

Geo-Information Systems

UDC 551.14-536.25

Kharitonov A.L. The studying of deep structure of mantle super plumes – channels of decontamination of the Earth's interior

Изучение глубинной структуры мантийных суперплюмов – каналов дегазации земных недр

Kharitonov Andrey Leonidovich,

Candidate of physical and mathematical sciences, Leading scientist of the Main magnetic field laboratory, Pushkov Institute of Terrestrial magnetism, Ionosphere and Radio Waves Propagation of the Russian Academy of Sciences

Харитонов Андрей Леонидович,

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории главного магнитного поля, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН

Abstract. *On the basis of experimental satellite geomagnetic data the deep and spatial structure of a mantle super plume is analyzed: horizontal and vertical length of the channel of decontamination of the mantle super plume; cellular spiral structure of the decontaminated stream of hydrocarbons (C, N, O), isotopes of inert gas (Ar, Ra); thickness of a boundary electromagnetic gradient layer of the mantle super plume. The main results of electromagnetic structure of the Hawaiian and African mantle super plumes on satellite geomagnetic data are confirmed by data of the global seismic tomography and other geologic-geophysical data. The complex geophysical (electromagnetic, seismic&tomographic, seismic) model of a deep and spatial structure of mantle super plumes, periodic dilatantny&diffusive and volcanic decontamination of the mantle interior via channels of super plumes, as by one of the possible reasons of activation of seismic processes is considered.*

Keywords: *spatial and temporal parameters of mantle super plume, complex of geophysical data, dilatantny&diffusive decontamination of the mantle.*

Аннотация. *На основе комплекса экспериментальных спутниковых данных анализируется глубинно-пространственное строение мантийных суперплюмов: горизонтальная и вертикальная длина канала дегазации мантийного суперплюма, ячеистая винтообразная структура дегазирующегося потока углеводородов (C, N, O), изотопов инертных газов (Ar, Ra), толщина граничного электромагнитного градиентного слоя мантийного суперплюма. Основные результаты строения электромагнитной структуры Гавайского и Африканского мантийных суперплюмов по комплексу спутниковых данных подтверждаются данными глобальной сейсмической томографии и другими геофизическими данными. Рассматривается комплексная геофизическая (электромагнитная, сейсмотомографическая, сейсмическая) модель глубинно-пространственного строения мантийных суперплюмов, периодической дилатантно-диффузионной и вулканической дегазации мантийных недр через каналы суперплюмов, как одной из возможных причин активизации сейсмических процессов.*

Ключевые слова: *пространственные и временные параметры мантийных суперплюмов, комплекс геофизических данных, дилатантно-диффузионная дегазация мантии.*

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Для изучения глубинного строения Гавайского и Африканского мантийных суперплюмов в качестве основных использованы измеренные данные векторных ортогональных составляющих магнитного поля (X, Y, Z), полученные в результате проведения спутниковых съемок с низкоорбитальных космических аппаратов «MAGSAT» и «CHAMP» [18, 38]. Помимо этого, для анализа связи глубинного строения мантии и приповерхностных вулканических и сейсмических процессов использованы результаты гравиметрических [4], сейсмотомографических [15, 23], палеомагнитных [8], данных дешифрирования космических фотоснимков [17].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В качестве основных методов исследований глубинных физических процессов в мантийных плюмах, автором статьи использованы методы решения обратной задачи теории потенциала [21, 31] и спектрального метода максимальной энтропии [17] по экспериментальным магнитным данным, полученным с космических аппаратов «MAGSAT» и «CHAMP» [18, 38]. Кроме того, для изучения глубинного строения вокруг Гавайского и Африканского мантийных суперплюмов, авторами были проанализированы сейсмические данные электронного каталога землетрясений [10] о глубине залегания всех гипоцентров и энергии землетрясений, произошедших за почти полугодовой период проведения спутниковой магнитной съемки «MAGSAT» с 01.11.1979 по 15.05.1980. Также для сопоставления с электромагнитными разрезами были проанализированы опубликованные данные глобальных сейсмотомографических разрезов мантии Земли и их горизонтальные сечения [9, 15, 20].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ И ГЛУБИННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

Проведенный автором статьи математический анализ различных геофизических (гравитационных, сейсмических, сейсмотомографических) данных [25], в том числе и спутниковых данных дистанционного электромагнитного зондирования в пределах Афро-Атлантического [25, 26] и Тихоокеанского [27] регионов, позволяет предполагать, что усиление активности сейсмической и вулканической деятельности отдельных регионов Земли (Африканский, Восточно-Азиатский, Тихоокеанский, Аргентино-Чилийский) может быть связано с глубинными электромагнитодинамическими процессами, происходящими на границе внешнего ядра и мантии Земли и создающими в различные геохронологические периоды эволюции Земли мантийные суперплюмы [28, 29]. Одни из самых древних и самых больших мантийных суперплюмов – Тихоокеанский (I)

и Атлантический (II) - образовались еще в нуклеарный период эволюции Земли (рис. 1). А в их бортовых зонах возникли дочерние мантийные суперплюмы первого порядка, такие как Восточно-Азиатский (III-I), Аргентино-Чилийский (I-II), Южно-Африканский (II-III), Камчатко-Алеутский (I-A), Северо-Африканский (II-A) хорошо выделяющиеся по морфологическим особенностям рельефа Земли и спутниковым космофотоснимкам (рис. 1) [17].

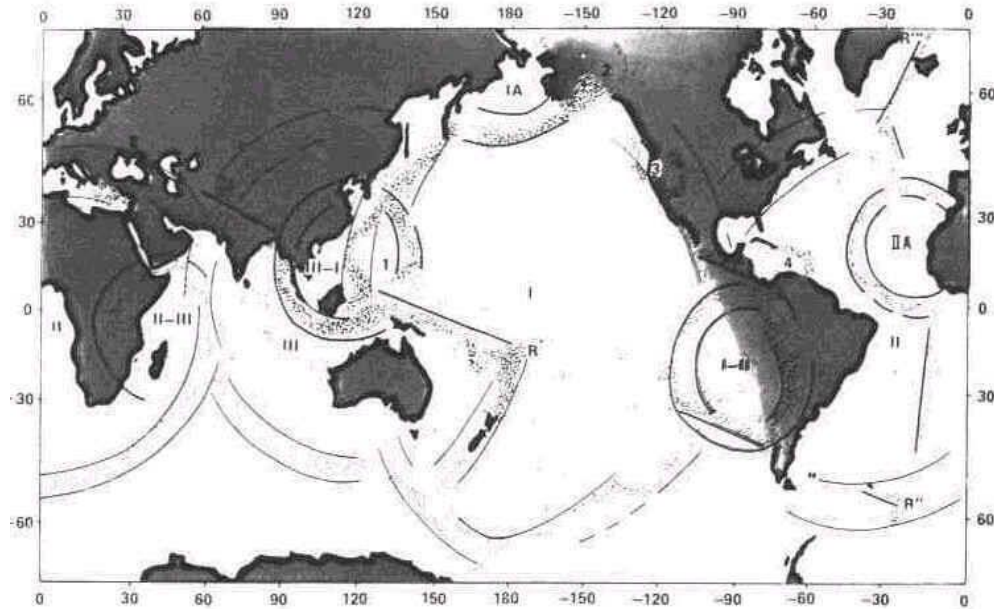


Рисунок 1. Кольцевые структуры Земли первого порядка, полученные в результате дешифрирования космофотоснимков поверхности Земли и анализа морфологических особенностей рельефа поверхности Земли [12].

Спутниковые геомагнитные исследования, проведенные автором статьи [25] показывают, что, например, усиление активности сейсмических процессов в Афро-Атлантическом регионе может быть связано, по мнению авторов статьи, с периодическим медленным движением (скорость 1-10 см/год) Африканского континента на север, на протяжении последних как минимум 60 миллионов лет, за счет давления поднимающегося к поверхности мантийного вещества, с дегазацией его по каналам Африканского мантийного суперплюма (рис. 2).

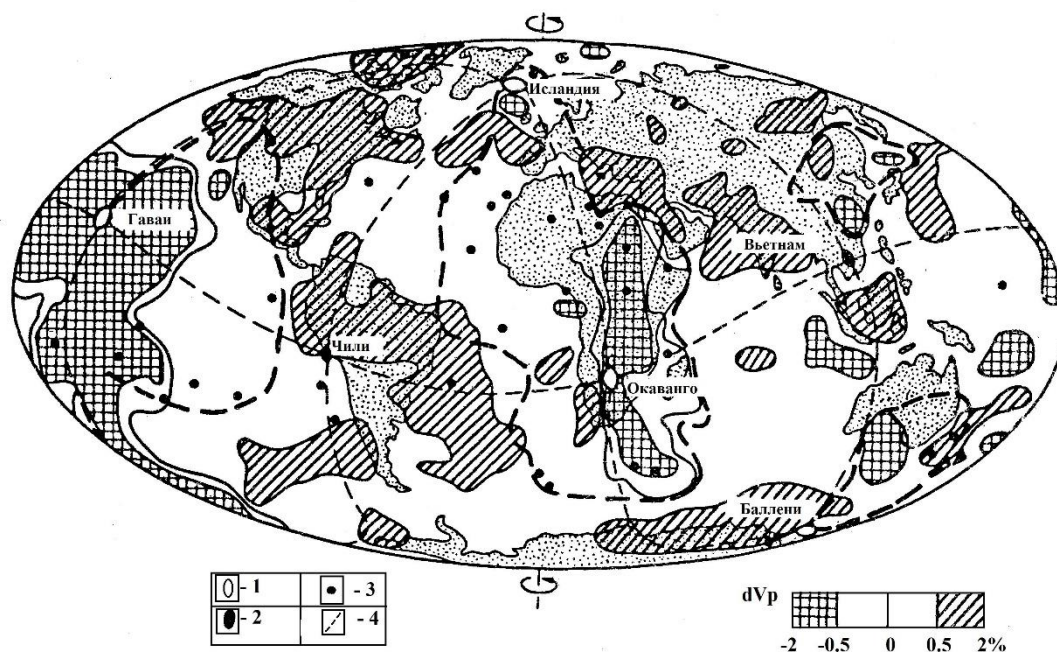


Рисунок 2. Схема расположения мантийных суперплюмов, с изображением данных глобальной сейсмотомографии нижней мантии для глубин 1200-1435 км [9]. 1 - обозначение мантийных суперплюмов с уменьшением скорости прохождения сейсмических волн (dV_p на -1%); 2 – обозначение мантийных суперплюмов с увеличением скорости прохождения сейсмических волн (dV_p на $+1\%$); 3 – вулканические «горячие точки»; 4 – контуры горячих полей мантии; Океанго – центральный магнитный меридиан Южно-Африканского мантийного суперплюма, Гавайи – центральный магнитный меридиан Гавайского мантийного суперплюма, Чили – центральный магнитный меридиан Аргентино-Чилийского мантийного суперплюма, Вьетнам – центральный магнитный меридиан Восточно-Азиатского мантийного суперплюма.

Конечно, согласно общепринятым представлениям [16], основным механизмом движения Африканской литосферной плиты на север, являются процессы расширения (спрединга) в рифтовой зоне срединно-океанического хребта (СОХ), расположенного южнее Африканского континента, где также по гравитационным данным наблюдается основная зона периодического подъема [4] и дилатантно-диффузионной и вулканической дегазации мантийного материала Африканского, Антарктического и других мантийных суперплюмов к поверхности Земли [11, 35]. В совокупности все это, на наш взгляд, и могло привести к постепенному геотектоническому смещению на север Африканской литосферной плиты в течение прошлых геологических эпох. Наш вывод о движении Африканской плиты на север частично под давлением Африканского мантийного суперплюма подтверждается экспериментальными данными о векторах

сжимающих напряжений в рифтовых зонах Срединно-Атлантического и Срединно-Индийского хребтов [12], которые направлены в основном вдоль широты, то есть перпендикулярно направленным к движению Африканской плиты и поэтому не могут являться основным физическим механизмом движения Африканской литосферной плиты на север. Медленное продвижение Африканской литосферной плиты на север и возникающие при этом процессы внутриплитового сжатия, за счет импульсного подъема суперплюма к поверхности, по-видимому, и приводили к периодической (с периодом $T=66\pm 15$ млн. лет) глобальной активизации сейсмотектонических и вулканических (в том числе и дегазационных) процессов на Африканском континенте и прилегающих регионах (локальные короткопериодные сильные исторические извержения Этны и африканских вулканов с интервалами в десятки ($T=22\pm 6$) и сотни ($T=660\pm 180$) лет, происходящие в Африке и на стыке Африканской и Европейской литосферных плит) [6].

Необходимо также рассмотреть на основании имеющихся геолого-геофизических данных и другой вопрос. Каким может являться физический механизм дегазации вещества мантии из мантийных суперплюмов? В соответствии с работами о дегазации вещества мантии [5, 11, 35] и о ее периодичности (от нескольких минут до миллионов лет и др.) [13] автор предполагает, что в природе существует физический механизм периодической дилатантно-диффузионной и вулканической дегазации вещества мантии в зонах периодического выброса глубинных гидротермальных и дегазирующихся потоков через существующие вулканические и разломно-трещиновые образования (подобно исландским вулканам, их гейзерам, связанным с Исландским дочерним мантийным плюмом)? Для этого сначала кратко проанализируем некоторые гипотезы о возможных физических механизмах периодического действия мантийных суперплюмов, которые могут пролить некоторый свет при поисках ответов на поставленные вопросы.

ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЛУБИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАНТИЙНЫХ СУПЕРПЛУМОВ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

По результатам наших спутниковых магнитных исследований в недрах электропроводящей мантии, за счет магнитогидродинамических процессов во внешнем ядре Земли, существует дипольно-квадрупольная магнитная симметрия возникновения на границе ядро-мантия мантийных суперплюмов, два из которых распределены в окрестностях северного и южного магнитных полюсов (Гренландский, Антарктический) и четыре суперплюма (Африканский, Восточно-Азиатский, Тихоокеанский с дочерним Гавайским, Аргентино-Чилийский) распределены по долготе примерно через 90 градусов [29]. По сейсмотомографическим данным наблюдается аналогичная ситуация расположения активных в настоящее время мантийных суперплюмов на поверхности Земли (рис. 2) [9, 15, 20, 37].

Помимо вышеупомянутых Южно-Африканского (3-й номер суперплюма на рис. 3) и Аргентино-Чилийского (4-й номер суперплюма на рис. 3) мантийных суперплюмов, проявляющегося в расположении

концентрических зон изолиний глубины расположения глубокофокусных очагов землетрясений ($h > 25$ км), расположенных на 30-м градусе восточной долготы и 60-м градусе западной долготы, по сейсмическим данным [10] имеется малоизученный пока мантийный суперплюм (2-й номер суперплюма на рис. 4 и рис. 5) в районе Юго-Восточной Азии примерно на 110 градусе восточной долготы, начинающийся у побережья Вьетнама с его активными островными вулканами и глубокими «корнями» судя по глубине расположения гипоцентров землетрясений (рис. 4), а также широко известный Гавайский мантийный плюм (3а-номер плюма на рис. 4 и рис. 5), являющийся дочерним Тихоокеанского суперплюма (3-й номер суперплюма на рис.4 и рис.5) и его сейсмическая зона с центром примерно на 160 градусе западной долготы (рис. 4).

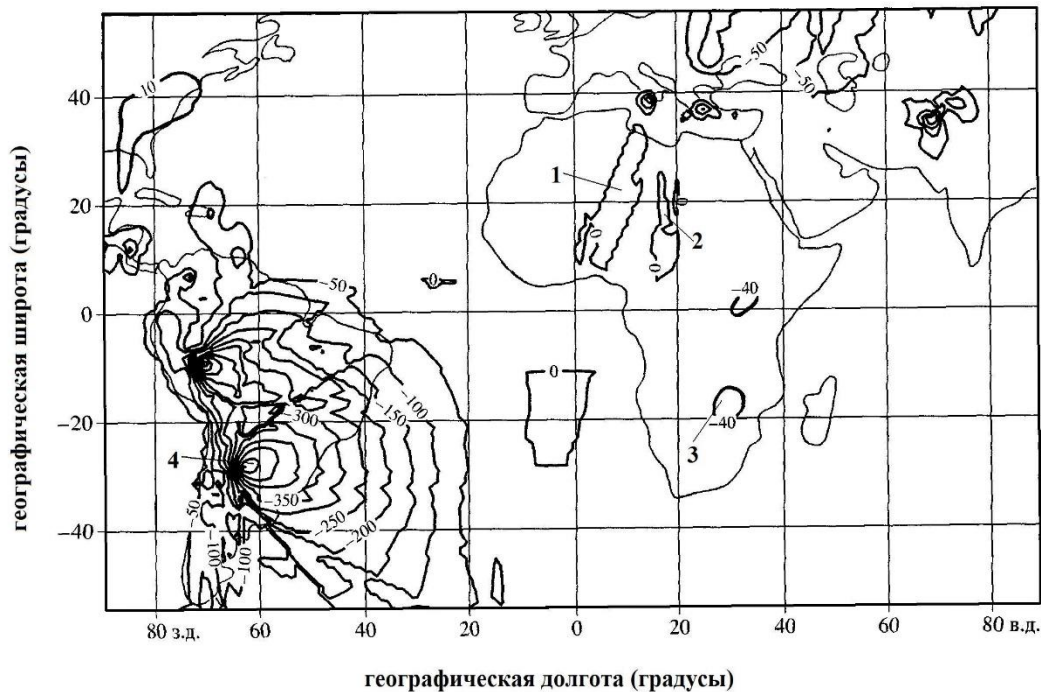


Рисунок 3. Карта, фиксирующая 90-градусное долготно-зональное распределение сейсмоактивных глобальных глубинных зон поднятия Южно-Африканского (3) и Аргентино-Чилийского (4) мантийных суперплюмов, построенная по данным о глубине расположения (в километрах) очагов (гипоцентров) землетрясений, возникших за период работы на орбите космического аппарата «MAGSAT» [25].

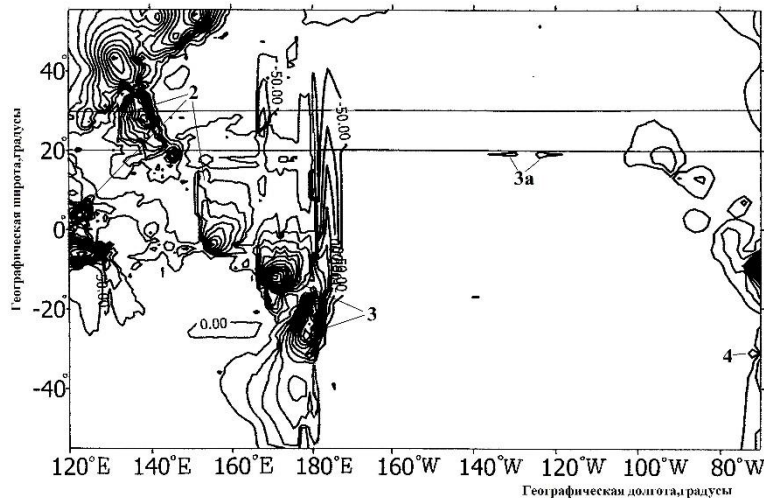


Рисунок 4. Карта, фиксирующая 90-градусное долготно-зональное распределение сейсмоактивных глобальных глубинных зон Восточно-Азиатского (2-й номер суперплюма на рисунке), Тихоокеанского (3-номер суперплюма на рисунке) и дочернего Гавайского (3а-номер суперплюма на рисунке), Аргентино-Чилийского (4-й номер суперплюма на рисунке) мантийных суперплюмов, построенная по данным о глубине расположения (в километрах) очагов (гипоцентров) землетрясений, возникших за период работы на орбите космического аппарата «MAGSAT» [38].

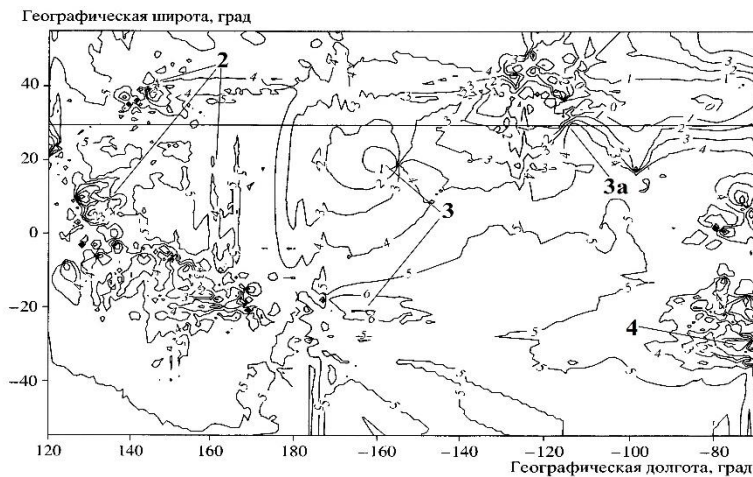


Рисунок 5. Карта, фиксирующая 90-градусное долготно-зональное распределение сейсмоактивных глобальных глубинных зон Восточно-Азиатского (2-й номер суперплюма), Тихоокеанского (3-й номер суперплюма) и дочернего Гавайского (3а-номер суперплюма), Аргентино-Чилийского (4-й номер суперплюма) мантийных суперплюмов, построенная по данным о магнитуде очагов землетрясений, возникших за период работы на орбите космического аппарата «MAGSAT» [38].

Кроме того, еще примерно через 90 градусов, на 60-м градусе западной долготы (рис. 4, рис. 5), расположен так называемый Аргентино-Чилийский глубокозалегающий ($h > 450$ км) от земной поверхности мантийный суперплюм (2-й номер суперплюма на рис. 4 и рис. 5), в районе которого периодически происходят очень сильные землетрясения (до $M = 9$ в 1960, в 2014 гг. и др.).

Все эти мантийные суперплюмы выделены по экспериментальным спутниковым геофизическим и сейсмотомографическим [9, 16, 20, 37], в том числе и по спутниковым электромагнитным и сейсмологическим данным [25-31] (рис. 3-5).

На рис. 6 по результатам наших исследований [25 - 31] представлен спутниковый широтный глубинный магнито-индукционный (электромагнитный) разрез мантии Земли, пересекающий по 20 градусу северной широты зону Гавайского мантийного плюма, дочернего Тихоокеанского суперплюма.

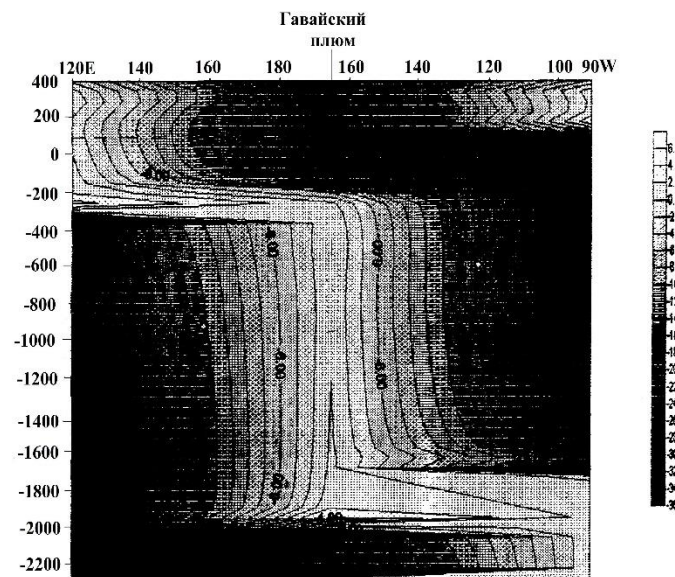


Рисунок 6. Широтный электромагнитный разрез мантии Земли в районе Гавайского мантийного плюма, проходящий по 20 градусу северной широты, построенный по данным КА «MAGSAT». Справа от электромагнитного разреза приведена шкала значений квадрата интенсивности индукционной (электромагнитной) составляющей аномального геомагнитного поля в электропроводящей мантийной среде (в нанотеслах в квадрате). Слева на рисунке цифрами обозначена глубина электромагнитного разреза мантии (в километрах) [28].

Из рис. 6 видно, что в нижней мантии (глубина 1000-2000 км) и переходном слое мантии (слой Голицина – глубина 400-1000 км) под зоной Гавайских островов имеется широкий (размером более 1400 км), почти вертикальный канал дегазации глубинного вещества мантии, которое периодически («импульсно» как Исландские гейзеры, начиная от временного периода в несколько минут до нескольких лет, судя по экспериментальным исследованиям – [13]) дегазуется, за счет периодического изменения давления глубинных недр, скорее всего, по каналам мантийных плюмов от границы внешнее ядро – мантия и далее через жерла вулканов и тектонических разломов. Вероятно также, дополнительные воздействия на процесс дегазации и преобразования вещества мантии за счет ударно-волновой энергии, возникающей в очагах землетрясений (рис. 6). Предполагаемый нами, по экспериментальным электромагнитным данным, процесс мантийной дегазации, по-видимому, не противоречит результатам экспериментальных и теоретических исследований ученых ГЕОХИ РАН [35]. Как видно из разреза, основанного на экспериментальных спутниковых электромагнитных данных (рис. 6) [26] медленная мантийная конвекция может какое-то время не оказывать влияния на почти вертикальный канал периодической импульсной дегазации глубинного вещества из Гавайского мантийного суперплюма в пределах нижней и переходной зоны мантии, так как скорость его подъема по теоретическим расчетам [14] может составлять примерно $V_{\text{вер}} = 100$ см/год, что значительно превышает скорость горизонтальных конвективных движений мантии ($V_{\text{гор}} = 1-10$ см/год). Интервал пространственной дискретизации аномального электромагнитного поля вдоль широтного спутникового разреза, от 120 градуса восточной долготы до 90 градуса западной долготы, через Тихоокеанский регион, полученного в результате наших расчетов по данным КА «MAGSAT», составлял два градуса (т.е. примерно 200 км). Поэтому глубинные вулканические каналы в верхней мантии, которые не превышают нескольких километров в диаметре глубинной части корневого ствола вулкана, нам пока не удалось выделить по спутниковым геомагнитным данным, на широтном спутниковом электромагнитном разрезе (рис. 6), при таком интервале дискретизации измеренного поля. Но такие локальные вулканические каналы (глубинные корни вулканов) конечно же существуют, судя по наземным исследованиям [6], проведенным на Гавайских островах.

Как видно из рис. 7, где представлена детальная электромагнитная структура Южно-Африканского мантийного суперплюма [25], он имеет достаточно глубокие «корни» в мантии и далеко уходящую в верхнюю атмосферу (значительно выше 400 км) зону его электромагнитного влияния.

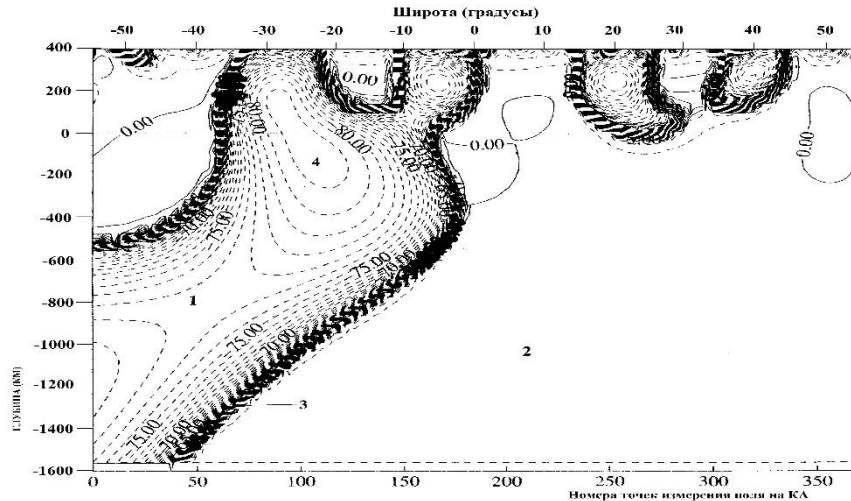


Рисунок 7. Субмеридиональный разрез с изображением электромагнитной структуры Южно-Африканского мантийного суперплюма, рассчитанный по данным «MAGSAT» спутниковых геомагнитных измерений [26]. 1 – активная электромагнитная зона Южно-Африканского мантийного суперплюма; 2 – электромагнитная зона невозмущенной мантии; 3 – граничная градиентная винтообразная зона повышенной дегазации и гидротермальной проницаемости мантии в пределах границ мантийного суперплюма; 4 – размер ячейки Африканского мантийного суперплюма. Цифрами на изолиниях рисунка обозначены значения квадрата интенсивности индукционной (электромагнитной) составляющей аномального геомагнитного поля в электропроводящей мантийной среде (в нанотеслах в квадрате). Слева на рисунке цифрами обозначена глубина электромагнитного разреза мантии (в километрах). В нижней части рисунка приведена шкала точек горизонтального измерения геомагнитного поля по данным космического аппарата «MAGSAT».

Результаты наших электромагнитных расчетов по спутниковым данным показывают, что горизонтальный размер (диаметр) электромагнитной зоны канала Африканского мантийного суперплюма по мере его подъема остается практически постоянным ($D=3000$ км). Прошедший через ослабленные зоны мантии дегазирующиеся флюиды в верхней мантии всплывает в основном почти вертикально по нашим расчетам со скоростью около 340 см/год, а по другим данным со скоростью около 100 см/год [14] и заполняют области, расположенные над субвертикальными каналами суперплюма [7, 13]. Все морфоструктурные параметры Африканского мантийного суперплюма, выявленные нами по спутниковым магнитным данным (L -глубина «корней» суперплюма в мантии около $L = 2300$ км, наклонное простирание суперплюма на север в переходной зоне и верхней мантии с азимутом - A на север, вертикальный размер субвертикальных винтовых ячеек (4-номер обозначения на рис. 7) мантийного суперплюма около $l = 1000$ км, размер градиентной граничной электромагнитной зоны (3-й номер обозначения на рис. 7) мантийного

суперплюма $dI = 250$ км, географическое месторасположение глубинных «корней» Южно-Африканского мантийного суперплюма от океанической зоны на юге Африки, до экватора) также подтверждаются модельными данными физического эксперимента [9] и данными сейсмической томографии (рис. 7) [15, 34-36].

Одним из результатов наших спутниковых исследований над Южно-Африканским мантийным суперплюмом является объяснение наличия изменения магнитного поля и радиационного фона над зоной подъема суперплюма. По данным магнитных карт, полученных по измерениям со спутника «MAGSAT», на высоте примерно 400 км над поверхностью океана видно, что существует магнитная аномалия, вызванная электромагнитным эффектом от Южно-Африканского мантийного суперплюма. Кроме того, в Южной Атлантике существует устойчивая во времени аномалия в радиационном фоне Земли (рис. 8) [22, 33], теоретически труднообъяснимая с позиций физики магнитосферы, изучающей околоземное пространство.

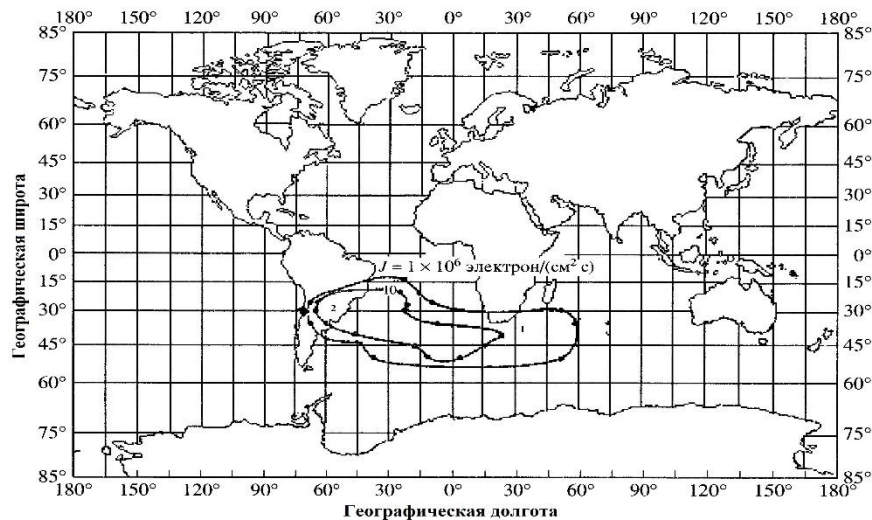


Рисунок 8. Аномалия радиационного фона в районе Южной Атлантики [22], вызванная процессами дегазации мантии в зоне Южно-Африканского (1) и Аргентино-Чилийского (2) мантийных суперплюмов.

Мы эту аномалию радиационного фона связываем с наличием электромагнитного и радиационно-ионизирующего влияния Южно-Африканского и Аргентино-Чилийского мантийных суперплюмов, связанного с активной субвертикальной дегазацией из мантии изотопов углерода (C), кислорода (O), азота (N), в частности, экспериментально зафиксированных во флюидных включениях горных пород, в окрестности Антарктического суперплюма [3], в том числе дегазации веществ с наличием радиационных изотопов, ионизирующих газов (аргона-Ar и радона-Ra), поступающих через мантийные каналы поднимающихся суперплюмов, и как следствие, в литосфере проникающих через вулканические каналы (вулканическая

дегазация) [36] или тектонические разломы (дилатантно-диффузионная дегазация) [27, 32, 39]. Наши предположения о связи радиационной аномалии, с Африканским мантийным суперплюмом косвенно подтверждаются наличием богатых месторождений урановых руд имеющих на юге Африки, также обнаруженных южнее на океаническом дне, в зоне расположения глубинных «корней» этого мантийного суперплюма.

Заключение

Расположение шести основных мантийных суперплюмов (Гренландский, Антарктический, Южно-Африканский, Восточно-Азиатский, Тихоокеанский с дочерним Гавайским, Аргентино-Чилийский) в соответствии с дипольно-квадрупольной магнитной симметрично-зональной структурой в мантии, по видимому, может быть связано с дипольно-квадрупольной структурой процессов гидромагнитного динамо во внешнем ядре Земли. Система дипольно-квадрупольных магнитных составляющих, возникающих в процессе магнитогидродинамического анализа крупномасштабных течений во внешнем ядре Земли детально рассмотрена в целом ряде работ [2, 19, 24, 33]. Поскольку процессы гидромагнитного динамо в ядре Земли предполагают периодическое изменение во времени и пространстве расположения полюсов дипольных и квадрупольных составляющих, в проекции на поверхность Земли, то можно предполагать, что и процессы выброса в мантию легкого вещества (так называемые «бампы» по [2]) с границы внешнего ядра [1], будут происходить также периодически во времени ($T=11\pm 3$ лет), а пространственно в соответствии с изменяющимся расположением электромагнитной дипольно-квадрупольной структуры, вследствие изменяющихся в пространстве и во времени процессов магнитогидродинамической системы во внешнем ядре Земли, в тот или иной рассматриваемый временной период.

Выводы

1. По экспериментальным комплексным геофизическим исследованиям (спутниковым электромагнитным, сейсмотомографическим, сейсмическим, гравитационным) предлагается гипотеза влияния на пространственное долготно-симметричное распределение основных мантийных суперплюмов дипольно-квадрупольного магнитного распределения основных энергетических составляющих, возникающих в процессе развития магнитогидродинамических процессов во внешнем ядре Земли. В частности показано, что расположение шести основных мантийных суперплюмов (два из которых, в проекции на поверхность Земли, расположены вблизи магнитных полюсов Земли, а четыре примерно через 90 градусов по долготе) в первом приближении подчиняются дипольной и долготно-зональной (квадрупольной) магнитной симметрии.
2. Исследовано детальное глубинное электромагнитное строение Африканского мантийного суперплюма, позволившее по экспериментальным спутниковым магнитным данным определить морфоструктурные параметры винтообразной электромагнитной структуры «корневой» зоны этого суперплюма (вертикальный

размер «корней» - L суперплюма в мантии, азимут наклона мантийного суперплюма - A , вертикальный размер субвертикальных винтообразных ячеек - d мантийного суперплюма, толщина граничного слоя мантийного суперплюма - d_1 , а также проследить зону его электромагнитного влияния в атмосфере.

3. Выдвигается предположение, что медленное периодическое движение Африканской литосферной плиты на север происходит под действием периодически возникающего давления от поднимающегося из глубины мантии к поверхности Земли вещества Южно-Африканского мантийного суперплюма, а не только под действием давления изверженных пород в океанических рифтовых зонах.

4. Выдвинуто предположение, что экспериментально обнаруженные в горных породах, в зоне одного из южных мантийных суперплюмов, поровые флюиды, включающие изотопы углеродов (C), кислорода (O), азота (N), с наличием ионизирующих газов (аргон- Ar , радон- Ra), возникли при прохождении дегазационных потоков по каналам мантийных суперплюмов (в частности, Южно-Африканского, Аргентино-Чилийского, Антарктического), к тому же вероятно пересекающих глубинные зоны расположения урановых руд, которые создают в верхней атмосфере, за счет ионизации воздуха и электромагнитного поля от южных мантийных суперплюмов, подвижную аномальную электромагнитную проводящую зону, образующую в южной Атлантике обширную немного дрейфующую в пространстве, но постоянную во времени аномалию внутреннего радиационного пояса, вероятно пополняемую заряженными частицами, диффундирующими из зоны южных мантийных суперплюмов.

References

1. Артюшков Е.В. Быстрые погружения и поднятия земной коры на континентах с потерей прочности литосферного слоя как следствие подъема мантийных плюмов к подошве литосферы // Проблемы глобальной геодинамики. М.: ГЕОС, - 2000. - С.111-134.
2. Брагинский С.И. Аналитическое описание геомагнитного поля прошлых эпох и определение спектра магнитных волн в земном ядре // Геомагнетизм и аэрономия. - 1972. - Т.12. - №.6. - С.1092-1105.
3. Буйкин А.И., Соловова И.П., Верховский А.Б., Когарко Л.Н., Аверин А.А. РVT параметры флюидных включений и изотопный состав С, О, N, Ar в ксенолите гранатового лерцолита из района Оазиса Джетти, Восточная Антарктида // Геохимия. - 2014. - № 10. - С. 1-18.
4. Ботт М. Внутренне строение Земли. М.: Мир, - 1974. - 375 с.
5. Валяев Б.М. Углеродородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (признание и развитие идей П.Н.Кропоткина) // Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений. М.: ГЕОС, - 2011. - С. 10-32.
6. Влодавец В.И. Справочник по вулканологии. М.: Мир, - 1984. - 200 с.
7. Диденко А.Н. О временной связи процессов в ядре и литосфере // Российский журнал наук о Земле. - 1999. - Т.1. - №3. - С.187-198.
8. Диц Р., Холден Дж. Распад Пангеи. В сбор. Новая глобальная тектоника, М.: Мир, - 1974. - 472 с.
9. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Гладков Н.Н. Проблемы глубинной геодинамики и моделирование

мантийных плюмов // Геология и геофизика. - 1993. - Т.34. - С. 5-24.

10. Каталог международного сейсмологического центра (ISC), 1964-2009 гг.
http://www.wdcb.ru/sep/seismology/cat_ISC.ru.html

11. Кадик А.А., Луканин О.А. Пути дегазации мантии при ее плавлении: изменение окислительно-восстановительного и флюидного режимов базальтовых магм при их движении к поверхности Земли // Геохимия. - 1985. - №2. - С.163-178.

12. Кац Я.Г., Тевелев А. В., и др. Основы космической геологии. М.: Недра, - 1988. - 200 с.

13. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли // Российская наука: мечта светла: сборник научно-популярных статей. М.: Октопус, - 2006. - С.304-314.

14. Нигматзянов Р.С. Кольцевые структуры как импактные кратеры. Обзор // Геофизический журнал. - 2008. - Т.30. - № 4. - С. 93-111.

15. Николаев А.В. Неотектоника и современная геодинамика на рубеже столетий // Геотектоника. 1996. №4. С. 80-89.

16. Новая глобальная тектоника. М.: Мир, - 1974. - 470 с.

17. Ротанова Н.М., Харитонов А.Л., Фрунзе А.Х. Длинноволновые магнитные аномалии для тихоокеанского региона по данным спутника МАГСАТ // Геомагнетизм и аэрономия. - 2001. - Т. 41. - № 6. - С. 846-854.

18. Ротанова Н.М., Харитонов А.Л., Фрунзе А.Х., Филиппов С.В., Абрамова Д.Е. Аномальные магнитные поля из измерений на спутнике CHAMP // Геомагнетизм и аэрономия. - 2005. - Т. 45. - № 5. - С. 712-720.

19. Рузмайкин А.А. Крупномасштабные течения в земном ядре // Геомагнетизм и аэрономия. - 1990. - Т.29. - № 2. - С. 299-303.

20. Руженцов С.В., Моссаковский А.А., Меланхолина Е.М. Геодинамика Тихоокеанского и Индо-Атлантического сегментов Земли (сейсмотомаграфический аспект) // Геотектоника. - 1999. - № 3. - С. 5-20.

21. Серкерев С.А. Гравиразведка и магниторазведка. М.: Недра. - 1999. - 437 с.

22. Сергеевко Н.П., Харитонов А.Л. Краткосрочные магнитосферно-ионосферные предвестники катастрофических землетрясений // Исследование Земли из космоса. - 2005. - № 6. - С. 61-68.

23. Соколов С.Ю. Состояние геодинамической подвижности в мантии по данным сейсмотомаграфии и отношению скоростей Р и S волн // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. - 2014. - №2. - С. 55-66.

24. Старченко С.В. Магнитогидродинамика вязкого сферического слоя, вращающегося в сильном потенциальном поле // ЖЭТФ. - 1997. - Т.112. - С. 1-23.

25. Хассан Г.С., Харитонов А.Л., Серкерев С.А. Исследование глубинного строения по спутниковым магнитным и гравитационным данным // Исследование Земли из космоса. - 2003. - № 1. - С.28-38.

26. Харитонов А.Л., Хассан Г.С., Серкерев С.А., Фонарев Г.А., Харитонova Г.П. Использование комплекса спутниковых геофизических данных для изучения глубинного строения тектоносферы Земли в пределах Европейско-Африканского меридионального сектора // Исследование Земли из космоса. - 2007. - № 2. - С. 34-42.

27. Харитонов А.Л., Харитонova Г.П. Сопоставление спутниковых геомагнитных данных с наземными измерениями концентрации радона для выявления предвестников землетрясений (на примере Калифорнийского сейсмоактивного района) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. - 2009. - № 1. - Вып.13. - С.

170-177.

28. Харитонов А.Л., Харитонов Г.П. Результаты определения электромагнитных и температурных параметров мантийных очагов генерации глубинных углеводородов и каналов их вертикальной миграции // Электронный журнал "Глубинная нефть". - 2013. -Т. 1. - №11. - С.1778-1789. URL: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-11-2013/7_Kharitonov-Kharitonova_1-11-2013.pdf

29. Харитонов А.Л., Харитонов Г.П. Спиралевидная структура объектов космического пространства, причины ее порождающие и ее влияние на форму каналов дегазации глубинных углеводородов // Электронный журнал "Глубинная нефть". - 2014.- Т.2. - №7. - С. 1169-1183. URL: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-7-2014/8_Kharitonov-Kharitonova_2-7-2014.pdf

30. Харитонов А.Л., Харитонов Г.П. Результаты определения электромагнитных и температурных параметров мантийных очагов генерации глубинных углеводородов и каналов их вертикальной миграции (Часть 2. Суперплюмы) // Всероссийская конференция по вопросам глубинного генезиса нефти «3-и Кудрявцевские чтения». М.: ОАО ЦГЭ. - 2014.

31. Харитонов А.Л. Применение элементов корреляционной теории для анализа и интерпретации аномального магнитного поля // Автореферат диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Троицк. ИЗМИРАН. - 1984. - 25 с.

32. Уткин В.И., Юрков А.К. Отражение сейсмических событий в поле эксхалляции радона // Геофизика. - 1997. - № 6. - С. 50-56.

33. Яновский Б.М. Земной магнетизм. Ленинград: ЛГУ, 1978. 592 с.

34. Becker T.W., Boschi L.A. A comparison of tomographic and geodynamic mantle models // *Geochemistry, Geophysics Geosystems* G3. V.3. January 10. - 2002. P.N. 2001GC000168.

35. Galimov E.M. Redox Evolution of the Earth Caused by a Multistage Formation of Its Core // *Earth and Planetary Science Letter*. - 2005. - V.233. - P.263-276.

36. Gasparini P., Mantovani M.S.M. Radon anomalies and volcanic eruptions // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. - 1978.- №3. - P. 325-341.

37. Inoue H., Fukao Y., Tanaba K., Ogata Y. Whole mantle P-wave travel-time tomography // *Phys. Earth Planet Interior*. - 1990. - V.59. - P. 294-328.

38. Rotanova N.M., Kharitonov A.L., Frunze A.Kh. Anomaly crust fields from MAGSAT satellite measurements: their processing and interpretation // *Annals of Geophysics*. - 2004. - V.47. - № 1. - P. 179-190.

39. Wakita H., Nakamuro Y., Notsu K., Noguchi M., Asada T. Radon anomaly: a possible precursor of the 1978 Izu-Oshima-Kinkai earthquake // *Science*. - 1980. - N.207. - P.882-883.