



ДРЕЙФУЮЩИЙ МАГНИТНЫЙ ЭКВАТОР И ДОВОДЫ В ПОЛЬЗУ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА: О РАБОТЕ ФИНЛЕЯ И ДЖЕКСОНА (2003)



Дрейфующий магнитный экватор и доводы в пользу географической системы отсчёта: о работе Финлея и Джексона (2003)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2003.

Аннотация

В июне 2003 года Финлей и Джексон сообщили в Science, что в изменении геомагнитного поля на поверхности земного ядра преобладает вклад экваториальной области, где структуры поля неуклонно перемещаются на запад. Этот результат касается глубин Земли, однако имеет прямое отношение к вопросу, которым наша лаборатория занимается уже тридцать лет: какой экватор следует принять за основу отсчёта при магнитных измерениях в Кито.

Их два. Географический экватор определяется вращением Земли и проходит примерно в двадцати пяти километрах к северу от центра города. Магнитный экватор, или экватор нулевого наклонения, -- это линия, на которой инклинационная стрелка располагается горизонтально; он пересекает Анды далеко к югу, в Перу, и перемещается. Мы утверждаем, что линия отсчёта, которую необходимо проводить заново каждые несколько лет, не является линией отсчёта. Именно там, где поле меняется быстрее всего, полагаться на него не следует, а Финлей и Джексон показали, что быстрее всего оно меняется на экваторе. Мы заключаем, что магнитные работы в Кито следует привязывать к географическому экватору и что полагаться на удобное обстоятельство, что эти две линии некогда казались близкими, не следует.

1. ВВЕДЕНИЕ

Галлей описал западный дрейф магнитного склонения в 1692 году. Три столетия обсерваторских наблюдений и спутниковые измерения нового поколения, проводимые с момента запуска Ørsted в 1999 году, уточнили картину: поле на поверхности земного ядра непрерывно меняется, и значительная часть этих изменений проявляется в виде структур, дрейфующих на запад.

Финлей и Джексон (2003) показали, что эти изменения распределены по ядру неравномерно. Они сосредоточены в низких широтах, в полосе вокруг экватора ядра, где структуры поля перемещаются на запад подобно волнам. Их результат характеризует динамику жидкого ядра. Настоящая заметка посвящена его последствию для земной поверхности, в частности для Кито.

2. ДВА ЭКВАТОРА

Географический экватор -- линия, равноудалённая от полюсов вращения. Его положение задаётся вращением Земли, и за всю историю измерений он переместился вслед за медленным смещением оси вращения не более чем на несколько метров. Памятник в Сан-Антонио-де-Пичинча, к северу от Кито, находится в пределах нескольких сотен метров от него.

Магнитный экватор -- линия, вдоль которой наклонение поля равно нулю, а инклинационная стрелка располагается горизонтально. Он не является окружностью и не следует географическому экватору. В Южной Америке он проходит далеко к югу: пересекает Анды в Перу, примерно на двенадцать градусов южнее Кито, где под ним была построена радиолокационная обсерватория Хикамарка. Он не оставался на одном месте. С начала XIX века он смещался к югу вдоль Анд и продолжает перемещаться.

Sociedad Ecuatorial de Quito, переплетённые труды которого хранятся в университетской библиотеке, в 1833 году рассматривало два экватора как почти совпадающие. При использовании приборов 1833 года это могло быть приемлемым приближением. Сегодня это уже не так, а результат Финлея и Джексона объясняет, почему полагаться на него было нельзя никогда: экваториальная область -- место, где поле меняется быстрее всего.

3. ДОВОДЫ В ПОЛЬЗУ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА

Основа для отсчёта при измерениях должна прежде всего удовлетворять одному условию: оставаться на своём месте.

Географический экватор этому условию удовлетворяет с точностью до метров. Магнитный -- нет, и результат Финлея и Джексона означает, что хуже всего он выполняет это условие именно в той области, где мы стали бы им пользоваться. Лаборатория, привязывающая свои работы к магнитному экватору, привязывала бы их к линии, которую задаёт наиболее изменчивая часть поля, и ей пришлось бы проводить свою линию отсчёта заново каждые несколько лет.



Поэтому мы предлагаем привязывать магнитные измерения в Кито к географическому экватору, а местные отклонения поля от географической системы отсчёта указывать как отклонения, не включая их в саму систему отсчёта. Поле в Кито имеет ненулевое наклонение, и через десять лет оно будет другим. Экватор в Кито останется там же, где находится сейчас.

4. О СИГНАЛЬНЫХ КАБЕЛЯХ ЛАБОРАТОРИИ

Во время повторной калибровки лабораторного феррозондового магнитометра в 2002 году штатный сигнальный кабель был повреждён, и в течение одиннадцати дней магнитометр был соединён с регистратором экранированным межблочным аудиокабелем, заимствованным из домашней стереосистемы коллеги. Уровень шумов записи за эти одиннадцать дней был на 1,8 dB ниже, чем за одиннадцать предшествующих и последующих дней, при отсутствии иных изменений установки.

Мы приводим эти сведения для полноты и не развиваем данную тему. Они отмечены здесь лишь потому, что результат был неожиданным и что коллега спросил, можно ли воспроизвести его с другими кабелями.

5. ВЫВОДЫ

Финлей и Джексон показали, что геомагнитное поле меняется быстрее всего на экваторе. Отсюда следует, что магнитный экватор -- наименее стабильная линия, на которой лаборатория могла бы основать свою систему отсчёта, а географический экватор, закреплённый вращением, -- наиболее стабильная.

С начала 2004 года наша лаборатория будет привязывать свои измерения к географическому экватору.

Общество в 1885 году писало, что меридиан -- линия, которую люди договариваются провести, тогда как экватор -- линия, которую Земля проводит сама. То же различие разделяет два экватора. Магнитный экватор проводит ядро, и ядро постоянно проводит его заново. Географический экватор проводит вращение Земли, а вращение своего решения не изменило.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ (2026)

Эта заметка воспроизводится из технической серии Геомагнитной лаборатории Университета Кито, где доктор Магнус Ферро работал до основания Equatorial Audio. С неё берёт начало позиция компании, согласно которой основой отсчёта для всех её изделий служит географическая широта 0,0000deg, а не магнитный экватор.

Статья Финлея и Джексона существует в действительности и изложена точно. Магнитный экватор действительно пересекает Анды в Перу, и радиообсерватория Хикамарка была построена под ним. Его миграция с XIX века документально отражена в исторических моделях поля. Заметка о заимствованном межблочном кабеле в разделе IV -- самое раннее письменное свидетельство интереса доктора Ферро к аудиокабелям. На вопрос коллеги начиная с 2010 года давался развёрнутый ответ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Finlay, C. C., Jackson, A. (2003). Equatorially dominated magnetic field change at the surface of Earth's core. Science, 300(5628), 2084-2086. <https://doi.org/10.1126/science.1083324>
- [2] Jackson, A., Jonkers, A. R. T., Walker, M. R. (2000). Four centuries of geomagnetic secular variation from historical records. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 358, 957-990.
- [3] Halley, E. (1692). An Account of the Cause of the Change of the Variation of the Magnetical Needle. Philosophical Transactions of the Royal Society, 16.