

ПОПЫТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ БЛЕКЕТОВСКОЙ ТЕОРИИ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА

Сформулированный недавно Блекетом¹ фундаментальный закон, связывающий магнитный момент вращающегося массивного тела с его моментом количества движения, основан, как известно, на сопоставлении магнитных и угловых моментов Земли, Солнца и звезды 78 Девы. Однако данные, относящиеся к двум последним объектам, содержат значительные погрешности и, будучи связанными с некоторыми более или менее достоверными гипотезами (например, о распределении плотности в теле звезды), не дают оснований для уверенных суждений о справедливости названного закона. Наиболее убедительным, и пожалуй единственным, аргументом в его пользу является пока только поразительное совпадение (по крайней мере по порядку величины) отношений магнитных моментов указанных трёх объектов к их моментам количества движения, при различии самих моментов в 10^{10} раз.

С другой стороны, если этот закон справедлив, он неизбежно должен повлечь за собой ряд фундаментальных следствий, затрагивающих наши основные физические представления, и в первую очередь — развитие теории единого гравитационного и электромагнитного поля. Таким образом, каждая новая возможность проверки этого, отнюдь не доказанного, а скорее угаданного Блекетом закона приобретает исключительно большое принципиальное значение. Именно с этой точки зрения следует подойти к попытке его непосредственной экспериментальной проверки, предпринятой Галесом и Гаугофом².

Эксперимент, поставленный ими, интересен прежде всего тем, что он позволяет обойти основные трудности, присущие методам, предложенным ранее, а именно невозможность осуществления в лабораторных условиях тела, обладающего достаточно большим моментом количества движения, и неизбежность привлечения ряда недостаточно обоснованных гипотез при использовании данных, относящихся к звёздам или планетам.

Идея, принадлежащая, по словам авторов, Баларду, очень проста и основана на том элементарном факте, что различным механизмам возникновения магнитного поля Земли должны соответствовать, вообще говоря, различные законы изменения напряжённости наблюдаемого магнитного поля в функ-

ции глубины погружения наблюдателя в недра Земли. Авторы указывают, что расчёт горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли в функции глубины, произведённый Ранкорном, для случая справедливости закона Блекета и для случая справедливости теорий, объясняющих земной магнетизм процессами, имеющими место в центральном ядре Земли, привёл к следующим выражениям:

$$H_d = H_0 \left\{ 1 - 2 \left(\frac{5\rho_1}{\rho} + 1 \right) \frac{d}{a} \right\} \quad \text{— для теории Блекета}$$

$$H_d = H_0 \left(1 - 3 \frac{d}{a} \right) \quad \text{— для теории центрального ядра.}$$

Здесь H_0 — напряжённость магнитного поля на поверхности Земли, H_d — напряжённость магнитного поля на глубине d , a — радиус Земли, ρ_1 — средняя плотность грунта в слое от поверхности Земли до глубины d и ρ — средняя плотность Земли.

В частности, для глубины $d = 1,5$ км получается

$$H_d - H_0 = -26 \gamma^* \quad \text{— для теории Блекета}$$

$$H_d - H_0 = +11 \gamma \quad \text{— для теории центрального ядра.}$$

Позднее, Чепман³ на основании более строгого рассмотрения, пришёл к несколько отличному выражению для случая справедливости теории Блекета

$$H_d = H_0 \left\{ 1 - 3 \left(\frac{5\rho_1}{k\rho} - 1 \right) \frac{d}{a} \right\},$$

где $k = \frac{I}{I_0}$, I — момент инерции Земли и I_0 — момент инерции шара тех же размеров и массы, но с постоянной плотностью. Принимая $\rho = 5,5$, $\rho_1 = 2,8$ и $k = 0,88$, он получил для $d = 1,5$ км:

$$H_d - H_0 = -21 \gamma.$$

Сразу же очевидно, что хотя эффект и незначителен, но при соблюдении известных предосторожностей вполне поддаётся измерению. К сожалению, сами авторы не смогли обеспечить необходимую тщательность измерений и их результаты следует расценивать как предварительные.

Измерения производились в шахтах с помощью горизонтального магнитометра Шмидта. Трижды (в разные дни) были получены данные для пяти различных точек, средняя глубина которых под средней поверхностью почвы составляла 1,5 км.

Учёт (суточных) вариаций магнитного поля осуществлялся с помощью аналогичного прибора, а находившегося на поверхности.

Основным недостатком измерений является, несомненно, недостаточная устойчивость показаний прибора. Как указывают авторы, показания прибора до и после его опускания под землю различались (с учётом вариаций) на 14, 22 и 32 γ для трёх отдельных дней.

Чтобы учесть пристрастную ошибку, авторы использовали два приёма:

1) Предполагалось, что это различие — результат неточности отсчётов по прибору и $H_d - H_0$ вычислялось, исходя из H_0 , как среднего из значений, полученных до и после погружения прибора в шахту.

2) Предполагалось, что расхождение нарастает линейно со временем. Оба приёма дали почти совпадающие результаты.

Средние для всех пятнадцати измерений $H_d - H_0$ оказались равными:

$$H_d - H_0 = -26 \pm 4 \gamma \quad \text{— в предположении (1),}$$

* Напомним, что $1 \gamma = 10^{-5}$ гаусса. Среднее магнитное поле Земли имеет напряжённость около $5 \cdot 10^4 \gamma$. Вариации составляют обычно несколько десятков, а иногда и тысяч γ .

и

$$H_d - H_0 = -24 \pm 4\gamma - \text{в предположении (2).}$$

Следует сразу же отметить, что столь хорошее согласие результатов измерений с теорией Блекета является кажущимся. Прежде чем производить сопоставление, необходимо учесть влияние местной геологической структуры. По оценкам авторов, в условиях их опытов это влияние должно сказаться в уменьшении абсолютной величины ($H_d - H_0$) минимум на 6γ и максимум на 14γ , т. е. для $H_d - H_0$ получаются значения, заключённые между $-11 \pm 5\gamma$ и $-19 \pm 5\gamma$.

Таким образом, обнаруженное в действительности изменение напряжённости магнитного поля Земли с глубиной свидетельствует против теорий, объясняющих земной магнетизм процессами, происходящими в центральном ядре Земли. Напротив расхождение наблюдаемого значения $H_d - H_0$ с предсказаниями теории Блекета весьма незначительно. Авторы полагают, что это расхождение уменьшится, если произвести более тщательный учёт геологического строения района измерений, а также принять во внимание следующее обстоятельство. В формулах Ганкорна фигурирует глубина, отсчитываемая от среднего уровня поверхности всей Земли. В действительности, в месте наблюдения средний уровень земной поверхности, относительно которого измерялась глубина погружения прибора, возвышается над уровнем моря примерно на 1600 м. Такое локальное искривление земной поверхности и смещение точки отсчёта относительно центра системы должны вызвать некоторое изменение теоретического значения $H_d - H_0$, и именно в сторону уменьшения его абсолютной величины.

Резюмируя, можно сказать, что хотя измерения Галеса и Гаугофа свидетельствуют в пользу теории Блекета, они всё же не могут служить решающим доказательством её справедливости. Вместе с тем путь, намеченный ими, повидимому, является наиболее доступным и многообещающим. Следует ожидать, что тщательные измерения, поставленные на разных глубинах и в разных пунктах земной поверхности, позволят однозначно ответить на вопрос о справедливости теории Блекета.

Г. Розенберг

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. М. С. Блекет, УФН **33**, 52 (1947).
2. A. L. Hales and D. I. Gougeon, Nature **160**, 746 (1947).
3. S. Chapman, Nature **161**, 52 (1948).