

§32 Волновое уравнение для электромагнитных волн

Глава 3
Электричество и магнетизм

Утверждение о существовании электромагнитных волн является следствием уравнений Максвелла. Для примера рассмотрим среду (ϵ, μ) , не содержащую свободных электрических зарядов и токов. Система примет вид:

$$(1) \quad (3)$$

$$(2) \quad (4)$$

Из уравнений (1) и (2) следует взаимосвязь между компонентами векторов напряженностей полей

Пусть изменяется со временем компонента магнитного поля H_z , тогда порождается компонента электрического поля E_y (1).

Изменяющаяся со временем компонента E_y
порождает компоненту магнитного поля H_z (2).

Продифференцируем уравнения по
координате и времени

Исключая компоненту H_z , получаем дифференциальное уравнение для компоненты E_y .

Получили волновое уравнение

Решением волнового уравнения является уравнение
плоской монохроматической волны

Фазовая скорость электромагнитной
волны и показатель преломления равны

Найдем взаимосвязь векторов напряженностей.
Подставим в уравнения для компонент
уравнения плоской волны.

Получили после дифференцирования:

Поделив части уравнения, получаем

Амплитуды напряженностей полей волны
связаны соотношением

Аналогично связаны и значения напряженностей полей в любой момент времени.