

ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Теорию электромагнитного поля начал разрабатывать Джеймс Максвелл в середине XIX века. В процессе разработки этой теории он выдвинул идею о существовании тока смещения и записал систему уравнений, описывающую поперечную электромагнитную волну [1]. С тех пор принято считать, что радиоволны – это обязательно поперечные волны.

Поперечные волны в некоторой среде существуют, а продольные – нет?
Неправдоподобно!

Рассмотрим для начала ситуацию, изображенную на рисунке 1, при условии, что передатчик и приемник используют в качестве антенн укороченные дипольные вибраторы, размеры которых намного меньше длины волны.

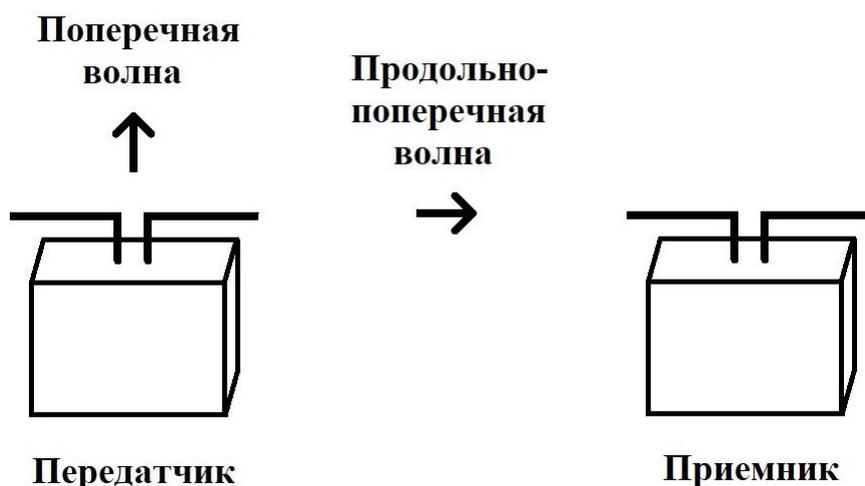


Рисунок 1. Упрощенная схема эксперимента с укороченными вибраторами

Примитивный укороченный вибратор можно изготовить, например, на основе ферритового кольца. На рисунке 2 изображен подобный вибратор, предназначенный для работы на частоте 50 МГц: 14 витков медного эмалированного провода диаметром 0,9 мм намотано на сердечник ферритовый кольцевой М30ВН 20×10×5 мм, а концы этого провода, каждый длиной 210 мм, образуют вибратор. Сигнал подается на вторичную обмотку или снимается с вторичной обмотки, содержащей 1 виток, при помощи витой пары проводов.



Рисунок 2. Укороченный вибратор на основе ферритового кольца

Передающую антенну можно подключить к высокочастотному генератору [2], а для регистрации сигнала использовать мультиметр, подключенный к приемной антенне через приставку на основе микросхемы AD8361, вырабатывающей постоянное напряжение, пропорциональное амплитуде входного сигнала [3].

В ситуации, показанной на рисунке 1, когда укороченные вибраторы приемника и передатчика ориентированы вдоль общей оси, наблюдается прием радиосигнала. Какой вид в данном случае имеет волна, поступающая на антенну приемника?

Можно предположить, что мы имеем дело с продольно-поперечной волной, изображенной на рисунке 3: колебания тока смещения I происходят вдоль направления распространения волны, а магнитное поле имеет вихревую форму. Длина волны на рисунке обозначена символом λ .

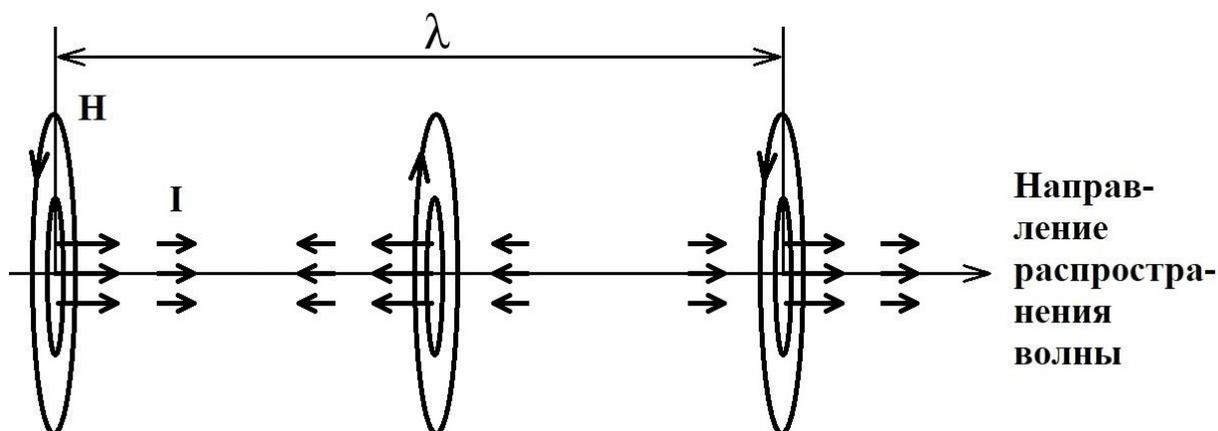


Рисунок 3. Продольно-поперечная волна с колебаниями тока смещения вдоль направления распространения волны

К сожалению, в следствие увеличения потерь энергии в ферритовом кольце при повышении частоты, на частотах выше 50 МГц укороченные вибраторы, похожие на тот, что изображен на рисунке 2, не работоспособны.

Рассмотрим теперь другой вариант, когда в качестве антенн используются проволочные рамки, а радиоволна направлена вдоль оси, проходящей через центры рамок и перпендикулярной плоскостям, в которых расположены рамки (рисунок 4).

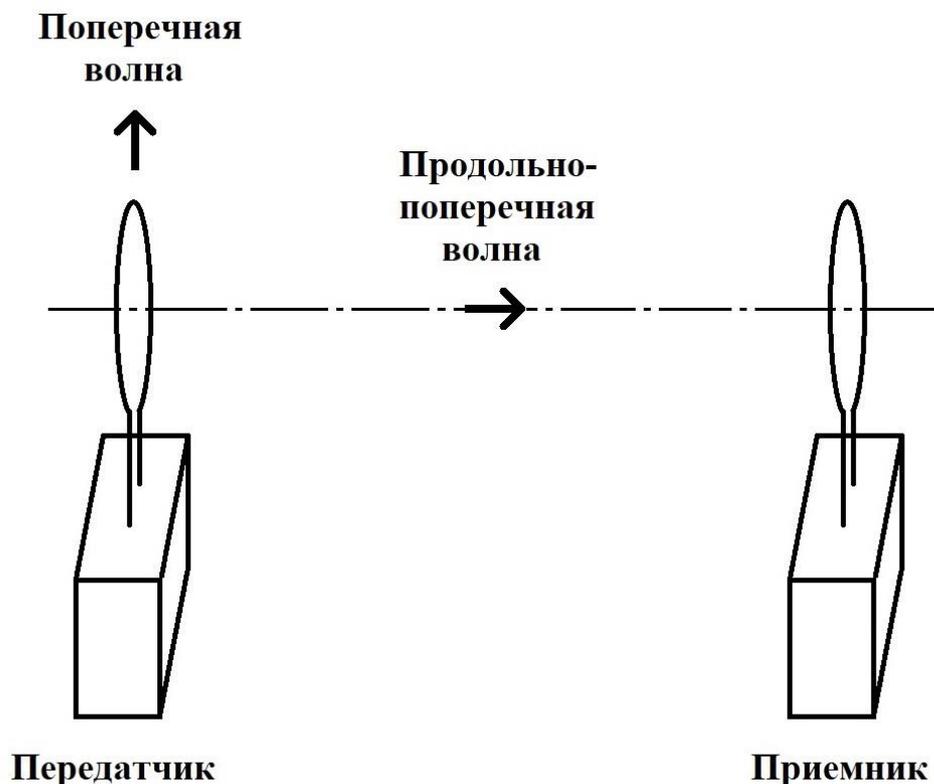


Рисунок 4. Упрощенная схема эксперимента с проволочными рамками

Прием радиосигнала в этом случае наблюдается при условии, что размеры рамок много меньше длины волны. Какой вид имеет волна, поступающая на антенну приемника?

Можно предположить, что мы имеем дело с продольно-поперечной волной, изображенной на рисунке 5: колебания напряженности магнитного поля H происходят вдоль направления распространения волны, а ток смещения I имеет вихревую форму.

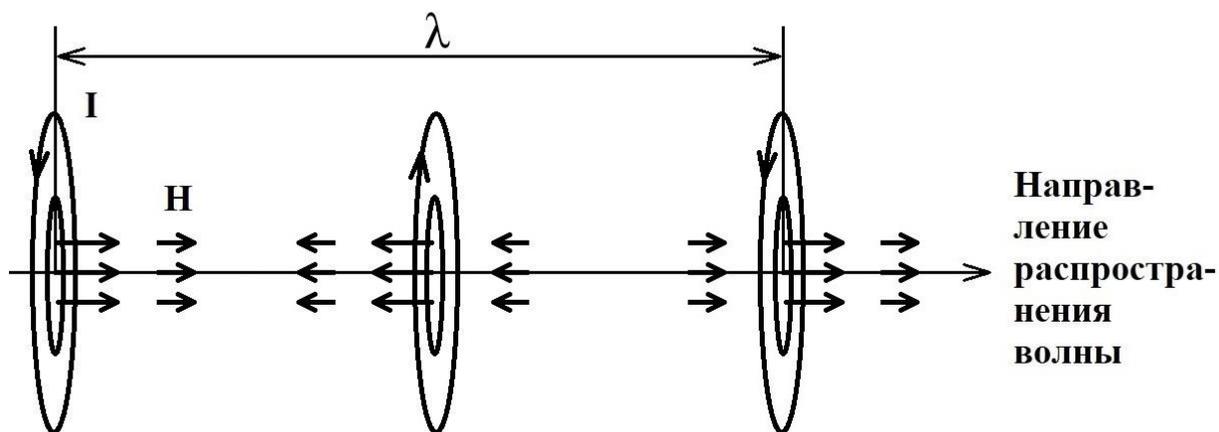


Рисунок 5. Продольно-поперечная волна с колебаниями напряженности магнитного поля вдоль направления распространения волны

Список использованной литературы

1. Максвелл Д.К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1952. – 686 с., ил.
2. Кулаков В.Г. Высокочастотный генератор синусоидального сигнала с частотой 50 МГц и амплитудой 6 В. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/230322064918.pdf> (дата обращения: 22.03.2023).
3. Кулаков В.Г. Приставка к мультиметру для сравнения интенсивности электромагнитного излучения. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/230401070842.pdf> (дата обращения: 01.04.2023).

© В.Г. Кулаков, 2023