

ГЕОФИЗИКА

Л. А. КОРНЕВА

**АНОМАЛЬНОЕ ГЕОМAGНИТНОЕ ПОЛЕ И ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЕМУ
СИСТЕМА ТОКОВ МИРОВОГО ОКЕАНА**

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 2 XI 1950)

В связи с тем, что основой большинства работ по геомагнетизму до последнего времени служило разложение потенциала Гаусса по сферическим функциям, за основное или нормальное поле Земли было принято считать поле, потенциал которого выражается сферической функцией первого порядка и совпадает с потенциалом диполя в центре земного шара. Магнитный момент и ось этого диполя составляют угол в $11,5^\circ$ с осью вращения Земли. Отклонение действительно существующего на Земле поля от этого вычисленного, так называемое остаточное поле Бауэра, отождествлялось с аномальным полем.

Наряду с этим еще в начале нашего столетия великие русские физики Н. Умов (1) и П. Н. Лебедев (2) придерживались того мнения, что нормальным или основным полем Земли является поле, связанное с вращением Земли вокруг своей оси. В этом же направлении в последнее время появились теоретические работы П. М. Блэкета (3) и Е. В. Ступченко (4) о магнетизме небесных тел.

В свете этих работ, а также экспериментального факта, что угол между магнитной осью и осью вращения мал, должно быть пересмотрено и наше представление о нормальном и аномальном поле Земли. Момент и ось нормального поля должны быть направлены по оси вращения. За распределение этого поля на поверхности Земли в первом приближении можно принять, как это делалось и раньше, распределение поля однородно намагниченного шара или диполя. Аномальным полем Земли надо считать не поле Бауэра, а отклонение действительного поля от нормального, выбранного вышеуказанным способом. Это аномальное поле вызывает существование областей восточного и западного склонения, сдвиг магнитных полюсов от географических, Восточносибирскую, Южноамериканскую и другие аномалии, а также приводит к тому, что действительная магнитная ось не проходит через центр Земли.

В настоящей работе ставится задача проверить гипотезу В. В. Шулейкина о возможности сведения аномального магнитного поля Земли к полю электрических токов, связанных с Мировым океаном. Карты аномального поля нами были получены по мировым магнитным картам эпохи 1945 г. Поскольку величина магнитного момента по оси вращения должна несколько отличаться от магнитного момента сферической функции первого порядка, мы были вынуждены построить ряд карт аномального поля, приняв за момент нормального поля значения от $8 \cdot 10^{25}$ до $10 \cdot 10^{25}$ Г.см³. По векторным картам горизонтальной соста-

вляющей аномального поля, заменяющим собой карты изодинам H и изогон, были рассчитаны векторные карты плотностей поверхностного тока, эквивалентного этому магнитному полю. Для расчетов была использована формула $H = 0,2\pi j$, дающая магнитное поле H в гауссах в каждой точке безграничной плоскости, оживленной током постоянной линейной плотности j в а/см. Вычисление приближено, ибо в нашем случае $H \neq \text{const}$ и $j \neq \text{const}$ для всей поверхности Земли.

Однако полученная нами система токов является также эквивалентной и полю Z , находясь в полном согласии с картой изаномал Z :

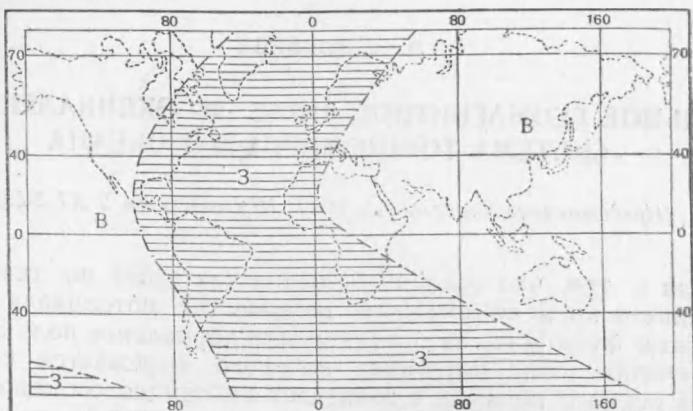


Рис. 1

векторы плотности тока касательны к изолиниям Z , максимальная плотность тока совпадает с изолинией $Z = 0$, ток огибает области с максимальным положительным значением против часовой стрелки и т. п. Все это можно проследить на карте рис. 1, полученной совмещением векторной карты тока, эквивалентной аномальному полю H , и карты изаномал для случая, когда магнитный момент нормального поля $M = 8 \cdot 10^{25} \text{ Г} \cdot \text{см}^3$ вычислен по работе В. И. Афанасьева⁽⁵⁾.

Общая картина токов сохраняется и при других значениях M . На всех этих картах система токов, захватывающая Мировой океан, выражена наиболее ярко и является основной. В Атлантике ток этой системы, со средней плотностью у экватора 0,17 а/см, направляется с севера на юг и юго-восток; в Тихом океане, со средней линейной плотностью у экватора 0,10 а/см, с юга на север и северо-восток. Дополнительная система токов, огибающих по часовой стрелке азиатский материк, выражена слабее, хотя и имеет максимальную плотность на юге 0,16 а/см.

Для более полного выяснения роли токов, связанных с Мировым океаном, была построена модель земного шара, так называемый „магнитный глобус“, диаметром 43 см. Та часть основной системы токов, которая представляет собою ток в контуре Мирового океана, была задана в морях и океанах модели, выложенных на поверхности глобуса из листовой меди; эдс для создания ее подключалась по экватору между Африкой и Америкой. Материки, будучи непроводящими, током не оживлялись. Нормальное поле Земли моделировалось небольшим, но мощным соленоидом, расположенным в центре на оси глобуса. Измерение склонения и горизонтальной составляющей магнитного поля модели производилось магнитной стрелкой, подвешенной над глобусом на шелковой нити длиною 1,5 м для уменьшения момента кручения. Склонение отсчитывалось визуально, горизонтальная

составляющая рассчитывалась по периоду колебаний магнитной стрелки в магнитном поле модели. Горизонтальная составляющая магнитного поля Земли при измерениях исключалась двумя способами: а) компенсацией полем кольца Гельмгольца с осью, направленной по магнитному меридиану Земли, б) применением для измерения склонения астатической системы из двух магнитных стрелок, противоположно направленных и скрепленных тонкой жесткой трубкой длиною 50 см.

Измерение поля токов и сравнение его с аномальным полем Земли позволяют указать на качественное совпадение картины поля: склонение поля морей в области Атлантики, южной и восточной частей Тихого океана совпадает со склонением аномального поля; напряженность

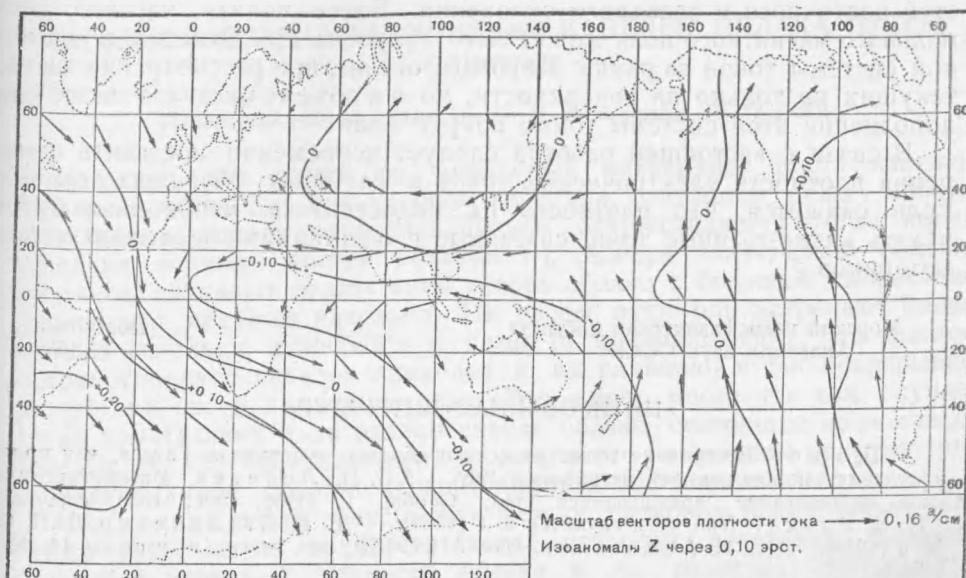


Рис. 2

горизонтальной составляющей у экватора над Атлантикой в два раза больше, чем над Тихим океаном. Однако магнитное поле морей не совпадает по направлению с аномальным полем Азии, эквивалентом которого является дополнительная система токов вокруг азиатского материка; поле модели значительно быстрее ослабевает над Северной Америкой, аномальное поле которой эквивалентно не только току, текущему на север по Тихому океану, а также току, текущему над Канадой в северо-восточном и восточном направлениях. Несовпадение основной системы токов в этом районе с рамками океана служит также объяснением несоразмерно большой величины магнитного поля модели в районе Берингова пролива.

Измерение результирующего поля модели, представляющего сумму двух полей — поля морей и поля соленоида по оси вращения, позволяет указать на качественное совпадение в распределении областей восточного и западного склонения модели (карта рис. 2) с распределением этих областей для действительного магнитного поля эпохи 1945 г. Несовпадение в знаке склонения наблюдается лишь в области Азии и на севере Индийского океана. Магнитное поле морей, складываясь с основным полем соленоида по оси вращения, сдвигает магнитные полюса модели от географических. Вследствие конечных размеров стрелки положение магнитных полюсов может быть указано лишь приближенно.

Для случая (рис. 2), когда сила тока в контуре Мирового океана модели равна 20 а, а магнитный момент соленоида $2 \cdot 10^4$ Г·см³ (это соответствует плотности тока в Атлантике по экватору 0,15 а/см и магнитному моменту Земли $8 \cdot 10^{25}$ Г·см³), положение магнитных полюсов модели следующее: Южный полюс $70-80^\circ$ с. ш., $75-120^\circ$ в. д.; Северный полюс $85-72^\circ$ ю. ш., 120° з. д.— 160° в. д. Для сравнения приводим данные о полюсах Земли: Южный $70^\circ 50'$ с. ш., 95° з. д. (1922 г.), Северный $71^\circ 10'$ ю. ш., $150^\circ 45'$ в. д. (1912 г.).

Таким образом, представление аномального поля Земли поверхностными токами в рамках Мирового океана качественно объясняет сдвиг магнитных полюсов относительно географических, смещение магнитной оси от центра Земли и наличие на земном шаре двух больших областей восточного и западного склонения. Более полная картина аномального магнитного поля может быть получена при вынесении указанной системы токов за рамки Мирового океана, при рассмотрении токов, текущих не только на поверхности, но и в объеме океана, а также при дополнении этой системы током вокруг Азии.

В связи с настоящей работой следует непременно поставить измерения плотности электрических токов в глубинах Мирового океана. Если окажется, что плотность их недостаточна, необходимо будет искать какие-то иные токи, связанные с очертаниями береговой линии материков.

Морской гидрофизический институт
Академии наук СССР

Поступило
2 XI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Умов, Построение геометрического образца потенциала Гаусса, как прием изыскания законов земного магнетизма. 1904. ² П. Н. Лебедев, Магнитометрическое исследование врачающихся тел, Собр. 1, Избр. соч., 1949, стр. 229. ³ П. М. Блэкет, Усп. физ. наук, 39, в. 1 (1941). ⁴ Е. В. Ступченко, ДАН, 62, № 4 (1947). ⁵ В. И. Афанасьев, Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., 11, № 1 (1947).

Общая теория токов склонения в контуре Мирового океана. 2. Контурные токи в магнитных полюсах для случая, когда сила тока в контуре Мирового океана равна $2 \cdot 10^4$ Г·см³. В. И. Афанасьев, Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., 11, № 1 (1947).