

# ОБ УРАВНЕНИЯХ МАКСВЕЛЛА, ВЕКТОРЕ ПОЙНТИНГА И ОПЫТАХ ГЕРЦА

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: [kulakovvlge@gmail.com](mailto:kulakovvlge@gmail.com)

Данная статья продолжает тему о предрассудках, связанных с классической электродинамикой. В статье рассматривается предрассудок о том, что правильность гипотезы Максвелла об электромагнитных волнах была доказана опытами Герца.

Предрассудки – это взгляды или мнения, основанные на неточном знании и принимаемые на веру со слов других людей. Предрассудок о том, что правильность гипотезы Джеймса Максвелла об электромагнитных волнах якобы была доказана опытами Генриха Герца, сформировался в конце XIX века и до сих пор широко распространен.

Между тем, результаты экспериментов Герца с излучающим волну вибратором явно **противоречили** гипотезе Максвелла: когда разность потенциалов на концах вибратора становилась максимальной, сила тока в излучающей антенне равнялась нулю и напряженность магнитного поля вблизи поверхности вибратора также становилась нулевой.

Допущенные Максвеллом ошибки были связаны с идеей всеобщего равноправия, пережившей крах Великой французской революции и продолжавшей в XIX веке все шире распространяться по Европе: Максвелл попытался в предложенной им системе уравнений сделать абсолютно равноправными электрическое и магнитное поле.

Рассмотрим для начала историю разработки Максвеллом теории электромагнитного поля.

Уравнения Максвелла – это система уравнений, описывающих электромагнитное поле. Первый вариант системы уравнений для электрического и магнитного полей Максвелл опубликовал в 1855 году. Уравнения в этой системе были записаны в дифференциальной форме и не позволяли связать между собой заряды и токи.

Во втором варианте системы, предложенном в 1862 году, Максвелл ввел ток смещения, чтобы связать токи и заряды уравнением непрерывности.

Именно ток смещения вызвал (и продолжает вызывать до сих пор) ожесточенные споры в научной среде.

В 1864 году Максвелл опубликовал окончательную версию своей системы из **двадцати** скалярных уравнений и сформулировал понятие электромагнитного поля.

Далее ситуация развивалась следующим образом:

- 1873 год – Максвелл издал двухтомный трактат об электричестве и магнетизме, содержащий, в частности, уравнения, описывающие электромагнитное поле (указанный трактат сразу же стал подвергаться резкой критике со стороны современников за довольно сумбурное изложение материала);
- 1874 год – Умов ввел в теоретическую физику общее представление о потоке механической энергии в пространстве для упругих сред и вязких жидкостей;
- 1884 год – Пойнтинг разработал представление о плотности потока электромагнитной энергии;
- 1887 год – Герц опубликовал первую статью об электромагнитных колебаниях.

Здесь следует также отметить, что Максвелл в своих публикациях представил уравнения в громоздком компонентном виде. Современная форма уравнений появилась в 1884 году благодаря Хевисайду, Герцу и Гиббсу, которые переписали систему Максвелла в векторном виде.

Интересно, почему до сих пор специалисты по радиоэлектронике уверены, что Максвелл и его последователи в процессе работы не допустили ни единой ошибки?

Систему уравнений, описывающую электромагнитное поле, Максвелл вывел чисто теоретически, задолго до того, как Герц начал проводить натурные эксперименты с радиоволнами. В результате для плоской волны Максвелл получил абсурдный результат: он полагал [1], что значения электрического смещения и магнитной силы одновременно друг с другом достигают максимальных значений и обращаются в ноль также одновременно (рисунок 1).

В современных учебниках этот график изображают несколько иначе, он повернут на 90 градусов против часовой стрелки, но от этого не становится менее нелепым.

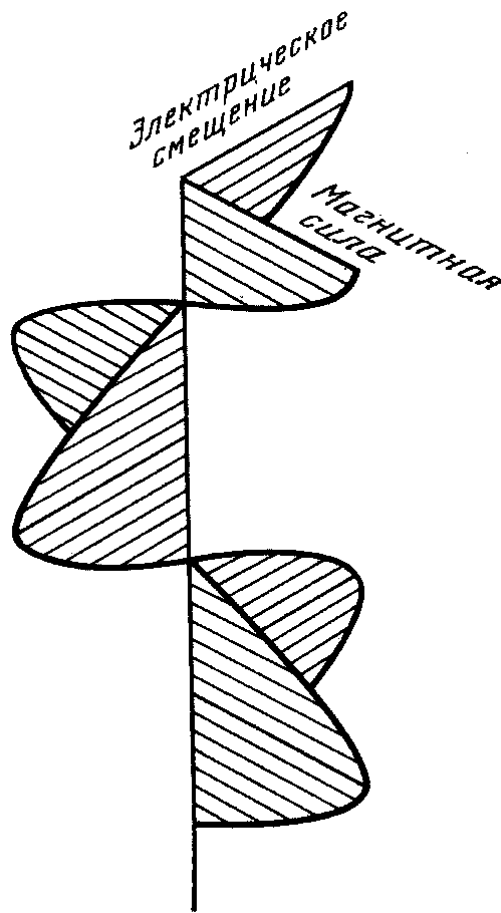


Рисунок 1. Представление Максвелла об электромагнитной волне

Если в системе одно из уравнений некорректно, то оно дискредитирует всю систему в целом, а также все выполненные на основе этой системы расчеты.

В современной электродинамике и радиотехнике при построении математических моделей часто используется вектор Пойнтинга.

Вектор Пойнтинга – это вектор плотности потока энергии электромагнитного поля, который можно определить через векторное произведение вектора напряжённости электрического поля  $E$  и вектора напряжённости магнитного поля  $H$ .

Процесс вычисления вектора Пойнтинга целиком опирается на систему уравнений, предложенную Максвеллом, а в соответствии с этой системой модуль вектора напряженности электрического поля и модуль вектора напряженности магнитного поля одновременно достигают максимума, затем одновременно обращаются в ноль и так далее.

Уже после опытов Герца было очевидно, что уравнение Максвелла, в котором энергия электрического и энергия магнитного поля оказались связаны

коэффициентом пропорциональности, составлено некорректно и не соответствует результатам экспериментов. А если уравнения Максвелла некорректны, то некорректны и все модели физических явлений, построенные с использованием вектора Пойнтинга.

Как можно исправить сложившуюся ситуацию?

Попробуем следовать принципу Декарта: «Все подвергать сомнению!».

В таком случае начинать надо не с уравнений, а с самого базового утверждения, гласящего, что радиоволна – это электромагнитная волна.

Если присмотреться повнимательнее к конструкциям различных электронных устройств и приборов, то можно заметить, что инженеры всегда работают с радиоволной как с магнитной волной, порождающей переменный ток в проводниках.

А что, если Максвелл перемудрил при разработке математической модели?

Что, если радиоволна – это чисто магнитная волна?

Тогда получается, что уже более ста пятидесяти лет (если вести отсчет начиная лично с самого Максвелла) ученые и инженеры мучают сами себя, выполняя в процессе вычислений много лишних математических операций.

### **Список использованной литературы**

1. Максвелл Дж. К. Трактат об электричестве и магнетизме. В двух томах. Т. II. – М.: Наука, 1989. – 436 с.
2. Кулаков В.Г. О предрассудках классической электродинамики // Символ науки. 2016. №6, ч. 1. С. 13-18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-pedrassudkah-klassicheskoy-elektrodinamiki>.
3. Кулаков В. Г. Задача о магните, вращающемся в абсолютной пустоте. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200302093726.pdf> (дата обращения: 2.03.2020).
4. Кулаков В.Г. Имитация поля вращающегося магнита при помощи рамочных антенн. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200525085323.pdf> (дата обращения: 25.05.2020).
5. Кулаков В.Г. О некоторых особенностях магнитного поля, вращающегося с высокой угловой скоростью. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/201025071553.pdf> (дата обращения: 25.10.2020).