Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2019. Т. 28. № 3. С. 65-76. ISSN 2079-6641

DOI: 10.26117/2079-6641-2019-28-3-65-76

УДК 550.3

СЕВЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ ПОЛЮС УСТОЙЧИВО ДВИЖЕТСЯ СОГЛАСНО МОДЕЛИ ДРЕЙФА

В. В. Кузнецов

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 684000, Камчатский край, п. Паратунка, ул. Мирная, 7

E-mail: vvkuz38@mail.ru

Северный магнитный полюс движется согласно модели дрейфа, предложенной канадским магнитологом Хоупом [1] и разработанной автором этой статьи [2, 3]. В основе модели – участие двух глобальных магнитных аномалий (ГМА): Канадской (КМА) и Сибирской (СМА). Вблизи этих ГМА расположены магнитные обсерватории: Резольют-Бей (RB - Resolute Bay) – в Канаде и Мыс Челюскин (CCh - Cape Chelyskin) – в России. Обсерватории регистрируют изменения величин H-компонент модуля геомагнитного поля (ГМП), причем в настоящее время в Канадском секторе регистрируется увеличение модуля ГМП, а в Сибирском, - его уменьшение. Точка, в которой направленные навстречу векторы H-компонент равны друг другу, а H-компонента равна нулю, и есть СМП. Скорость дрейфа СМП определяется скоростью увеличения (или уменьшения) величин соответствующих ГМА. Использование этой простейшей схемы позволило автору давать очень точные прогнозы мест расположения СМП. Точно так же было определено время перехода СМП из Западного полушария в Восточное (лето 2019). Точность методики определяется исключительно точностью аппроксимации величины H-компонент [2]-[4].

Ключевые слова: северный магнитный полюс, дрейф, глобальные магнитные аномалии

Введение

Журнал Nature 565, 143-144 (2019) [5] тревожно сообщает: «Erratic motion of north magnetic pole forces experts to update model that aids global navigation. Something strange is going on at the top of the world. Earth's north magnetic pole has been skittering away from Canada and towards Siberia, driven by liquid iron sloshing within the planet's core. The magnetic pole is moving so quickly that it has forced the world's geomagnetism experts into a rare move»

Неустойчивое движение северного магнитного полюса заставляет экспертов обновлять модель, которая помогает глобальной навигации. Что-то странное происходит на вершине мира. Северный магнитный полюс Земли уносится из Канады в Сибирь, движимый жидким железом, плещущимся в ядре планеты. Магнитный полюс движется так быстро, что это заставило экспертов по геомагнетизму предпринимать into a rare move (быстро странное решение).

В своих работах по геомагнетизму я показываю, что разработанная мной модель генерации геомагнитного поля с учетом роли магнитных аномалий, а также модель дрейфа СМП в момент инверсии не дают оснований для тревоги, о которой идет речь в [5].

Казалось бы, самым логичным ответом на возникшую ситуацию была бы публикация в Nature другого мнения. Прежде чем посылать статью в этот престижный журнал, я решил посоветоваться со своим знакомым магнитологом из Гавайского университета Эмилио Херрейро-Бервейро. Я познакомился с Эмилио в 1997 г. после того как он выслушал мой доклад о модели дрейфа магнитных полюсов в момент инверсий на конференции IAGA в Швеции. После доклада Эмилио обратился ко мне с предложением опубликовать мою статью в журнале Physics of the Earth and Planetary Interiors (PEPI). Я выслал, и статья была опубликована [2]. Несколько лет мы не общались, но я рискнул написать ему письмо, в котором посылал ему коротенькую статью и спрашивал его, стоит ли посылать мою статью в Nature. Основанием отправить ему письмо была публикация в Nature статьи, в которой он был соавтором. В этой статье речь шла о том, что до сих пор не достигнуто единого мнения о свойствах геомагнитного поля при инверсиях или об основных характеристиках, которые могли бы выявить его динамику. Основной характеристикой реверсивного поля является большое уменьшение осевого диполя и доминирующая роль недипольных компонентов [6].

Эмилио очень быстро откликнулся и рекомендовал как можно быстрее опубликовать очень важную, по его мнению, статью в этом престижном журнале.

Я зарегистрировался в журнале Nature и получил соответствующее уведомление. Однако через 40 минут получаю решение Редакции: «спасибо, что обратились к нам, но ваша статья отклонена».

Послал это решение Эмилио, и он назвал несколько журналов, которые публикуют скорые сообщения. Среди них был, конечно, и журнал, уже напечатавший 1999 г. мой манускрипт – PEPI. Я послал эту статью туда и через 3-4 дня получаю ответ редактора PEPI, француза Dominique Jault (Доменик Жо), специалиста по математическим основам динамо:

«Thank you for submitting your manuscript to Physics of the Earth and Planetary Interiors. I am sorry but the views expressed in this manuscript about the formation of continents are completely at odds with the present knowledge. We cannot consider this manuscript for publication. We appreciate your submitting your manuscript to this journal and for giving us the opportunity to consider your work».

(Мне очень жаль, но взгляды, выраженные в этой рукописи о формировании континентов, полностью расходятся с современными знаниями. Мы не можем рассматривать эту рукопись для публикации.Мы признательны Вам за представление вашей рукописи в этот журнал и за предоставленную нам возможность рассмотреть вашу работу).

Замечу, что в статье шла речь о том, что не стоит беспокоиться о повышении скорости дрейфа СМП и объяснялось, почему это неважно. Ни слова не сказано

о формировании континентов. Я понял, что ни один европейский и американский журнал не примет ни одной моей статьи, касающихся модели горячей Земли и геомагнитного поля. Посылать туда свои статьи - это просто пустая трата времени. Столичные журналы, предупрежденные моими «друзьями» академиками, от моих статей тоже отказываются. Хорошо, что в России есть журнал, который печатает мои статьи (Вестник КРАУНЦ).

Что известно о дрейфе СМП

Величины склонения (D) и наклонения (I) СМП измерялись обсерваторией в Лондоне, начиная с 1540 года. Было отмечено, что в течение всего времени наблюдений эти параметры непрерывно изменялись (рис.1*a*).

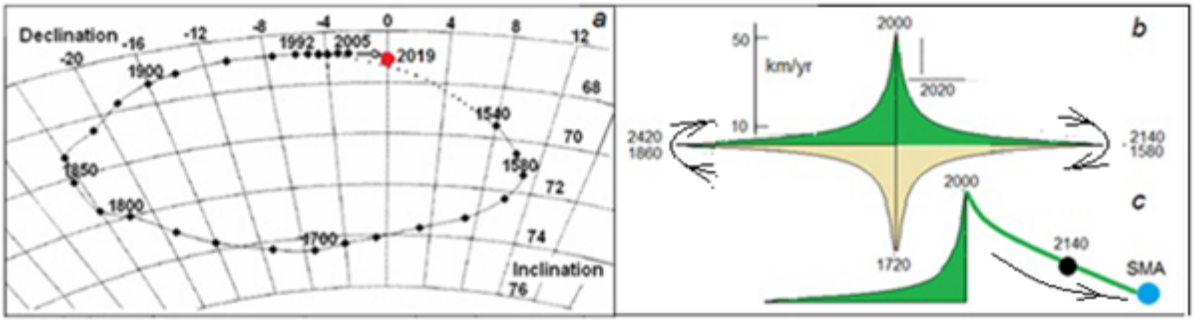

Рис. 1. *a* - Изменения склонения (*D*) и наклонения (*I*) измеренные на Лондонской магнитной обсерватории [7] *b* – скорость перемещения СМП в цикле, *c* – в начале инверсии

На этом рисунке представлены сглаженные результаты наблюдений за изменениями I и D, опубликованные впервые Бауэром [7] и, впоследствии, повторенные во многих монографиях по геомагнетизму.

В 1860 СМП развернулся и изменил направление дрейфа с западного на восточное. Таким образом, измерения его местоположения, выполненные Дж. Россом в 1831, приходятся на западную часть дрейфа, а измерения Р. Андерсена 1904 года приходится на современную восточную часть дрейфа, которая пока заканчивается современным положением СМП (2019). Как будет дрейфовать СМП в ближайшие 100 лет – не известно. У него есть две возможности: или замкнуть «кольцо» (рис. 1*a*), или двигаться по другому пути, если начнется инверсия.

Естественно предположить, что в точках 1860 и 1580 СМП останавливался, и скорость его дрейфа была нулевой. Очевидно, что на половине пути (примерно, в точках 2000 и 1700) скорость его должна быть максимальной. Из этого рисунка оценить скорость дрейфа невозможно, ее необходимо измерить. Такие измерения проводились с 1831 по 2007 гг. На рис. 1*b* показано, как изменялась скорость дрейфа в течение периода 1860-2000. В 2000 году скорость дрейфа была максимальной и достигала 50-70 км/год. Казалось бы, если СМП продолжит путь «по кольцу», то и скорость его дрейфа должна меняться примерно так, как это изображено на рис. 1*b*. Если СМП не остановится в точке (2140, 1580), и будет продолжать дрейф к югу по Сибири, то это однозначно покажет, что началась инверсия геомагнитного поля. Это утверждение подкрепляется данными [8], где показано, что виртуальные

палеомагнитные полюса были обнаружены в Сибири. Измерения относятся ко времени инверсии Matuama-Brunhes. Эти полюса, показывающие положения магнитного полюса, находились в районе глобальной Сибирской магнитной аномалии (SMA) – рис.1*c*, которая выполняла роль СМП. Эти данные позволяют полагать, что SMA играет определенную роль в поведении магнитных полюсов в период инверсий геомагнитного поля (ГМП).

Единственная известная автору работа по связи дрейфа СМП с глобальными магнитными аномалиями (ГМА) была опубликована канадским магнитологом Hope E.P [1]. Он рассматривал структуру (ГМП) в районе расположения СМП и пришел к выводу о том, что на его положение оказывают влияние две магнитных аномалии Канадская (CMA) и Сибирская (SMA) (рис. 2, слева). Такая структура магнитных силовых линий (характерный жгут) получается в том случае, если добавить к двум аномалиям третий источник - дипольное поле.

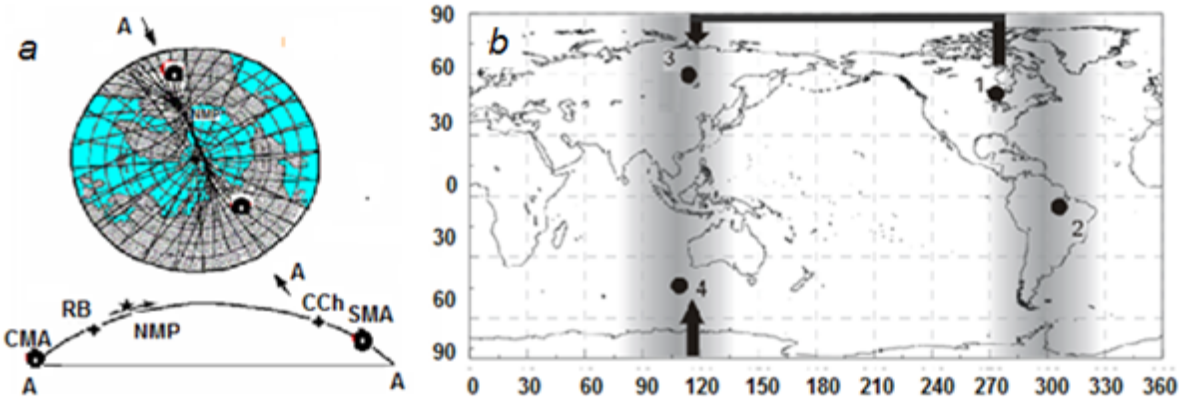

Рис. 2. *a* - вверху: структура силовых линий геомагнитного поля [1]. Внизу схема по AA: CMA – Канадская аномалия, RB – обсерватория Resolute Bay, NMP – Северный магнитный Полюс, CCh – обсерватория Cape Chelyskin, SMA – Сибирская аномалия; *b* - пути дрейфа магнитного полюса во время инверсий [2, 3], 1-4 ГМА

Во многих монографиях по геомагнетизму приводятся данные по дрейфу магнитных полюсов в период инверсий, это две затемненные полосы на рис.2 справа. Совпадение этих полос со всеми четырьмя ГМА укрепляет мысль об их роли в дрейфе полюсов [2]. Если соединить две ГМА (Канадскую и Сибирскую) черной стрелкой, по которой перемещается СМП (рис.2*b*), то на этой «стрелке» размещаются две магнитных обсерватории RB (Resolute Bay) и CCh (Cape Chelyskin) (рис. 2*a*). Эта специфическая особенность дает нам основание полагать, что обсерватории, находящиеся в непосредственной близости от ГМА, могут рассматриваться как «квазиисточники» поля, генерируемого аномалиями.

В результате компьютерного моделирования нами получено, что ГМП можно представить как аддитивную сумму осевого диполя и четырех радиальных диполей – аномалий. Это принципиальный момент нашей модели ГМП, в отличие от общепризнанного подхода, когда диполь выделяют из общего поля. Оставшаяся т.н. «недипольная часть» в дальнейшем уже не рассматривается. Ещё один важный момент: амплитуда поля осевого диполя незначительно превышает поле аномалий (таблица).

Таблица

Диполь	Центральный	Канадский	Сибирский	Бразильский	Южный
Координаты	78.3° S106° E	60° N 90° W	60° N 120° E	15° S 90° W	70° S 150° E
Выч. коорд.	63.3°S25.3° E	24°N 62.8°W	45 °N 66.8° E	69.1°S9.9° W	72.5°S133° E
Мд.$\times 10^{15}$Тм^3	7.8	1.8	2.4	4.3	2,5
Напр. дип.	↓	↓	↓	↑	↓

Сноску на работу Hope я обнаружил в книге Carey S.W. The Expanding Earth [9]. Эта книга произвела на меня – физика – глубокое впечатление. Автор кончает книгу словами «Empirically I am satisfied that the Earth is expanding. I do not know». Я познакомился к книгой Кери уже будучи доктором наук и применить хорошо известное мне явление расширения сильно сжатого вещества при его адиабатическом охлаждении мне ничего не стоило. А именно это явление - ключевой момент модели горячей Земли.

Я написал письмо профессору Кери, в котором пытался объяснить суть моей идеи расширения горячей Земли. Он ответил мне, что понять мое объяснение он не смог, но он приветствует то, эта проблема заинтересовала физика. В его книге я нашел ещё одну интересную ссылку на Meservey R. [10], в которой он показывает, что задача раздвижения океанов строго решается только на расширяющейся Земле. После ознакомления с этой и подобной информацией, я понял, что необходимо развивать принципиально новую модель горячей расширяющейся Земли, включающую в себя модель геомагнетизма [2, 3] и модель движения магнитных полюсов в период инверсий [2].

Модель земного магнетизма

Оценка размера источника генерации геомагнитного поля произведена на основе анализа известных данных о структуре геомагнитного поля показывает, что генерация реализуется на границе внутреннего ядра, в F-слое. В этом слое реализуется гидродинамическое течение как супервращение внутреннего ядра [11]. Это явление приводит к возникновению холловского динамо и в этом же слое генерируются четыре ГМА, которые, представляют собой гигантские вихри Россби, аналогичные известным вихрям на Юпитере и Сатурне [3]. ГМА, как вихри Россби образуются в тонком слое, в котором распространяется вдоль F-слоя ток Холла, - вызывающий генерацию основного геомагнитного поля.

В F-слое реализуется фазовый переход (ФП). Этот факт подтверждает распределение скоростей сейсмических волн, скорость которых убывает при распространении через ФП. В ФП происходит перенос тепла и массы. Достаточно высокая температура приводит к термической ионизации вещества ФП, а наличие переносов приводит к возникновению двойного электрического слоя (ДЭС).

Суточное вращение ДЭС формирует слабое дипольное поле, которое усиливается за счет Холловского динамо-эффекта по границам ФП. Холловские токи показаны красными стрелками на рис. 3*b*. Ток Холла ответвляет часть тока, который захватывается гидродинамическим вихрем Россби (разрез кольца на рис. 3*b*), и формирует собственное поле ГМА.

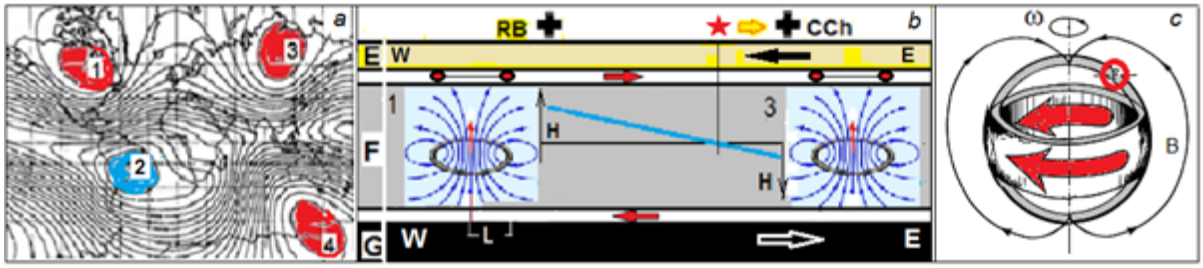

Рис. 3. Модуль геомагнитного поля образованный в результате суммирования пяти диполей: основного и диполей аномалий: Канадской (1), Бразильской (2), Сибирской (3), Южной (4) – *a*. *b* - Схема: красные стрелки – токи Холла, текущие по поверхностям F-слоя и образующие ГМП, два токовых кольца (вихри Россби) - ГМА, L – размер вихря, крестики – магнитные обсерватории, звездочка – СМП, стрелка рядом – направление современного дрейфа СМП – справа. Синяя лини – амплитуды горизонтальных H-компонент ГМА, они пересекают нулевую линию, место пересечения – СМП. Стрелка в G-ядре показывает направление его супервращения, Стрелка в E-ядре – направление западного переноса, W,E – запад и восток

В результате формируется структура, состоящая из горизонтальных компонент двух ГМА (ГМА -1 и ГМА-3), горизонтальные компоненты которых направлены навстречу друг другу. СМП фиксируется в точке, в которой разнонаправленные компоненты – равны и H=0. СМП дрейфует от Канадской ГМА к Сибирской ГМА до точки поворота, обозначенной как 2140 (1580) и тогда СМП начнет двигаться в обратном современному направлению. Обратим внимание на то, что СМП мы измеряем как положение точки, в которой горизонтальная компонента геомагнитного поля равна нулю.

В подтверждение теоретической модели генерации геомагнитного поля в F-слое нами производилось численное моделирование источника поля состоящего из пяти токовых колец: одного осевого и четырех радиальных. Конфигурация геомагнитного поля, состоящая из центрального диполя и четырех диполей (токовых колец), наиболее соответствующая наблюдаемой, получается при условии, что вычисленные координаты диполей не совпадает с координатами диполей ГМА, а векторы этих диполей находятся под некоторыми углами к поверхности внутреннего ядра (Рис. 3*a*). Направления диполей показаны в таблице [12] стрелками, а модули поля диполей (Мд) приведены в величинах: Тесла на объем (в $м^3$) $\times$ (10^{15}). Из таблицы видно, что величины модулей центрального и модулей ГМА соизмеримы, и модули трех аномалий усиливают основное поле, а модуль, соответствующий Бразильской аномалии, его уменьшает.

Направление и скорость дрейфа СМП определяют H-компоненты ГМА

Как следует из таблицы, магнитный диполь Канадской ГМА заметно меньше диполя Сибирской ГМА. Эти данные получены до 2000 г [12]. Увеличение скорости дрейфа СМП началось в 90-х. Направление дрейфа СМП от ГМА-1 в сторону ГМА-3 - очевидно. Однако, до 1860 г это направление было обратным (рис.1*a*). Следуя логике нашей модели, СМП дрейфовал за счет увеличения в течение периода 1580-1860 амплитуды диполя ГМА-3 (или уменьшения ГМА-1). Аналогичная ситуация

происходила и в 1580. Причины, побуждающие к изменению амплитуд магнитных моментов ГМА пока не ясны, дело, конечно, заключается как в гидродинамике вихрей Россби, и в распределении токов Холла, текущих вдоль по поверхностям F-слоя, и тем, какая часть из них ответвляется для токов вихрей Россби, обозначенных на Рис. 3*b* в виде сечения токовых колец (два кружка, соединенных линией).

Две белых полоски, расположенные на границе F-слоя, согласно нашей модели генерации магнитного поля Земли, наделены особыми свойствами. Во-первых, это зоны накопления зарядов разных (для каждой из них) знаков, за счет протекания в этом слое фазовых переходов, приводящих к тепло- и массопереносу вещества слоя, которое находится в ионизированном (за счет термоионизации) состоянии. Положительные ионы скапливаются либо на границе с внешним E-ядром, либо на другой границе (с G-ядром, внутренним). Отрицательные – на противоположной. Во-вторых, в этих слоях реализуется течение вещества, возникающее из-за приливных эффектов и определяющее т.н. супервращение внутреннего ядра [11]. Скорость течения в нем очень мала (градус в год), но роль его огромна, т.к. именно за счет этого супервращения реализуется механизм Холловского динамо, приводящий к усилению малого дипольного поля, возникающего в F-слое при суточном вращении электрических зарядов, в третьих.

Несколько слов о модели горячей расширяющейся Земли

Согласно модели горячей Земля, все планеты, спутники и Солнце образовались одновременно, быстро и в едином процессе. Основные химические элементы – это водород, кислород и кремний. При этом все тела Солнечной системы оказались очень горячими, например, начальная температура Земли была 30 000 K, Юпитера – 150 000 K и т.п. Температура оценивалась делением гравитационной энергии планеты ($E = 3/5GM^2/R$) на стандартную теплоемкость ($c_p = 0.3$кал/г·град) [3]. Начальный размер Земли был равен внешнему ядру. Поверхность Земли остывала и на её поверхности сформировалась твердая кора, которая при расширении треснула и раскололась на материки. Пространство между ними было заполнено океаном. Суммарная поверхность материков точно равна поверхности внешнего ядра. Вещество Земли остывало, конденсировалось в жидкость во внешнем ядре и кристаллизовалась в мантию. К настоящему времен вещество Земли в «первородном» виде сохранилось только во внутреннем ядре. На границе внутреннего ядра реализуется фазовый переход «конденсация-испарение». При этом выделяется теплота фазового перехода порядка 15 кДж/г. Эта энергия идет на формирование теплового потока, на движение материков и плит, на сейсмологию и вулканизм, и на формирование геомагнитного поля. Другие планеты земного типа уже израсходовали подобное вещество. Магнитное поле там было и иссякло, кроме Меркурия, на котором внутреннее ядро подогревается за счет приливного трения Солнца.

О прогнозе положения СМП

Все сказанное выше однозначно определяет схему прогноза положения СМП. канадские магнитологи схему прогноза положения СМП строили по реально измеряемой скорости дрейфа СМП, полагая её практически неизменной [13]. Наша модель использует текущие данные величин горизонтальных компонент поля, полученные

на двух обсерваториях [4]. Эта же схема использовалась нами при определении величин H-компонент в тот момент, когда СМП перемещается в Восточное полушарие. Эти идеи можно использовать при создании системы постоянного мониторинга СМП.

Как СМП будет дрейфовать в случае инверсии

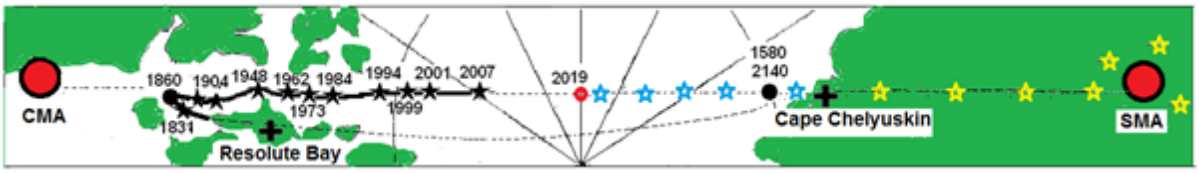

Рис. 4. Дрейф СМП начиная с 1860 по 2019 и возможный дрейф в будущем

Рис. 4 демонстрирует идею Хоупа [1] о роли ГМА в движении СМП. В 1580 г СМП развернулся и начал дрейфовать в направлении Канады. Его положение на этом пути было определено в 1831. Летом 2019 СМП переместится (по моим оценкам) в Восточное полушарие. Если СМП будет двигаться по прежней схеме (синие звездочки), то он достигнет точки разворота в 2140. Здесь возможны два варианта: либо СМП начнет движение в сторону Канады, либо направится в сторону Сибирской ГМА (желтые звездочки). Это может означать, что началась инверсия. Как было показано Петровой [8], СМП в период инверсии Матуяма-Брюнес довольно долго указывал на SMA как на VGP.

Заключение

В большинстве статей, посвященных аномальному ускорению дрейфа СМП, упоминалось о том, что это ускорение может оказаться предшественником смены полюсов, т.е. - инверсии геомагнитного поля. В такой ситуации становится очевиден вопрос: приведет ли поведение СМП к инверсии? Как можно ответить на этот вопрос. Обратим внимание на рис. 2*b*. В настоящее время СМП дрейфует в направлении к Сибирской ГМА. Южный магнитный полюс занял местоположение на Южной ГМА [14] дрейфуя из Антарктиды и пройдя через специально открытую для этого случая обсерваторию Dumont d'Urville на берегу океана. Когда СМП достигнет SMA, возникнет ситуация при которой может произойти смена полюсов по кратчайшей линии между этими двумя точками 3 и 4 (рис. 2*b*). А это уже инверсия, или, по крайней мере, экскурс. Инверсия должна знаменовать окончание периода Брюнес, в течение которого Земля сжималась, и начало периода её расширения. Этот случай рассмотрен автором в [15].

Вернемся к эпизоду с повышением скорости дрейфа. В статье показано, что эта ситуация повторяется на Земле. Точного ответа на вопрос, почему это происходит, я не знаю, но анализ модели дрейфа показывает, что на тонкой сфере внешней поверхности F-слоя. на котором реализуется т.н. «западный перенос» – направление тока Холла, сдвиги фокусов векового хода в западном направлении и т.п., каким-то образом происходит «запитывание» ГМА от тока Холла. Это произошло и во время наблюдения за дрейфом СМП.

Вернемся к таблице. Она составлена моим аспирантом, который защитил диссертацию в 2000 [12]. Таблица показывает, что Сибирский диполь до 2000 года был очевидно «сильнее» Канадского. Как следует из моих наблюдений, опубликованных в списке ссылок, начиная с 1980 г. Сибирская ГМА начала уменьшаться по величине, а в это самое время Канадская ГМА стала расти. Именно этот факт и привел к наблюдаемому эффекту ускорения СМП. Основной диполь ГМА продолжал плавно уменьшаться. Это означает, что в ядре Земли, как источнике поля никаких резких процессов не происходило.

Посмотрим, на одном примере, как факт ускорения был проинтерпретирован геофизиками. Обратимся к мнению профессора Эльчина Халилова (Президент Глобальной Сети Прогнозирования Землетрясений GNFE (UK) и Председатель Международного Комитета GEOCHANGE Germany). Он представил прогноз сейсмической активности мира до 2026 года от имени вышеуказанных организаций [16]. По мнению автора (цитирую): «северный магнитный полюс Земли стал двигаться в сторону Западной Сибири с огромной скоростью, порой достигающей 70-80 км в год, что **свидетельствует о повышении сейсмической активности Земли в 2018-2021 гг**, о выбросе гигантской энергии в ядре, ставшей основной причиной резкого возрастания сейсмической и вулканической активности Земли, числа сильных цунами, торнадо, штормов и ураганов, гигантских провалов в верхних слоях Земли, наводнений, оползней и других стихийных бедствий и природных явлений». **На 2019 - 2022 годы согласно прогнозу Эльчина Халилова приходятся пики числа землетрясений с магнитудой более 8.**

Благодарность

Я благодарю заведующего магнитной обсерваторией Паратунка ИКИР к.ф.-м.н. Хомутова С.Ю. за синтез пропущенных данных обсерватории Мыс Челюскин, а так же за участие в наших совместных работах по геомагнетизму, атмосферному электричеству и сейсмичности на протяжении последних 30 лет.

Я благодарен палеомагнитологу профессору Эмилио Херрейро-Бервейро из университета на Гавайях за его благоприятную реакцию на эту статью, а так же мою более раннюю статью [2].

Список литературы/References

[1] Hope E.P., “Geotectonics of the Arctic Ocean and the Great Arctic Magnetic Anomaly”, *J. Geophys. Res.*, **164**:4 (1959), 407-427.

[2] Kuznetsov V.V., “A model of virtual geomagnetic pole motion during reversals”, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 1999, № 115, 173-179.

[3] Кузнецов В.В., *Введение в физику горячей Земли*, КГУ, Петропавловск-Камчатский, 2008. [Kuznetsov V.V., *Vvedeniye v fiziku goryachey Zemli*, KGU, Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2008].

[4] Kuznetsov V.V., “What Is the Cause of the Accelerated Drift of the North Magnetic Pole: Jerk or Reversal?”, *Geomagnetism and Aeronomy*, **46**:2 (2006).

[5] Witze A. Earth’s magnetic field is acting up and geologists don’t know why, *Nature*, 2019, № 565, 143-144.

[6] Valet, J.-P., Fournier A., Courtillot V., Herrero-Bervera E., “Dynamical similarity of geomagnetic field reversals”, *Nature*, 2012, № 490, 89–93.

[7] Bauer L.A., *Beitrage zur Kenntnis des Wesens der Sakular-variation des Erdmagnetismus*, Dissert., Univ. Berlin, 1895.

[8] Petrova G.N., “Displacement of VGP during reversals”, *Geomagnetic field in Quaternary*, 1990, 37-42.

[9] Carey S. W., *The Expanding Earth*. V. 448, Elsevier, Amsterdam, 1976.

[10] Meservey R., “Topological inconsistency of continental drift on the present-sized Earth”, *Science*, 1969, № 166, 609-621.

[11] Кузнецов В.В., “Анизотропия свойств внутреннего ядра Земли”, *УФН*, **167**:9 (1997), 1001-1012. [Kuznetsov V.V., “Anizotropiya svoystv vnutrennego yadra Zemli”, *UFN*, **167**:9 (1997), 1001-1012].

[12] Ботвиновский В.В., *Моделирование генератора главного магнитного поля Земли с помощью магнитных диполей и токовых контуров*, Дисс. на соиск. уч. ст. к.ф.-м.н., Новосибирск, 2000. [Botvinovskiy V.V., *Modelirovaniye generatora glavnogo magnitnogo polya Zemli s pomoshch’yu magnitnykh dipoley i tokovykh konturov*, Diss. na soisk. uch. st. k.f.-m.n., Novosibirsk, 2000].

[13] Newitt L.R., Niblett E.R., “Relocation of the north magnetic dip pole”, *Can. J. Earth Sci.*, 1986, № 23, 1062-1067.

[14] Кузнецов В.В., “Прогноз положения южного магнитного полюса на 1999 г.”, *ДАН*, **361**:2 (1998), 248-251. [Kuznetsov V.V., “Prognoz polozheniya yuzhnogo magnitnogo polyusa na 1999 g.”, *DAN*, **361**:2 (1998), 248-251].

[15] Кузнецов В.В., “Модель горячей расширяющейся Земли”, *Геология и МСР Сибири*, 2014, № 3(19), 89-98. [Kuznetsov V.V., “Model’ goryachey rasshiryayushcheysya Zemli”, *Geologiya i MSR Sibiri*, 2014, № 3(19), 89-98].

[16] Халилов Э., *Прогноз сейсмической активности 2017 – 2026 https://svetan-56.livejournal.com/621906.html*. [Khalilov E., *Prognoz seysmicheskoy aktivnosti 2017 – 2026 https://svetan-56.livejournal.com/621906.html*].

Список литературы (ГОСТ)

[1] Hope E.P. Geotectonics of the Arctic Ocean and the Great Arctic Magnetic Anomaly // J. Geophys. Res. 1959. vol. 164. no. 4. pp. 407-427.

[2] Kuznetsov V.V. A model of virtual geomagnetic pole motion during reversals // Phys. Earth Planet. Inter. 1999. vol. 115. pp. 173-179.

[3] Кузнецов В.В. Введение в физику горячей Земли. КГУ, Петропавловск-Камчатский. 2008.

[4] Kuznetsov V.V. What Is the Cause of the Accelerated Drift of the North Magnetic Pole: Jerk or Reversal? // Geomagnetism and Aeronomy. 2006. vol. 46. no. 2.

[5] Witze A. Earth’s magnetic field is acting up and geologists don’t know why // Nature. 2019. no. 565. pp. 143-144.

[6] Valet, J.-P., Fournier A., Courtillot V., Herrero-Bervera E. Dynamical similarity of geomagnetic field reversals // Nature. 2012. no. 490. pp. 89–93.

[7] Bauer L.A. Beitrage zur Kenntnis des Wesens der Sakular-variation des Erdmagnetismus. Dissert. Univ. Berlin. 1895.

[8] Petrova G.N. Displacement of VGP during reversals // Geomagnetic field in Quaternary. 1990. Potsdam. 37-42.

[9] Carey S. W. The Expanding Earth. vol. 448 Amsterdam: Elsevier, 1976.

[10] Meservey R. Topological inconsistency of continental drift on the present-sized Earth // Science. 1969. no. 166. pp. 609-621.

[11] Кузнецов В.В. Анизотропия свойств внутреннего ядра Земли // УФН. 1997. Т. 167. № 9. С. 1001-1012.

[12] Ботвиновский В.В. Моделирование генератора главного магнитного поля Земли с помощью магнитных диполей и токовых контуров. Дисс. на соиск. уч. ст. к.ф.-м.н. Новосибирск. 2000.

[13] Newitt L.R., Niblett E.R. Relocation of the north magnetic dip pole // Can. J. Earth Sci. 1986. no. 23. 1062-1067.
[14] Кузнецов В.В. Прогноз положения южного магнитного полюса на 1999 г. // ДАН. 1998. Т. 361. №2. С. 248-251.
[15] Кузнецов В.В. Модель горячей расширяющейся Земли // Геология и МСР Сибири. 2014. №3(19). С. 89-98.
[16] Халилов Э. Прогноз сейсмической активности 2017 – 2026. https://svetan-56.livejournal.com/621906.html

Для цитирования: Кузнецов В. В. Северный магнитный полюс устойчиво движется согласно модели дрейфа // *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2019. Т. 28. № 3. С. 65-76. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-28-3-65-76

For citation: Kuznetsov V. V. As follows from our model the North Magnetic Pole is stable in its drift, *Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki*. 2019, **28**: 3, 65-76. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-28-3-65-76

Поступила в редакцию / Original article submitted: 04.10.2019

Vestnik KRAUNC. Fiz.-Mat. Nauki. 2019. vol. 28. no.3. pp. 65–76.

DOI: 10.26117/2079-6641-2019-28-3-65-76

MSC 86A17

AS FOLLOWS FROM OUR MODEL THE NORTH MAGNETIC POLE IS STABLE IN ITS DRIFT

V. V. Kuznetsov

Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS, 684000, Kamchatskiy kray, Paratunka, Mirnaya st., 7, Russia

E-mail: vvkuz38@mail.ru

The North Magnetic Pole submits its moving to the drift model proposed by Canadian magnitologist Hope [5] and this developed by the author [6,7] which suggests an impact of two global magnetic anomalies (GMA), Canadian (CMA) and Siberian (SMA) into the pole drift. Magnetic observatories Resolute Bay, Canada, and Cape Chelyskin, Russia, located near these GMA, are recording the H-component values. Nowadays increasing at the Canada area the geomagnetic field module is decreasing at the Siberia one. The NMP is the point where the vectors of H-component directed towards each other are equal and the value of H-component makes zero. The velocity of the NMP drift is determined by the fluctuating rate of GMA magnitudes. This technique enabled the author to predict as the NMP positions and the time of the NMP transit from the West hemisphere to the East one as 2019, summer. The technique accuracy is governed by accuracy of H-component values approximation [6, 7, 13].

Key words: North Magnetic Pole, drift, global magnetic anomalies.