимберлитов и других месторождений. Показано (Савельева и др., 2008), что образование дунитовых тел в реститовых перидотитах Войкаро-Сыньинского массива (Полярный Урал) проходило при деформациях, завершавших этап формирования крупномасштабных складок высокотемпературного пластического течения мантийных масс. Заключительный их этап с миграцией расплава сквозь гарцбургиты проходил в верхних частях мантии при подъеме мантийного диапира.

Переходя к магматическим образованиям базитового ряда, отметим обобщающую работу по их динамическим параметрам вообще (Персиков и др., 2008). В ней разработаны основы новой структурно-химической модели прогноза и расчета температурной, концентрационной и барической зависимостей  $DH_2O$  в магматических расплавах земной коры в ряду риолит-базальт.

В работе (Голубева, 2007) показаны существенные различия составов базальтов, слагающих провинции восточной части Тихого океана, и выявлена их зависимость от скорости спрединга в разных блоках срединно-океанического хребта. Наиболее неустойчивая обстановка и увеличение подщелоченных типов базальтов характерны для разломных зон, зон нарушения центров спрединга и фланговых зон срединного хребта. Определены (Коваленко и др., 2007в) средние составы магм СОХ, континентальных внутриплитных обстановок, океанических островов и плато для оценки среднего состава океанических и континентальных плюмов. Показано, что магматические источники неоднородны в отношении редких и летучих компонентов. Это свидетельствует о различном взаимодействии не менее двух мантийных резервуаров, т.е. горячей и сравнительно сухой центральной части плюмов и более холодной внешней оболочки с высокими содержаниями летучих компонентов. При этом (Коваленко и др., 2009б) главными источниками всех девонских офиолитов Халдзан-Бурегтейского массива (Западная Монголия) являются мантийные и мантийно-коровые обогащенные источники типа OIB, E-MORB и IAB, второстепенными — источники N-MORB (DM) и верхняя континентальная кора с многократным смешением либо их, либо связанных с ними магм. Главный инициатор магмообразования региона — девонский мантийный плюм Алтае-Саянской области.

Смоделировано (Шарапов и др., 2008) образование источников расплавов, сформировавших циклические эффузивные разрезы траппов Сибирской платформы, что может согласовываться с декомпрессионным плавлением пород верхней мантии над горячими точками. Для такой сложной системы характерно развитие, как минимум, двухуровневой магматической системы с выплавлением базитов разного состава, т.е. областей плавления в восходящем потоке мантийного субстрата и в литосфере под границей Мохо с верхней границей на глубине 60-70 км. При этом (Соболев и др., 2009) начало магматизма Норильского района связано с плавлением пироксенита (обусловившего большие объемы расплава), образованного взаимодействием древней океанической коры с мантийным перидотитом на глубине 130-180 км в мантийной струе. В ходе эволюции магматической системы происходила ее некоторая контаминация коровым материалом и быстрое снижение доли пироксенитового компонента в источнике (до 40-60 %) за счет вовлечения в плавление перидотитового вещества. Родоначальные расплавы отвечали толеитовым пикритам. Рассчитаны (Рябчиков и др., 2009) составы исходных магм меймечитов и щелочных

пикритов Маймеча-Котуйской провинции Сибири. Их температура (~1650°C), значительно выше температур плюмов, генерирующих первичные базальтовые магмы срединноокеанических хребтов. Это показывает, что в период активности гигантской магмогенерирующей системы Сибирской трапповой провинции произошел подъем плюмов горячих перидотитовых масс, возможно, с границы ядра.

Установлено (Шарков, Богина, 2009) исчезновение к концу архея коматиитов и аналогов бонинитов, преобладание в PR1 (раннем протерозое) пород кремнеземистой высоко-Mg серии и их последующее, к фанерозою, исчезновение ~2 млрд. лет назад. Начало геологической истории Земли связывается с появлением первых крупных тектонических структур по мере подъема мантийных суперплюмов. При этом (Балыкин, Петрова, 2007) глобальное изменение во времени состава мантийных пикробазальтовых и базальтовых магм, скорее всего, обусловлено разным составом мантийного субстрата — вебстеритовым (в архее и раннем протерозое) и лерцолитовым (в рифее и фанерозое). Показано (Светлов, 2008), что образование вариолитов в протерозойских пикробазальтовых расплавах Ялгубского кряжа (Карелия) связано с процессами «низкотемпературной» метастабильной ликвации, проходящей в режиме «in situ» в пределах лавовых потоков, покровов и отдельных подушек после их излияния.

Выявлены минералогические признаки и предложена гипотеза причины высокобарических условий кристаллизации литий-фтористых гранитов (Алексеев, 2009), которые не соответствуют глубинам их становления, и обусловленная подъемом водонасыщенного расплава, находящегося под высоким давлением. Экспериментально показано (Коваленко и др., 2009в), что образование кислых агпаитовых магм не происходит за счет фракционирования плагиоклаза из расплава, так как природные агпаитовые расплавы практически никогда с ним не равновесны. Их образование обусловлено плавлением обогащенных щелочами основных и средних пород нормальной щелочности. При этом (Li et al., 2008), богатая фтором гранитная магма имеет тенденцию к жидкостной несмесимости с образованием магм, обусловивших появление шлировых и жильных пегматитов, формирующих крупные месторождения. Подтверждены (Курчавов, 2009) представления о формировании игнимбриитов не вследствие спекания (сваривания) выпавших пепловых частичек, а в результате сложной эволюции газонасыщенного расплава эмульсионного типа.

**Флюидный режим и дегазация Земли.** В связи с плюмовой геодинамикой особо важной проблемой в настоящее время является флюидный



режим и дегазация как один из главных факторов эволюции Земли. По этой теме проведена в 2008 г. Московская Всероссийская конференция (Дегазация..., 2008). В рамках этой проблемы показано (Акимова и др., 2008), что одним из показателей разгрузки напряженного состояния в сейсмически активных районах Земли является выброс в атмосферу аномально высоких концентраций глубинных газов ( $H_2$ ,  $He_2$ ,  $CH_4$ ,  $Rn$ ). Главными факторами (Кадик, 2008), контролирующими перенос летучих компонентов к поверхности планеты, являются растворимость летучих соединений в магмах и окислительно восстановительное состояние их мантийного источника. В зонах плавления ранней Земли обычно предполагается формирование летучих соединений, состав которых определялся во многом еще не ясным взаимодействием  $H$ ,  $C$  и  $N$  с силикатными и металлическими расплавами. Состав этих газов ( $H_2O$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ) при дифференциации планеты принципиально отличается от составов продуктов магматической дегазации современной мантии с преобладанием в них  $H_2O$  и  $CO_2$ . Изучение конверсии восстановленных газов самыми различными породами использовано для моделирования равновесной динамики их воздействия на образования в океанической и континентальной литосфере над астенотинками (Шарапов и др., 2007). Обоснована модель химической структуры средних оболочек Земли (Капеока, 2008). Предполагается развитие водонасыщенных резервуаров в связи со стабильной мантией (без конвекционных потоков вещества и энергии).

По флюидному режиму магматических и постмагматических процессов отметим экспериментальную модель поведения  $Si$  и  $H_2O$  в постмагматических флюидах (Sun et al., 2007), образовавшихся в ходе эволюции магмы. При снижении стресса геохимические пути  $H_2O$  и  $Si$  расходятся:  $Si$  более чувствителен к перепадам давления, чем  $H_2O$ , особенно на поздних стадиях магматогенеза. Поведение  $Si$  резко различно в интрузивных и эффузивных породах, и именно его ролью обусловлено формирование большинства рудных месторождений в связи с малыми гранитными интрузиями.

Большинство публикаций по «флюидной» тематике посвящено углеводородам, и прежде всего нефти. Отмечено (Черненко, 2007) ведущее значение глубинных процессов в образовании угленосно-горнорудных провинций и поясов, обусловленных подъемом магматических масс в верхние горизонты земной коры и на поверхность.

Продолжается дискуссия по двум концепциям происхождения нефти: органической и неорганической. В последнее время все более

доказанной становится решающая роль эндогенных факторов в генезисе нефтегазовых систем (~30 статей) и недостаточность для них осадочно-миграционной теории. Так, показана (Наумко, Сворень, 2008) исключительная роль глубинного высокотемпературного флюида в процессах углеводородогенезиса в литосфере Земли. Обнаружена (Лурье, Шмидт, 2009) прямая корреляция между серосодержанием нефтей и их запасами, что не соответствует биогенной теории. Предположено (Кузьмин, 2007), что проникновение по разломам флюидов в осадочную толщу с непроницаемым водоупорным горизонтом приводит к формированию месторождений углеводородов. При этом вообще при достижении поднимающихся углеводородных флюидов некоторых глубин при понижении температуры и давления происходит сепарация на газовую и жидкую нефтяную фазы (Баталин, Вафина, 2008). Выявлено (Горнов и др., 2009), что большинству купольных структур Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов, коррелирующихся с поднятиями кровли астеносферы, соответствуют нефтегазоносные впадины.

Эндогенное происхождение нефтеобразующих углеводородов часто ассоциируется с магматическими процессами. Так, например, рассмотрены гипотезы происхождения конденсированных нефтидов в разновозрастных и различающихся по составу магматических породах различных геодинамических обстановок (Зубков, 2008, 2009а, 2009б), в том числе (тяжелые алканы от  $C_{16}H_{34}$  до  $C_{33}H_{68}$ ) в кимберлитовых трубках и офиолитах. Предположительно изотопно-легкие тяжелые углеводороды присутствуют в верхней мантии.

Совсем немного работ посвящено концепции биогенного образования нефти. Так, показано (Тараненко и др., 2008), что глубинное расположение залежей нефти и газа в недрах определяется главным образом глубинной зональностью генерации нефтидов различного фазового состояния. Установлен главный источник механизма формирования залежей углеводородного сырья (Нестеров, 2009) — внутренняя энергия органического вещества недр, которая реализуется при погружении бассейнов седиментации за счет уплотнения осадочных горных пород. Представлена идея (Навроцкий и др., 2008) об импульсном квазипериодическом характере процессов нефтегазообразования Прикаспийской впадины.

Публикуются и материалы по полигенному происхождению нефти. Так (Зубков, 2009б), с одной стороны, в коровый волновод могут поступать глубинные углеводороды, а с другой — образовываться скопления органической нефти при «промывании» осадочных пород под-

нимающимися флюидами. Показано (Немеров и др., 2009), что высокометаллогенические углеродистые (черные) сланцы обычно формируются в рифтогенных морских бассейнах, где осадочный процесс сопровождается поступлением продуктов вулканической деятельности. При трансформации углеродсодержащих осадков в них образуются био- и геополимеры, которые при повышении РТ-условий становятся источником компонентов нефтей и наследуют металлогенический потенциал нефтематеринских пород. При этом взаимодействие катионных форм Ag, Au, Pt и Ro с биополимерами протекает с нанокластеризацией благородных металлов в биогенных матрицах.

Множество публикаций посвящено и связи рудообразования с флюидно-дегазационными процессами, в том числе обусловленными плюмами. Выявлено (Маракушев и др., 2008), что ощелачивание и углеводородная специфика магм (прежде всего щелочных) связана с трансмагматическими флюидами, являющимися основой рудогенерирующей способности магм. Сульфидные месторождения обусловлены, кроме того, флюидной сульфуризацией Fe-дифференциатов в магматических очагах. Показана роль углеводородов, включая глубинные (Xu et al., 2007), в развитии как магматических процессов, так и связанном с ними рудогенезе Sn и Au. При этом (Luo et al., 2007) рудоносные флюиды в основном генерируются глубинными системами, независимыми от магм, являющихся лишь благоприятной средой подъема флюидов. Обоснован широкий ареал привноса углерода в области рудоотложения (Константинов, 2008), в том числе алмазов, нефти и газа на Сибирской платформе. Выявлены рудоконтролирующие признаки юга Дальнего Востока и сопредельных районов Китая (Иволга, 2008; Копылов, 2008), которыми являются области сокращенной мощности литосферной мантии, обусловленные подъемом астеносферы (мантийные плюмы и т.д.). При этом (Комаров, Томсон, 2007) возраст оруденения углеродсодержащих толщ всегда соответствует возрасту воздействующего плюма, т. е. магматических образований, ему соответствующих. Показано (Лутков и др., 2007), что рудное вещество щелочных базитов и ряда гидротермальных редкометальных месторождений связано с мантийно-коровыми источниками, а рудоносные флюиды – с эволюцией «горячего» вещества мантийных плюмов. К тому же (Шашорин, 2008) для «тонкой» континентальной коры (< 38-36 км) характерны рудосодержащие (Cu, Ni, Pt...) ультрабазит-базитовые интрузии и карбонатитовые массивы с редкометальной минерацией. Для «толстой» мафической коры (42-44 км и более) характерны высокоалмазо-

носные кимберлитовые поля. Построены схемы геодинамических обстановок формирования палеозойских гранитоидов Центрально-Азиатского складчатого пояса (Романовский и др., 2008) и выявлены два типа глубинных рудоконтролирующих структур: зоны литосферных разломов и плюмов. В пределах Восточного Забайкалья, Енисейского кряжа и Алтая обосновывается (Дьяченко, 2007) существование биполярных рудоконтролирующих структур в виде систем окружностей радиусами ~50-70 км при расстоянии между их центрами 163-169 км.

#### Список литературы

- Авсюк Ю.Н., Геншафт Ю.С., Салтыковский А.Я. и др.* Особенности широтных проявлений разновозрастных фаз складчатости в тектонической истории Земли // ДАН. 2008. Т. 419. № 5. С. 650-652.
- Акимов А.А., Киляков В.Н., Солодовников Ю.И. и др.* Радоновые аномалии как индикатор напряженности Земли // Геол. нефти и газа. 2008. № 6. С. 50-52.
- Алексеев В.И.* Минералогические признаки и причины высокобарических условий кристаллизации литий-фтористых гранитов // Записки Российского Минералогического общества. 2009. Т. 138. № 3. С. 33-44.
- Андреева И.А., Коваленко В.И., Никифоров А.В., Кононкова Н.Н.* Состав магм, условия образования и генезис карбонатсодержащих ийолитов и карбонатитов щелочного карбонатитового комплекса Белая Зима, Восточный Саян // Петрология. 2007. Т. 15. № 6. С. 594-619.
- Антонов А.Ю.* Критический обзор представлений по главным геодинамическим направлениям современной геологической науки в контексте информативности основных рекламных научных изданий России (часть первая) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007а. № 1. Вып. 9. С. 93-104.
- Антонов А.Ю.* Критический обзор представлений по главным геодинамическим направлениям современной геологической науки в контексте информативности основных рекламных научных изданий России (часть вторая) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007б. № 2. Вып. 10. С. 118-129.
- Антонов А.Ю.* Обзор представлений по главным геодинамическим направлениям современной геологической науки в контексте данных Российского реферативного журнала за 2006-2007 гг. (часть первая) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. № 2. С. 174-187.
- Антонов А.Ю.* Обзор представлений по главным геодинамическим направлениям современ-

- ной геологической науки в контексте данных Российского реферативного журнала за 2006-2007 гг. (часть вторая) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 1. Вып. № 13. С. 187-197.
- Арискин А.А.* Родительские магмы лунных троктолитов: проблемы образования и оценки исходного состава // Геохимия. 2007. № 5. С. 467-482.
- Арясова О.В., Хазан Я.М.* Крупномасштабное фракционирование редкоземельных элементов в мантии кратонов // Доп. Нац. АН Украины. 2007. № 8. С. 110-115.
- Арясова О.В., Хазан Я.М.* Формирование редкоэлементного состава кимберлитов в процессе их перколяционной сегрегации // Доп. Нац. АН Украины. 2009. № 5. С. 123-128.
- Балашов Ю.А.* Развитие гетерогенности литосферы: геохимическое обоснование // Петрология. 2009. Т. 17. № 1. С. 97-107.
- Балькин П.А., Петрова Т.Е.* Петрохимические и геохимические черты низкощелочных ультрамафит-мафитовых ассоциаций // Литосфера. 2007. № 5. С. 97-116.
- Барышев А.Н.* Периодические геодинамические и металлогенические системы как следствие синергизма гравитационного и теплового полей Земли // НТР: Наука и технологии в России. 2007. № 2-3. С. 2-7.
- Барышев А.С., Егоров К.Н., Кошкарёв Д.А.* Прибайкальский потенциально алмазоносный район // Изв. СО. Секц. наук о Земле РАЕН. 2008. № 7. С. 58-67.
- Баталин О.Ю., Вафина Н.Г.* Конденсационная модель образования залежей нефти и газа. М.: Наука, 2008. 248 с.
- Белов С.В., Лапин А.В., Толстов А.В., Фролов А.А.* Минерагения платформенного магматизма (траппы, карбонатиты, кимберлиты). Новосибирск: СО РАН, 2008. 538 с.
- Белов С.В., Бурмистров А.А., Соловьёв А.А., Кедров Э.О.* Информационная база данных «Карбонатиты и кимберлиты мира»: опыт создания и использования для решения геолого-прогнозных задач // Геоинформатика. 2007. № 2. С. 48-67.
- Биргер Б.И.* Затухание сейсмических волн и универсальная реологическая модель мантии Земли // Физика Земли. 2007. № 8. С. 17-23.
- Бобровский В.С., Кузнецов Д.А.* Гипотеза электросетевой природы землетрясений. Индикаторы глобального сейсмического процесса в полнолунные эпохи зимнего солнцестояния // Дистанц. шк. «КосмоМетеоТектоника». Петропавловск-Камчатский. 2007. Т. 13. Деп. в ВИНТИ 16.02.2007. № 144-В2007.
- Бочкарёв В.С., Брехунцов А.М.* Новейшая глобальная тектоника. Волновая геодинамика, стоячие волны // Горные ведомости. 2009. № 5. С. 6-14.
- Бурмин В.Ю.* Вязкость земного ядра по сейсмическим данным // ДАН. 2008. Т. 418. № 6. С. 825-828.
- Бурмистров А.А., Старостин В.И., Сакия Д.Р.* Тектонические аспекты эволюции и рудоносность карбонатитового и кимберлитового магматизма // ДАН. 2008. Т. 418. № 2. С. 212-216.
- Викулин А.В., Тверитинова Т.Ю.* Энергия тектонического процесса и вихревые геологические структуры // ДАН. 2007. Т. 13. № 3. С. 372-374.
- Викулин А.В., Тверитинова Т.Ю.* Моментная волновая природа геологической среды // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2008. № 6. С. 16-19.
- Виноградова М.Г.* Космические истоки абиогенного углерода и его производных // Изв. Рус. геогр. о-ва. 2006. Т. 138. № 4. С. 30-36.
- Волков Ю.В.* О «центрах действия» литосферы Земли // Техника и технология. 2007. № 5. С. 80.
- Воробьева С.В.* Предположения о формировании Земли и Солнца // Отечественная геология. 2007. № 4. С. 81-84.
- Гаврилов С.В., Бойко А.Н.* О стохастических околокритических колебаниях в верхней мантии // Физика Земли. 2008. № 1. С. 44-49.
- Глебовицкий В.А., Никитина Л.П., Салтыкова А.К. и др.* Вещественная неоднородность континентальной литосферной мантии под раннедокембрийскими и фанерозойскими структурами (по данным глубинных ксенолитов из кимберлитов и щелочных базальтов) // Геохимия. 2007. № 11. С. 1169-1194.
- Голубева Э.Д.* Зональность ассоциаций магматических пород восточных провинций Тихого океана // Литосфера. 2007. № 2. С. 45-58.
- Гордиенко В.В.* О временной эволюции глубинного процесса в геосинклиналиях // Геофизический журнал. 2007. Т. 29. № 2. С. 42-53.
- Горнов П.Ю., Горошко М.В., Малышев Ю.Ф., Подгорный В.Я.* Геотермические разрезы земной коры области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов и смежных платформ // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 5. С. 630-647.
- Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы: материалы Всероссийской конференции, Москва, 22-25 апр., 2008. М.: GEOS, 2008.
- Довбнич М.М.* Влияние вариаций ротационного режима Земли и лунно-солнечных приливов на напряженное состояние тектоносферы // Доп. Нац. АН Украины. 2007. № 11. С. 105-112.
- Дьяченко Г.И.* Биполярные рудоконтролирующие структуры // Региональная геология и металлогения. 2007. № 30-31. С. 119-121.
- Жирнов А.М.* Концепция ядерно-взрывного об-

- разования и эволюции Земли. Новая российская концепция: астрономо-геологическая // 5 Всерос. симпозиум «Физика геосфер»: Владивосток. 3-7 сент., 2007: Матер. докладов. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 164-169.
- Зайцев А.И.* О возрасте алмазов Якутской алмазоносной провинции // Отечественная геология. 2008. № 5. С. 79-85.
- Земцов В.А.* Векторы угловых скоростей главных доменов Евразии в фанерозое и увеличение периода вращения Земли // Физика Земли. 2009. № 1. С. 85-93.
- Зубков В.С.* Гипотезы происхождения конденрированных нефтидов в магматических породах различных геодинамических обстановок // Отечественная геология. 2008. № 4. С. 3-11.
- Зубков В.С.* Гипотезы происхождения тяжелых углеводородов и битумов в разновозрастных офиолитах // Литосфера. 2009а. № 1. С. 70-80.
- Зубков В.С.* О возможном подъеме глубинных углеводородов в коровой волновод // ДАН. 2009б. Т. 27. № 5. С. 674-676.
- Иволга Е.Г.* Позиция рудных районов в структурах литосферы юга Дальнего Востока России и сопредельных районов Китая (по геофизическим данным) // Тихоокеанская геология. 2008. Т. 27. № 5. С. 75-88.
- Кадик А.А.* Дегазация восстановленной мантии при ее плавлении на ранних этапах эволюции Земли: экспериментальные исследования // Экспериментальные исследования эндогенных процессов: памяти академика В.А. Жарикова: Сб. тр. 2003-2008 гг. Черноголовка: ИПХФ РАН, 2008. С. 15-29.
- Кирдяшкин А.А., Кирдяшкин А.Г.* Влияние скорости движения океанической литосферы на свободно-конвективные течения в астеносфере под срединно-океаническим хребтом // Физика Земли. 2008. № 4. С. 35-47.
- Кирдяшкин А.А., Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г.* Тепло- и массообмен в термохимическом плюме, расположенном под океанической плитой вдали от оси Срединно-океанического хребта // Физика Земли. 2008. № 6. С. 17-30.
- Коваленко В.И., Наумов В.В., Гирнис А.В. и др.* Среднее содержание несовместимых и летучих компонентов в деплетированной мантии, мантии океанических плюмов и мантии внутриплитных континентальных обстановок // ДАН. 2007а. Т. 415. № 3. С. 389-393.
- Коваленко В.И., Наумов В.В., Гирнис А.В. и др.* Летучие компоненты в базальтовых магмах и мантийных источниках океанических островов. Оценка содержаний в мантийных резервуарах // Геохимия. 2007б. № 4. С. 355-369.
- Коваленко В.И., Наумов В.В., Гирнис А.В. и др.* Средние составы магм и мантии срединно-океанических хребтов и внутриплитных океанических и континентальных обстановок по данным изучения расплавных включений и закалочных стекол базальтов // Петрология. 2007в. Т. 15. № 4. С. 361-396.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Богатиков О.А.* Закономерности пространственного распределения «горячих точек» мантии современной Земли // ДАН. 2009а. Т. 427. № 5. С. 654-658.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Ковач В.П. и др.* Вариации изотопного состава неодима и канонических отношений содержаний несовместимых элементов как отражение смешения источников щелочных гранитоидов и базитов Халдзан-Бурегтейского массива и одноименного редкометального месторождения, Западная Монголия // Петрология. 2009б. Т. 17. № 3. С. 249-275.
- Коваленко В.И., Наумов В.Б., Гирнис А.В. и др.* Кислые агпайтовые расплавы островных дуг, активных континентальных окраин и внутриплитных континентальных обстановок (по данным изучения расплавных включений в минералах и закалочных стеклах пород) // Петрология. 2009в. Т. 17. № 4. С. 437-456.
- Когарко Л.Н.* Кимберлитовый магматизм в истории Земли, его алмазоносность и проблемы генезиса // ДАН. 2008. Т. 418. № 1. С. 86-89.
- Комаров П.В., Томсон И.Н.* О плюмах и их влиянии на формирование благороднометального оруденения в углеродсодержащих породах // ДАН. 2007. Т. 415. № 6. С. 779-781.
- Константинов М.М.* Углеродный феномен Якутии // Руды и металлы. 2008. № 1. С. 71-77.
- Копылов М.И.* Глубинные структуры земной коры и рудогенез юга Дальнего Востока // Руды и металлы. 2008. № 4. С. 30-36.
- Корытов Ф.Я.* Энергетика Земли и биосфера // Минералогия и жизнь: происхождение биосферы и коэволюция минерального и биологического миров, биоминералогия: материалы 4 Междунар. семинара, Сыктывкар, 22-25 мая, 2007. Сыктывкар: Геопринт, 2007. С. 22.
- Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М.* Тонкая структура внешней части твердого ядра Земли по наблюдениям коды волны РКiKP // Локальные и глобальные проявления воздействий на геосферы: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2008. С. 133-144.
- Кузнецов В.В.* К вопросу о физике плюма // Геофизический журнал. 2008. Т. 30. № 6. С. 76-92.
- Кузнецов А.А.* Космопетрогенетическая модель Земли // 9 Межд. конференция «Новые идеи в науках о Земле», Москва, 14-17 апр., 2009: Доклады. Т. 1. М.: МГГРУ, 2009. С. 74.
- Кузьмин И.А.* Проявления флюидных процессов на поверхности Земли и их рудоносность //

- Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Вып. 8. Красноярск: КНИИ-ГиМС, 2007. С. 155-160.
- Курчапов А.М.* Проблемы диагностики и петрогенезиса игнимбритов // Вулканология и сейсмология. 2009. № 2. С. 3-12.
- Куцов А. М.* Распределение вязкости, структура конвективных течений и перемешивание в мантии Земли // Естеств. и техн. науки. 2008. № 4. С. 139-147.
- Лурье М.А., Шмидт Ф.К.* Генетические аспекты нефтегазообразования, серосодержание и металлоносность нефтей // ДАН. 2009. Т. 424. № 4. С. 534-537.
- Лутков В.С., Могаровский В.В., Луткова В.Я.* Геохимические аномалии в мантии Памира и Тянь-Шаня: к проблеме глубинных источников рудного вещества // Геохимия. 2007. № 5. С. 507-521.
- Магомедов М.Н.* О барическом диспергировании кристаллов и природе текучести внешнего ядра Земли // Мир минералов, кристаллов и наноструктур: Сыктывкар: Геопринт, 2008. С. 345-358.
- Маракушев А.А.* Космическая петрология и планетное развитие Солнечной системы // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2007. № 4. С. 3-11.
- Маракушев А.А., Панеях Н.А., Русинов В.Л., Зотов И.А.* Парагенезисы рудных металлов углеводородной специфики. Ст. 2. Сульфурофильные металлы // Известия вузов. Геология и разведка. 2008. № 1. С. 15-22.
- Мирлин Е.Г., Углов Б.Д.* Новые данные о структурной геометрии линейных элементов в западном секторе Тихого и юго-восточном секторе Индийского океанов // ДАН. 2007. Т. 414. № 1. С. 70-73.
- Мирлин Е.Г., Кононов М.В., Миронов Ю.В.* Возможная природа траппового магматизма (на основе концепций вихревых движений в тектоносфере и нелинейной геофизической среды) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. № 2. С. 28-41.
- Молоденский С.М.* Об асимптотических формах низкочастотных колебаний жидкого ядра. 2. Зависимость инерциальной связи ядромантия от частоты // Физика Земли. 2008. № 8. С. 15-21.
- Молчанов В.И., Пареев В.В., Еганов Э.А.* Эволюция земного вещества на ранней стадии формирования планеты // Уральский геологический журнал. 2009. № 2. С. 3-15.
- Навроцкий О.К., Тимофеев Г.И., Навроцкий А.О.* Об импульсном характере процессов нефтегазообразования и формировании залежей углеводородов // Недра Поволжья и Прикаспия. 2008. № 55. С. 21-24.
- Наумко И.М., Сворень И.М.* О путях внедрения глубинного высокотемпературного флюида в земную кору // Доп. Нац. АН Украины. 2008. № 9. С. 110-112.
- Недосекова И.Л., Владыкин Н.В., Прибавкин С.В., Баянова Т.Б.* Ильмено-Вишневогорский миаскит-карбонатитовый комплекс: происхождение, рудоносность, источники вещества (Урал, Россия) // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. № 2. С. 157-181.
- Немеров В.К., Развозжаева Э.А., Спиридонов А.М. и др.* Нанодисперсное состояние металлов и их миграция в углеродистых природных средах // ДАН. 2009. Т. 425. № 2. С. 233-236.
- Неручев С.Г.* Уран и жизнь в истории Земли. СПб: ВНИГРИ, 2007. 327 с.
- Нестеров И.И.* Фундаментальные основы формирования залежей нефти и природных газов, их поисков, разведки и разработки // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 4. С. 425-433.
- Нигматзянов Р.С.* Кольцевые структуры как импактные кратеры: обзор // Геофизический журнал. 2008. Т. 30. № 4. С. 93-111.
- Овчинников В.М., Каазик П.Б.* Скорость дифференциального вращения внутреннего ядра Земли из сейсмических данных станции Иульгин. Локальные и глобальные проявления воздействий на геосферы: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2008. С. 145-152.
- Орленок В.В.* О доокеанической истории Земли // Вестник Ростовского государственного университета. 2007. № 1. С. 6-21
- Осипова Е.Б.* Численное моделирование движения трехслойной тектоносферы тыловодужных бассейнов в рамках модели вязкой жидкости // Физика и мезомеханика. 2007. Т. 10. № 4. С. 41-47.
- Павлов В.Э., Галле И.* Суперхрон на границе мезо- и неопротерозоя // ДАН. 2009. Т. 426. № 2. С. 244-247.
- Панина Л.И., Моторина И.В.* Жидкостная несмесимость глубинных магм и зарождение карбонатитовых расплавов // Геохимия. 2008. № 5. С. 487-504.
- Персиков Э.С., Бухтияров П.Г., Некрасов А.Н., Бондаренко Г.В.* Изучение динамических параметров магматических систем // Экспериментальные исследования эндогенных процессов: памяти академика В. А. Жарикова: Сб. тр. 2003-2008 гг. Черноголовка: ИПХФ РАН, 2008. С. 54-65.
- Петров О.В., Мовчан И.Б.* Диссипативные структуры Земли и их волновая природа // Региональная геология и металлогения. 2007. № 30-31. С. 12-37.
- Петров О.В.* Диссипативные структуры Земли как проявление фундаментальных волновых

- свойств материи. СПб: ВСЕГЕИ, 2007. 304 с.
- Петров О.В.* Концепция волновой природы диссипативных процессов фрактального структурирования и формообразования Земли // Региональная геология и металлогения. 2008. № 35. С. 5-24.
- Печерский Д.М.* Геомагнитное поле на границах палеозоя/мезозоя, мезозоя/кайнозоя и нижнемантийные плюмы // Физика Земли. 2007. № 10. С. 49-59.
- Печерский Д.М.* Возможные механизмы генерации геомагнитного поля в фанерозое и нижнемантийные плюмы // Геофизические исследования. 2008. Т. 9. № 4. С. 40-47.
- Пикин С.А.* К вопросу о термодинамике отвердевания земного ядра // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 89. № 11-12. С. 746-750.
- Попов В.К., Максимов С.О., Вржосек А.А., Чубаров В.М.* Базальтоиды и карбонатитовые туфы Амбинского вулкана (юго-западное Приморье): геология и генезис // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26. № 4. С. 75-97.
- Пучков В.Н.* «Великая дискуссия» о плюмах: так кто же все-таки прав? // Геотектоника. 2009. № 1. С. 3-22.
- Пуцаровский Ю.М., Пуцаровский Д.Ю.* Средняя мантия Земли // Геотектоника. 2008. № 1. С. 3-11.
- Решетняк М.Ю.* Некоторые спектральные свойства циклонической турбулентности в жидком ядре Земли // Геомагнетизм и аэронавигация. 2008. Т. 48. № 3. С. 416-423.
- Рокитянский И.И.* Причинная механика Козырева и ее геофизические следствия // Геофизический журнал. 2008. Т. 30. № 6. С. 51-75.
- Романовский Н.П., Малышев Ю.Ф., Горошко М.В.* Палеозойский гранитоидный магматизм восточной части Центрально-Азиатского складчатого пояса и формирование крупных месторождений // Тихоокеанская геология. 2008. Т. 27. № 2. С. 46-61.
- Румянцев В.Н.* Природа водорода в ядре Земли // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы: Материалы Всероссийской конференции, Москва, 22-25 апр., 2008. М.: ГЕОС, 2008. С. 589-592.
- Рябчиков И.Д., Козарко Л.Н., Соловова И.П.* Физико-химические условия магмообразования в основании Сибирского плюма по данным исследования расплавных микровключений в меймечитах и щелочных пикритах Маймеча-Котуйской провинции // Петрология. 2009. Т. 17. № 3. С. 311-323.
- Савельева Г.Н., Соболев А.В., Батанова В.Г. и др.* Структура каналов течения расплавов в мантии // Геотектоника. 2008. № 6. С. 25-45.
- Сафонов О.Г., Перчук Л.Л., Янаскурт В.О., Литвин Ю.А.* Несмесимость карбонатно-силикатных и хлоридно-карбонатных расплавов в системе кимберлит- $\text{CaCO}_3$ - $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{KCl}$  при 4.8 ГПа // ДАН. 2009. Т. 424. № 3. С. 388-392.
- Светлов С.А.* Ликвационная дифференциация в базальтовых системах (на примере суйсарских вариолитов Ялгубского кряжа) // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2008. Вып. 11. С. 120-134.
- Светцов В.В.* О возможности происхождения океана в результате доставки воды кометами на Землю // Локальные и глобальные проявления воздействий на геосферы: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2008. С. 162-169.
- Смирнов В.А.* Об источнике газов при формировании кимберлитовых диатрем // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2008. № 1. Ч. 2. С. 173-180.
- Соболев А.В., Криволицкая Н.А., Кузьмин Д.В.* Петрология родоначальных расплавов и мантийных источников магм Сибирской трапповой провинции // Петрология. 2009. Т. 17. № 3. С. 276-310.
- Соловова И.П., Гирнис А.В., Рябчиков И.Д., Конюкова Н.Н.* Образование карбонатитового расплава в ходе эволюции ультракалийевой базитовой магмы // Петрология. 2008. Т. 16. № 4. С. 401-420.
- Соловьева Л.В.* Геохимические свидетельства связи алмазоносного кимберлитового магматизма Сибирской платформы с подъемом глубинного плюма // Известия СО. Секции наук о Земле РАЕН. 2007. № 5. С. 53-60.
- Тараненко Е.И., Герасимов Ю.А., Фарах С.Ф.* Современные аспекты вертикальной зональности нефтидогенеза // Геол., геофиз. и разраб. нефт. и газ. месторождений. 2008. № 9. С. 4-10.
- Тверитинова Т.Ю., Викулин А.В.* Волновая ротационно-упругая тектоника планет // Ротационные процессы в геологии и физике. М.: КомКнига, 2007. С. 271-278.
- Трубицын В.П., Евсеев А.Н., Баранов А.А., Трубицын А.П.* Мантийная конвекция с эндометрическим фазовым переходом // Физика Земли. 2007. № 12. С. 3-13.
- Трубицын В.П.* Уравнения тепловой конвекции для вязкой сжимаемой мантии Земли с фазовыми переходами // Физика Земли. 2008. № 12. С. 83-91.
- Тулицын И.С., Тулицын Д.И.* Внутреннее строение Земли // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Науч. чтения памяти. П.П. Чирвинского, Пермь, 1-2 февр., 2007. Вып. 10. Пермь: ПермГУ, 2007. С. 87-89.
- Тяпкин К.Ф.* Новая ротационная гипотеза структурообразования и металлогения // Доп.

- Нац. АН України. 2007. № 3. С. 128-132.
- Уханов А.В.* Кимберлит как контаминат карбонатитовой магмы // Петрология литосферы и происхождение алмаза. Тез. докл. Международного Симпозиума к 100-летию со дня рождения академика В.С. Соболева, Новосибирск, 5-7 июня, 2008. Новосибирск: ИГМ СО РАН, 2008. С. 102.
- Хачай Ю.В., Анфилогов В.Н.* Об условиях и процессе формирования Земли на раннем этапе ее аккумуляции // Фундаментальные проблемы геотектоники: Материалы 40-го Тектонического совещания, Москва, 2007. Т. 2. М.: ГЕОС, 2007. С. 330-333.
- Червов В.В.* Моделирование трехмерной конвекции в мантии Земли с применением неявного метода слабой сжимаемости // Вычислительные технологии. 2009. Т. 14. № 3. С. 86-92.
- Черненко Ю.Я.* Тектоника, вулканизм, структурообразование и метаморфизм углей // Вопросы геологии и освоения недр юга России. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2007. С. 55-66.
- Шалимов С.Л.* О механизме геомагнитных джерков // Геофизические исследования. 2009. Т. 10. № 1. С. 38-43.
- Шарапов В.Н., Перепечко Ю.В., Перепечко Л.Н., Рахменкулова И.Ф.* Природа мантийных источников пермо-триасовых траппов Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 7. С. 652-665.
- Шарапов В.Н., Ионе К.Г., Мазуров М.П. и др.* Геокатализ и эволюция мантийно-коровых магматогенных флюидных систем. Новосибирск: ГЕО, 2007. 192 с.
- Шарков Е.В., Богина М.М.* Мафит-ультрамафитовый магматизм раннего докембрия (от архея до палеопротерозоя) // Стратиграфия и геологическая корреляция. 2009. Т. 17. № 2. С. 7-28.
- Шашорин Б.Н.* О глубинных факторах минерагенического контроля на Сибирской древней платформе // Разведка и охрана недр. 2008. № 3. С. 28-34.
- Шварцев С.Л.* Прогрессивно самоорганизующиеся абиогенные диссипативные структуры в геологической истории Земли // Литосфера. 2007. № 1. С. 65-89.
- Шерман С.И., Горбунова Е.А.* Волновая природа активизации разломов Центральной Азии на базе сейсмического мониторинга // Физика и мезомеханика. 2008. Т. 11. № 1. С. 115-122.
- Шкодзинский В.С.* Эволюция карбонатитового и кимберлитового магматизма в истории Земли // Отечественная геология. 2007. № 5. С. 91-93.
- Яновская Т.В., Кожевников В.М., Соловей О.А., Акчурина К.Р.* Строение верхней мантии в Азии по фазовым и групповым скоростям релеевских волн // Физика Земли. 2008. № 8. С. 22-31.
- Ярошевский А.А.* О достоверности оценок среднего химического состава верхней части континентальной коры и речного стока // Геохимия. 2007. № 11. С. 1237-1238.
- Allegre C.J., Manhès G., Gopel C.* The major differentiation of the Earth at ~4,45 Ga // Earth and Planet. Sci. Lett. 2008. V. 267. № 1-2. P. 386-398.
- Amundson R., Ewing S., Dietrich W. et al.* On the in situ aqueous alteration of soils on Mars // Geochim. et cosmochim. acta. 2008. V. 72. № 15. P. 3845-3864.
- Aubert J., Amit H., Hulot G., Olson P.* Thermochemical flows couple the Earth's inner core growth to mantle heterogeneity // Nature (Gr. Brit.). 2008. V. 454. № 7205. P. 758-761.
- Balmer M.D., Van Hunen J., Ito G. et al.* Non-hotspot volcano chains originating from small-scale sublithospheric convection // Geophys. Res. Lett. 2007. V. 34. № 23. P. L23310/1-L23310/5.
- Belonoshko A.B., Skorodumova N.V., Rosengren A., Johansson B.* Elastic anisotropy of Earth's inner core // Science. 2008. V. 319. № 5864. P. 797-800.
- Came R.E., Eiler J.M., Veizer J. et al.* Coupling of surface temperatures and atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations during the Palaeozoic era // Nature (Gr. Brit.). 2007. V. 449. № 7159. P. 198-201.
- Chevrier V., Poulet F., Bibring J.-P.* Early geochemical environment of Mars as determined from thermodynamics of phyllosilicates // Nature (Gr. Brit.). 2008. V. 451. № 7180. P. 60-63.
- De Ignacio C., Munoz M., Sagredo J. et al.* Isotope geochemistry and FOZO mantle component of the alkaline—carbonatitic association of Fuerteventura, Canary Islands, Spain. // Chem. Geol. 2006. V. 232. № 3-4, P. 99-113.
- Deguen R., Alboussiere U., Brito D.* On the existence and structure of a mush at the inner core boundary of the Earth // Phys. Earth and Planet. Inter. 2007. V. 164. № 1-2. P. 36-49.
- Deuss A.* Normal mode constraints on shear compressional wave velocity of the Earth's inner core // Earth and Planet. Sci. Lett. 2008. V. 268. № 3-4. P. 364-375.
- Dumberry M.* Geodynamic constraints on the steady and time-dependent inner core axial rotation // Geophys. J. Int. 2007. V. 170. № 2. P. 886-895.
- Elkins-Tanton L.T.* Linked magma ocean solidification and atmospheric growth for Earth and Mars // Earth and Planet. Sci. Lett. 2008. V. 271. № 1-4. P. 181-191.
- Galsa A., Lenkey L.* Quantitative investigation of physical properties of mantle plumes in three-

- dimensional numerical models // *Phys. Fluids*. 2007. V. 19. № 11. P. 116601/1-116601/13.
- Georg R.B., Halliday A.N., Schauble E.A., Reynolds B.C.* Silicon in the Earth's core // *Nature (Gr. Brit.)*. 2007. V. 447. № 7148. P. 1102-1106.
- Hansen V.L.* Subduction origin on early Earth: A hypothesis // *Geology*. 2007. V. 35. № 12. P. 1059-1062.
- Heidbach O., Iaffaldano G., Bunge H.-P.* Topography growth drives stress rotations in the central Andes: observations and models // *Geophys. Res. Lett.* 2008. V. 35. № 8. P. L08301/1-L08301/6.
- Hirschmann M.M., Withers A.C.* Ventilation of CO<sub>2</sub> from a reduced mantle and consequences for the early Martian greenhouse // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 270. № 1-2. P. 147-155.
- Kaneoka I.* On the degassing state and the chemical structure of the Earth's interior inferred from noble gas isotopes: Past and recent views // *Geochem. J.* 2008. V. 42. № 1. P. 3-20.
- Karato S.* Insights into the nature of plume—asthenosphere interaction from central Pacific geophysical anomalies // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 274. № 1-2. P. 234-240.
- Kitagawa H., Kobayashi K., Makishima A., Nakamjura E.* Multiple pulses of the mantle plume: evidence from Tertiary Icelandic lavas // *J. Petrol.* 2008. V. 49. № 7. P. 1365-1396.
- Klein-BenDavid O., Izareli E.S., Hauri E., Navon O.* Fluid inclusions in diamonds from the Diavik mine, Canada and the evolution of diamond-forming fluids // *Geochim. et cosmochim. acta*. 2007. V. 71. № 3. P. 723-744.
- Kramers J.D.* Hierarchical Earth accretion and the Hadean Eon // *J. Geol. Soc.* 2007. V. 164. № 1. P. 3-17.
- Labrosse S., Jaupart C.* Thermal evolution of the Earth: secular changes and fluctuations of plate characteristics // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2007. V. 260. № 3-4. P. 465-481.
- Li J., Zhang D., Wang D., Zhang W.* Жидкостная несмесимость богатой фтором гранитной магмы, ее диагенез и металлогения // *Dizhi lunping—Geol. Rev.* 2008. V. 54. № 2. P. 175-183. Кит.; рез. англ.
- Luo Z., Mo X., Lu X. et al.* Металлогения трансмагматических флюидов — теоретический анализ и геологические свидетельства // *Dixue qianyuan= Earth Sci. Front.* 2007. V. 14. № 3. P. 165-183. Кит.; рез. Англ.
- Malavergne V., Tarrida M., Combes R. et al.* New high-pressure and high-temperature metal/silicate partitioning of U and Pb: implications for the cores of the Earth and Mars // *Geochim. et cosmochim. acta*. 2007. V. 71. № 10. P. 2637-2655.
- Martins Z., Botta O., Fogel M.L et al.* Extraterrestrial nucleobases in the Murchison meteorite // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 270. № 1-2. P. 130-136.
- Matas J., Bass J., Ricard Y. et al.* On the bulk composition of the lower mantle: predictions and limitations from generalized inversion of radial seismic profiles // *Geophys. J. Int.* 2007. V. 170. № 2. P. 764-780.
- Oganov A.R., Ono S., Ma Y. et al.* Novel high-pressure structures of MgCO<sub>3</sub>, Ca-CO<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> and their role in Earth's lower mantle // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 273. № 1-2. P. 38-47.
- O'Neill C., Jellinek A.M., Lenardic A.* Conditions for the onset of plate tectonics on terrestrial planets and moons // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2007. V. 261. № 1-2. P. 20-32.
- Palyanov Yu.N., Borzdov Yu.M., Sokol A.G. et al.* Reducing role of sulfides and diamond formation in the Earth's mantle // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2007. V. 260. № 1-2. P. 242-256.
- Rognon P., Desjardins R., Dawidowicz G.* The northern ice cap of Mars: an enigmatic evolution compared to the polar environment on Earth // *Bull. Soc. geol. Fr.* 2007. V. 178. № 6. P. 427-436.
- Rouby H., Greff-Lefftz M., Besse J.* Rotational bulge and one plume convection pattern: influence on Martian true polar wander // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 272. № 1-2. P. 212-220.
- Rudge J.F., Champion M.E.S., White N. et al.* A plume model of transient diachronous uplift at the Earth's surface // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2008. V. 267. № 1-2. P. 146-160.
- Russell S.S.* The formation of the Solar System // *J. Geol. Soc.* 2007. V. 164. № 3. P. 481-492.
- Shaw C.M.E., White N. J., Jones S.M., Lovell J.P.B.* Quantifying transient mantle convective uplift: An example from the Faroe-Shetland basin // *Tectonics*. 2008. V. 27. № 1. P. TCI002/1-TCI002/18.
- Spicuzza M.J., Day J.M.D., Taylor L.A., Valley J.W.* Oxygen isotope constraints on the origin and differentiation of the Moon // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2007. V. 253. № 1-2. P. 254-265.
- Sun W., Hu Y.-H., Fan A. et al.* Предварительные результаты изучения геохимического участия хлора в магматической эволюции // *Kuangwu yanshi diyu huaxue. tongbao Bull. Mineral. Petrol. and Geochem.* 2007. V. 26. № 2. P. 105-110. Кит.; рез. англ.
- Tarduno J.A., Cottrell R.D., Watkeys M.K., Bauch D.* Geomagnetic field strength 3.2 billion years ago recorded by single silicate crystals // *Nature (Gr. Brit.)*. 2007. V. 446. № 7136. P. 657-660.
- Wardinski I., Korte M.* The evolution of the core-surface flow over the last seven thousands years // *J. Geophys. Res. B.* 2008. V. 113. № 5. P. B05101/1-B05101/16.
- Wilson L., Head J.W.* An integrated model of kimberlite ascent and eruption // *Nature (Gr. Brit.)*. 2007. V. 447. № 7140. P. 53-57.



АНТОНОВ

*Wookey J., Kendall J.-M. Constraints on lowermost mantle mineralogy and fabric beneath Siberia from seismic anisotropy // Earth and Planet. Set. Lett. 2008. V. 275. № 1-2. P. 32-42.*

*Xu Q. H., Chen Y. R., Jia G. X. et al. [Роль углеводов в металлогенезисе и их использование при поисках рудных месторождений] // Yanshi xuebao=Acta petrol, 2007. V. 23. № 10. P. 2623-2638. Кит.; рез. англ.*

**THE EVOLUTION OF GENERAL GEODINAMIC TRENDS OF THE  
MODERN GEOLOGY SCIENCE. THE REVIEW OF PAPERS  
FROM THE RUSSIAN 2008-2009 CITED JOURNAL  
(Part 1)**

**A. Yu. Antonov**

*Geological Institute, Siberian Branch of RAS*

This paper suggests a review and critical analysis of such important sections of geology as cosmology and planetology using the data published in 2008-2009 in Russian cited journal. Besides, it highlights models of the Earth origin and evolution and main principles of deep thermo-chemical plums conception.

*Keywords: cosmology, planetology, plums, Russian cited journal.*