

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СУЩЕСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ В ИОНОСФЕРЕ

Как известно, многочисленные аномалии и вариации земного магнитного поля далеко ещё не получили исчерпывающего объяснения. Предлагавшиеся до сих пор теории неизбежно включали в себя элемент гипотетичности, связанный с отсутствием достаточных сведений об электрических токах, имеющих место в твёрдой, жидкой и газообразной оболочках нашей планеты. Существенный шаг вперёд был сделан недавно В. В. Шулейкиным¹, показавшим, что электрические токи в океанах играют важную роль в образовании ряда особо значительных аномалий магнитного поля Земли (смещение полюсов, связь с береговой линией). Вместе с тем гармонический анализ суточных вариаций, наблюдаемых у земной поверхности, уже давно показал, что основной источник переменного поля, ответственного за эти вариации, располагается над земной

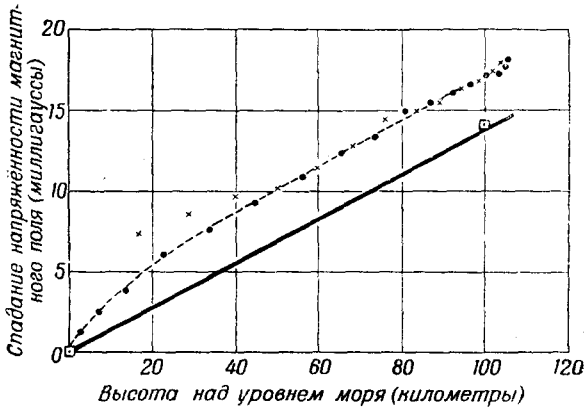


Рис. 1.

поверхностью. В литературе рассматривались различные возможности возникновения переменного магнитного поля внеземного происхождения, но наиболее вероятным источником суточных вариаций представлялись различного рода электрические токи, могущие, вообще говоря, иметь место в высоких слоях атмосферы. Хотя предположение о существовании ионосферных токов казалось правдоподобным, а различные механизмы, могущие вести к их возникновению, неоднократно подвергались детальному обсуждению, сам факт их существования оставался гипотетическим и не находил сколько-нибудь убедительного экспериментального подтверждения. Такое подтверждение существования ионосферных токов и их влияния на магнитное поле Земли было получено авторами реферируемой работы².

В описываемых опытах непосредственно измерялась напряжённость магнитного поля на различных высотах вплоть до 105 км над уровнем моря. Измерения велись с помощью магнетометров, поднимаемых на соответствующую высоту ракетой. Подъёмы совершались на побережье Перу вблизи 89° западной долготы и 11° южной широты, что соответствует 341° геомагнитной долготы и —1° геомагнитной широты. Выбор пункта, расположенного вблизи геомагнитного экватора, был особенно благоприятен для обнаружения ионосферных токов, поскольку применявшийся магне-

тометр давал возможность определять только абсолютную величину напряжённости поля, безотносительно к его направлению, а поле предполагаемых ионосферных токов должно было быть в этих условиях параллельным основному земному полю. Вместе с тем избранный район отличается аномально большими суточными вариациями.

Всего было совершено два подъёма: 17 марта 1949 г. в 17 ч. 20 м. и 22 марта того же года в 11 ч. 20 м. (время 90-го меридиана). Полученные результаты показаны на рис. 1 и 2, изображающих спадание напряжённости поля (в миллигауссах) как функцию высоты подъёма магнетра. Кружками изображены данные, полученные при подъёме, а крестиками — при спуске ракеты. Шлошная линия соответствует убыванию

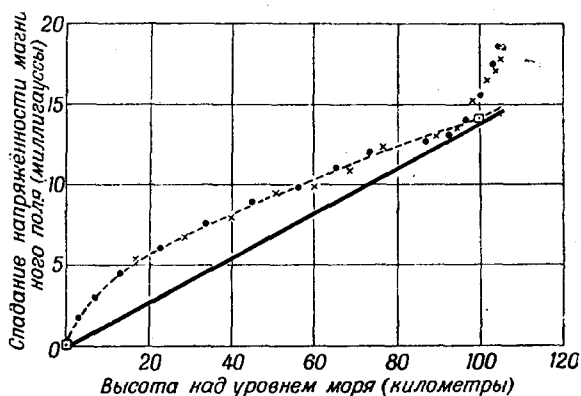


Рис. 2.

поля по закону обратной пропорциональности кубу расстояния (поле диполя). Оба подъёма выявили отчётливые отклонения от этого закона на малых высотах. Эти отклонения можно предположительно приписать наличию местной аномалии вблизи земной поверхности. Никаких других данных о существовании в указанном районе такой аномалии не имеется, однако подобные аномалии наблюдались в ряде других районов Тихого океана. Пунктирные кривые на рис. 1 и 2 указывают спадание напряжённости поля, которого следует ожидать, если учесть влияние этой поверхностной аномалии.

Измерения рис. 1 проводились в условиях, когда суточные вариации у поверхности Земли были очень слабы. Экспериментальные точки хорошо ложатся на кривую, соответствующую полю диполя (с поправкой на поверхностную аномалию), и следовательно, в исследованном интервале высот отсутствуют области со сколько-нибудь заметными электрическими токами.

Оценка точности измерений показывает, что ошибка не превышает ± 1 миллигаусса.

В отличие от первого подъёма, во время подъёма 22 марта (рис. 2) суточные вариации у поверхности Земли были близки к максимуму.

В этом случае в интервале высот от 93 до 105 км наблюдается резкое спадание напряжённости поля, составляющее (за вычетом регулярного спадания, соответствующего полю диполя с учётом поверхностной аномалии) $4 \pm 0,5$ миллигауссов. Это спадание не может быть отнесено за счёт источника, расположенного внутри Земли, и должно быть приписано проникновению ракеты в глубь слоя, в котором имеют место электрические токи.

Если бы магнетометр проник через всю область, заполненную токами, то изменение напряжённости магнитного поля должно было бы быть примерно вдвое больше, чем суточные вариации, наблюдаемые у земной поверхности.

Сопоставление результатов подъёма 22 марта с магнетограммой обсерватории в Гуанкайо (Перу) показало, что здесь имеется разумное согласие, хотя аккуратное сопоставление было затруднено магнитной бурей, развивавшейся в течение недели, когда осуществлялись подъёмы. Поскольку ракета, очевидно, не пронизала слой токов полностью, полученное изменение магнитного поля (4 миллигаусса) в интервале 93—105 км представляется излишне большим. Авторы полагают, что это может быть обусловлено сильно возмущёнными магнитными условиями в день подъёма. Во всяком случае описываемые опыты доказывают существование системы токов в области слоя E ионосферы, а также связь этих токов с суточными вариациями, наблюдаемыми у поверхности Земли. Тем самым теории земного магнетизма, опирающиеся на предположение о существовании таких токов, получают серьёзное обоснование. Авторы справедливо замечают, что дальнейшие подъёмы ракет с целью исследования ионосферных токов смогут внести существенную ясность в вопрос о магнитном поле Земли.

Г. Розенберг

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Шулейкин, ДАН 76, 57 (1950). См. также УФН 44, вып. 4, 616 (1951).
2. E. Maple, W. A. Bowen, Jr. and S. F. Singer, Phys. Rev. 82, 957 (1951).