

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Ёлочкин Сергей Владимирович

Аннотация. Изучение процесса распространения электромагнитных волн в воздухе и экспериментальное определение скорости волн, используя их длины и частоты.

Ключевые слова: Генератор высокочастотных электромагнитных колебаний, излучающие антенны, приёмная антенна, осциллограф, интерференция волн, электрическое переменное поле шарового конденсатора.

Введение.

Все имеющиеся источники электромагнитных волн имеют как скорости распространения волн, так и именно поперечные (по отношению к направлению) распространение этих волн, электрических и магнитных составляющих их.

Как известно, скорость распространения электромагнитной волны давно известно. Можно использовать лабораторную работу для определения скорости распространения электромагнитной волны.

Первый вариант.

Определение скорости распространения электромагнитной волны

Приборы и материалы: *генератор высокочастотный (желательно не менее 3ГГц), осциллограф (то же), 3 антенны (две излучающие, третья приёмная), разветвитель (возможно отдельные кабели к антеннам, при более одного канала), линейка (не токопроводная, можно деревянная).*

Рассмотрим схему настольной установки. Используется две излучающие антенны, Антенна1 и Антенна2, подключённые к генератору, и приёмная Антенна3, подключённая к осциллографу. На деревянной линейке Антенна1 установлена неподвижно. Антенна2 можно передвигать дальше или ближе, находящейся слева от Антенна1. Приёмная Антенна3 также, желательно, неподвижна, находится слева от Антенна1 (см. **Рис. 1**).

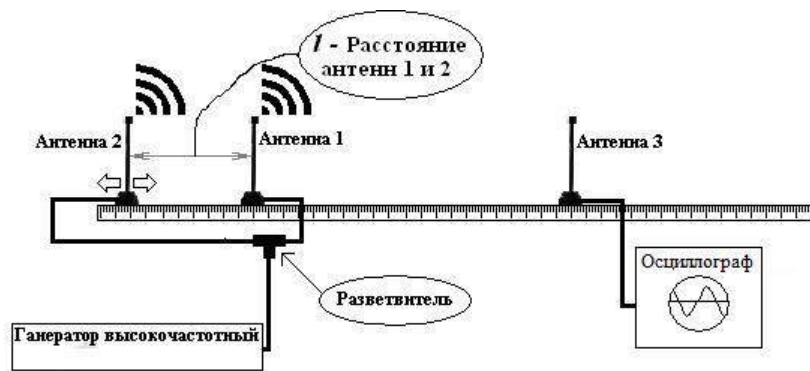


Рис. 1 Схема настольной установки.

Разумеется, придётся воспользоваться такими частотами, которые будут излучать электромагнитные волны с длиной от 10 до 30 см (чтобы всё входило буквально на рабочем столе). В этом случае, потребуются соответствующие высокочастотный генератор и осциллограф, максимальная частота = 3ГГц. В этом случае, длина волны будет соответствовать $\lambda=10$ см.

Расстояния излучающих антенн, Антенна1 и Антенна2, будем использовать значение l в длинах волн λ . В таком случае, происходит интерференция двух синфазных источников электромагнитных волн. Если расстояния антенн 1 и 2 составляют $l=0.5\lambda$, то на Антенна3 падает минимальную амплитуду волн. А если расстояния антенн 1 и 2 составляют $l=\lambda$, то на Антенна3 падает максимальную амплитуду волн. Т.е. когда расстояния между источников составляют **чётное** число полуволн, то амплитуда на Антенна3 будет максимальна, а **нечётное** число полуволн, то амплитуда на Антенна3 будет минимальна.

Как известно, длина волны равна отношению скорости света к частоте (см. ф.1).

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (1)$$

Таким образом, измерение скорости света в соответствии с (ф.2)

$$c = \lambda \nu \quad (2)$$

В том случае, что максимальная и минимальная амплитуды находятся после передвижения Антенна2, то расстояния антенн 1 и 2 составляют $l = 0.5\lambda$, следовательно получается (ф.3)

$$c = 2l\nu \quad (3)$$

Можно посмотреть, как выглядят интерференционные картины, в зависимости распространения поперечных волн от расстояний антенн 1 и 2 (см. на Рис. 2).

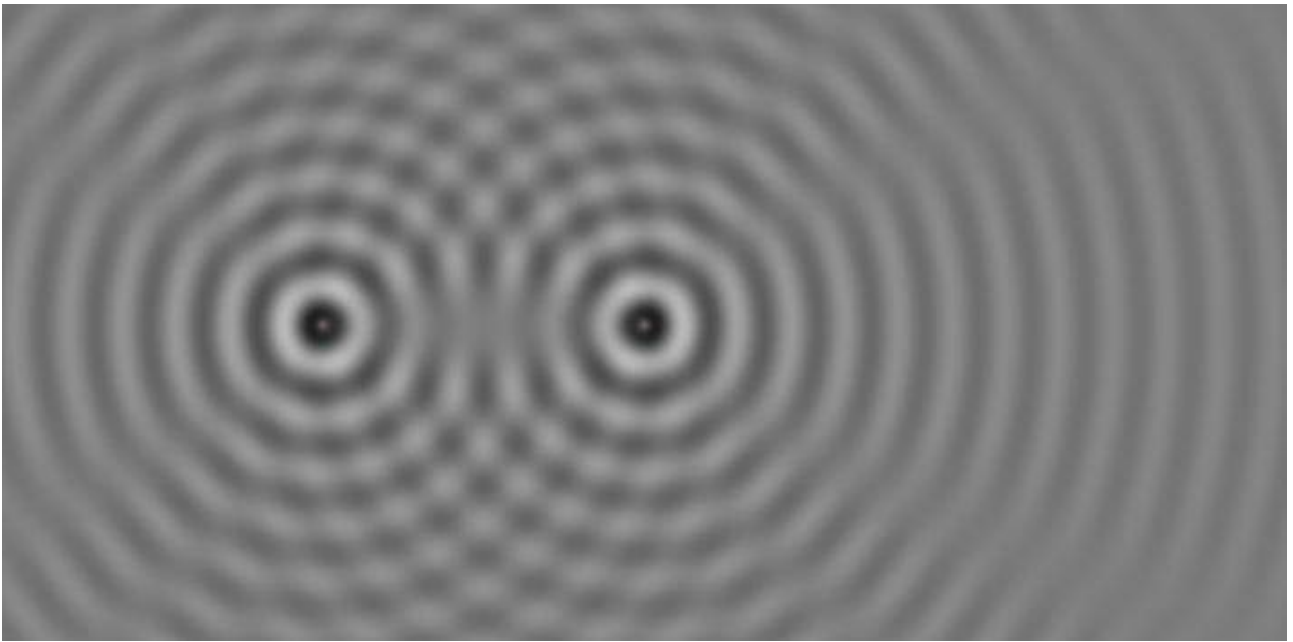


Рис. 2 Интерференция двух источников.

Для получения более наглядного изображения (Рис. 2), будем рассматривать не одно из конкретных моментов поперечных волн, а огибаемую линию амплитуды волн (см. Рис. 3).

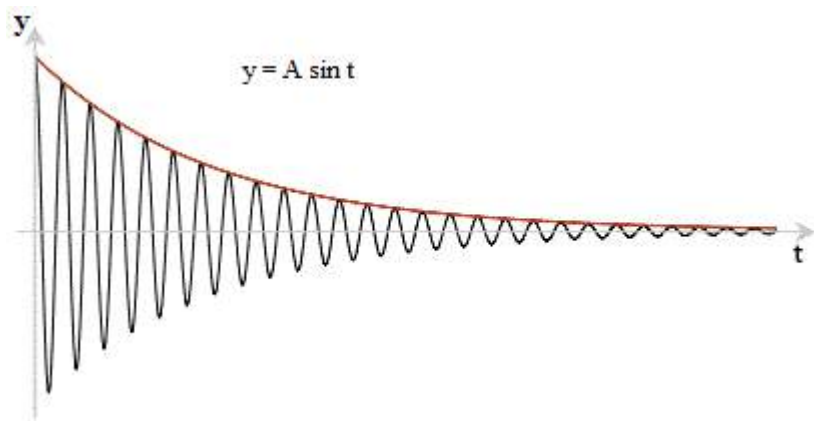


Рис. 3 Изображение огибающей линии синусоиды.

Используя это, теперь можно посмотреть, как будут выглядеть интерференционные картины, в зависимости амплитуд от расстояний антенн 1 и 2 при именно синфазных волн (см. на Рис. 3.1 – 3.9).



Рис. 3.1 $l = 0.5 * \lambda$

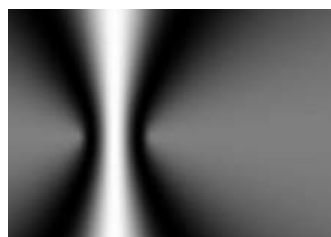


Рис. 3.2 $l = 0.75 * \lambda$

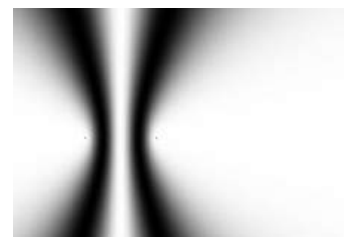


Рис. 3.3 $l = \lambda$

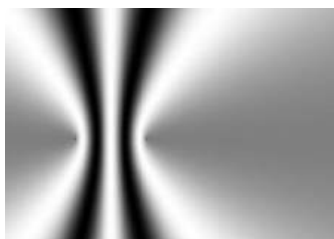


Рис. 3.4 $l = 1.25 * \lambda$

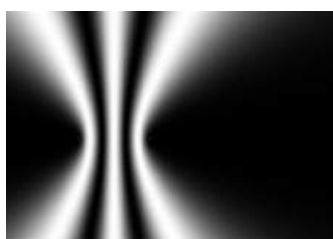


Рис. 3.5 $l = 1.5 * \lambda$

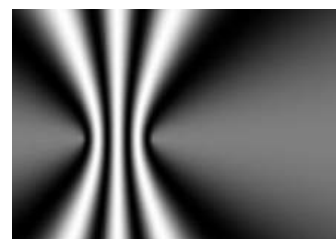


Рис. 3.6 $l = 1.75 * \lambda$

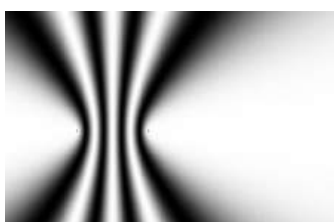


Рис. 3.7 $l = 2 * \lambda$

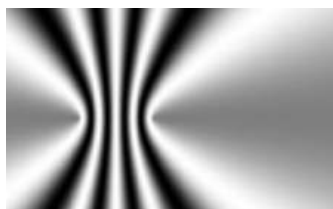


Рис. 3.8 $l = 2.25 * \lambda$

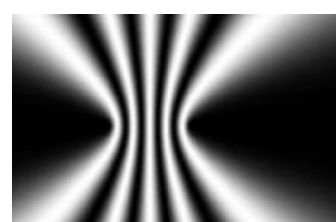


Рис. 3.9 $l = 2.5 * \lambda$

Если же источники имеют противофазных источников, то когда расстояния между источников составляют **чётное** число полуволен, то амплитуда на Антенна3 будет минимальна, а **нечётное** число полуволен, то амплитуда на Антенна3 будет максимальна. Можно посмотреть, как выглядят интерференционные картины, в зависимости амплитуд от расстояний антенн 1 и 2 при именно противофазных волн (см. на Рис. 4.1 – 4.9).



Рис. 4.1 $l = 0.5 * \lambda$

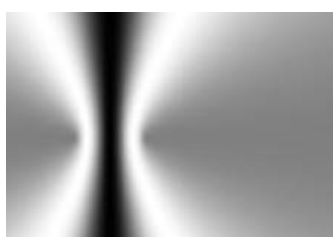


Рис. 4.2 $l = 0.75 * \lambda$

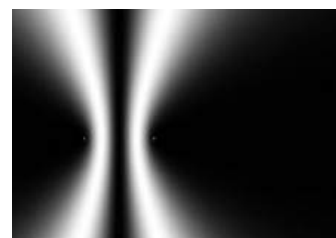


Рис. 4.3 $l = \lambda$

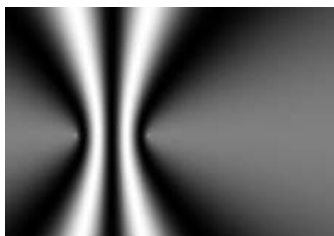


Рис. 4.4 $l = 1.25 * \lambda$

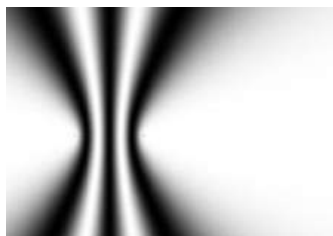


Рис. 4.5 $l = 1.5 * \lambda$

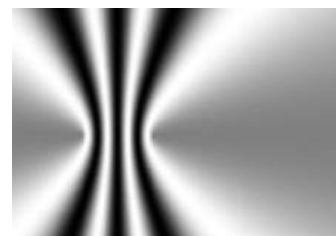


Рис. 4.6 $l = 1.75 * \lambda$

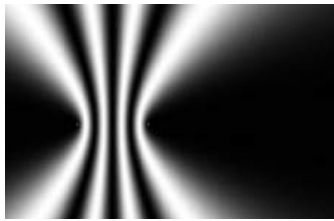


Рис. 4.7 $l = 2 * \lambda$

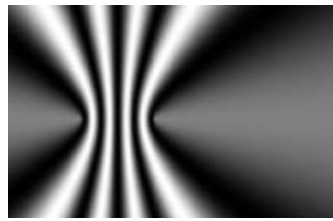


Рис. 4.8 $l = 2.25 * \lambda$

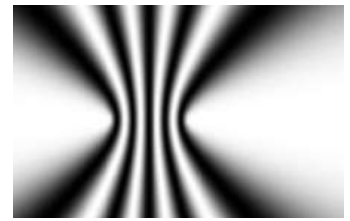


Рис. 4.9 $l = 2.5 * \lambda$

Таким образом, передвигая Антенна2, можно увидеть на осциллографе как минимальную, так и максимальную амплитуду.

С другой стороны, если зафиксировать положение Антенна2, можно изменять частоту на генераторе, что всё будет выглядеть точно так же.

Как указано в [1], в качестве антенн используются диполи. Там же имеются и все необходимые формулы.

И всё вышеуказанное справедливо для именно поперечных колебаний распространения электромагнитных волн.

А теперь давайте рассмотрим продольные колебания, если они при этом существуют.

Второй вариант.

Рассмотрим переменного электрического поля.

Схема настольной установки, указанная выше, практически ничем не должна отличаться, кроме антенн. На Рис. 5 изображена антенна, которая будет собираться в процессе.

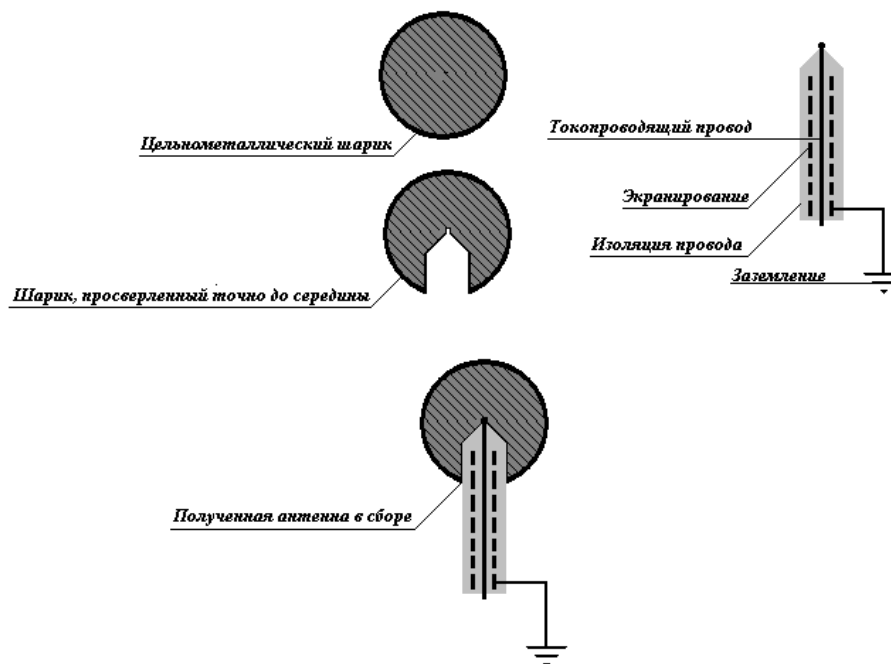


Рис. 5

Таким образом, экранированный провод не излучает никакой ток. Металлический же шарик, будет иметь только электрический потенциал. Причём этот шарик будет иметь потенциал, изменяющийся как заряд, т.е. и положительный и отрицательный. Следовательно, Антенна1 и Антенна2, подключённые к генератору, будут источниками переменных электрических потенциалов, а Антенна3, подключённая к осциллографу, будет в качестве потенциометра.

При полученной схеме, когда изменяются расстояния м/у Антенна1 и Антенна2, возникают принципиальные вопросы:

1. Возможны ли колебания электрических продольных волн?
2. Возможна ли интерференция электрических продольных волн?
3. Если это возможно, каковы будут длина волны и скорость распространения сигнала электрических продольных волн?

Если все результаты во втором варианте совпадут с первым, следовательно всё прекрасно.

Если же вдруг не совпадут, результаты будут фееричны.

Заключение.

Если вспомнить, скорость распространения поперечных волн в воде (на поверхности воды) составляет, приблизительно, 40 см/сек. Скорость же распространения продольных волн в воде (т.е. скорость звука в воде) составляет, приблизительно, 150000 см/сек.

Возникает крайне интересно, получатся ли колебания электрических продольных волн.

Следовательно, надо обязательно провести лабораторные работы обоих вариантов.

С уважением,

Ёлочкин Сергей Владимирович

Список литературы:

1. «Энергия и скорость электромагнитной волны», Урок 4-й из серии уроков на тему «Электромагнитные волны». См. № 24/08; 2, 4/09
2. Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев. – М.: Просвещение, 2004.
3. Касьянов В.А. Физика. 11 кл.: Учебн. для 11 кл. общеобразоват. учеб. заведений. – М.: Дрофа, 2002.
4. «Справочный по математике (для научных работников и инженеров)», Корн Г., Корн Т. Издательство «Наука», Москва, 1972 г.
5. «Вращения галактики противоречит тёмной материи», С.В.Ёлочкин, Международный

научный журнал «Наука через призму времени» №2 (11) 2018,
<http://www.naupri.ru/journal/640>

6. «Прецессия параллакса, искривление световых лучей и Общая Теория Относительности», С.В.Ёлочкин, Международный научный журнал «Наука через призму времени» №3 (12) 2018, <http://www.naupri.ru/journal/719>
7. «Радикальное изменение экспериментальной проверки вывода П.Н.Лебедева о существовании давления света», С.В. Ёлочкин. Международный научный журнал «Наука через призму времени», №4 (13), 2018, <http://www.naupri.ru/journal/764>
8. «Двустороннее функциональное преобразование в СТО», С.В. Ёлочкин, Международный научный журнал «Наука через призму времени», 2018, №6 (15), <http://www.naupri.ru/journal/1002>