

## О СВОЙСТВАХ СИЛЫ ЛОРЕНЦА В ЕСТЕСТВЕННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

В.В. Аксенов

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Рассматриваются свойства силы Лоренца в естественном электромагнитном поле Земли. Сформулированы и доказаны теоремы существования тороидальных несиловых магнитных полей, зануляющих силу Лоренца. Указаны источники этих полей, записаны исходные уравнения геофизической электродинамики с учетом силовых и несиловых электромагнитных полей на Земле.

**Ключевые слова:** сила Лоренца, несиловые электромагнитные поля, общие уравнения электромагнитного поля Земли.

### Введение

В 1956 г. в научной литературе появилась статья С. Чандрасекара [1] «О свободных от силы магнитных полях», в которой поставлена по существу проблема силы Лоренца. Эта проблема состоит в том, что в природе вероятно могут существовать магнитные поля, сила Лоренца в которых равна нулю:

$$[\mathbf{j} \times \mathbf{B}] = 0. \quad (1)$$

Здесь  $\mathbf{j}$  – вектор плотности тока;  $\mathbf{B}$  – вектор магнитной индукции. Равенство в (1) справедливо в том случае, если направления вектора плотности тока  $\mathbf{j}$  и вектора магнитной индукции  $\mathbf{B}$  совпадают по направлению в векторном произведении (1), в то время как соотношение для силы Лоренца, согласно уравнениям Максвелла, всегда больше нуля из-за ортогональности векторов  $\mathbf{j}$  и  $\mathbf{B}$ :

$$[\mathbf{j} \times \mathbf{B}] > 0. \quad (2)$$

### О свойствах силы Лоренца

Доказать соотношение (1) оказалось сложно как теоретически, так и экспериментально из-за отсутствия нужных соотношений в уравнениях Максвелла и отсутствия в технической физике необходимых на этот счет экспериментов. Теоретическая модель магнитных полей, параллельных вектору плотности тока, возникла практически одновременно с работами [1, 2]. Эти поля были названы тороидальными. Необходимо было доказать, что они параллельны направлению вектора плотности тока, существуют в природе, найти их источники и экспериментальное подтверждение. Согласно публикации [3], в космических магнитных полях могут существовать тороидальные и полоидальные магнитные поля, но к этим полям применимость стандартных уравнений Максвелла не доказана [3].

### О пределах применимости уравнений Максвелла

Возникает проблема доказательства пределов применимости стандартных уравнений Максвелла.

**Теорема 1.** *Пределы применимости стандартных уравнений Максвелла ограничиваются технической физикой и любыми экспериментами с магнитными полями на Земле в связи с малыми значениями критерия подобия – магнитного числа Рейнольдса  $Re_m = L\mu\sigma|\mathbf{V}|$ .*

Здесь  $L$  – характерный размер области с магнитным полем;  $\mu$  – магнитная проницаемость;  $\sigma$  – удельная проводимость;  $\mathbf{V}$  – вектор скорости движения одной координатной системы относительно другой.

На Земле  $Re_m = L\mu\sigma|\mathbf{V}| \sim 1$  из-за малых значений параметра  $L$ . В [4] обсуждены эффекты на Земле в естественном электромагнитном поле (в главном геомагнитном поле и поле его вариаций – переменной части). Эти эффекты явно не отвечают уравнениям Максвелла, так как упомянутый выше критерий подобия для них находится на уровне  $10^3$ – $10^5$  ед. из-за больших значений параметра  $L$  [3]. Следовательно, необходима корректировка основных соотношений известной электродинамики с целью учета гидромагнитных эффектов.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>