***Лекция 1***

***Основы теории электромагнитного***

***поля.***

1.1. Информативность различных диапазонов волн.

1.2. Диапазон сверхвысоких частот (СВЧ).

1.2.1. Особенности СВЧ диапазона.

1.3. Поля или цепи ? Условие квазистационарности.

1.4. Векторные характеристики электромагнитного

поля.

1.5. Материальные уравнения среды.

1.6. Методы описания физических явлений и расчета

устройств СВЧ.

***1.1. Информативность различных диапазонов волн.***

В последнее время все большее количество людей переходят из сферы материального производства в сферу обработки, хранения и передачи информации. Информацию можно излучать, либо передавать по кабельным линиям, волноводам, световодам и т.д. Количество информации непрерывно растет. Ограничением является количество каналов. Любой канал может передать только определенную информацию.

тф

музыкальная передача

газета

ТВ

20кГц f

240 МГц

6 МГц

Рассмотрим диапазоны метровых волн (КВ). λ = 10 ÷ 100 [м], f = 30 ÷ 3 [МГц], Δf = 27 Мгц. Если в этом диапазоне вести телевидение, то можно организовать четыре канала или 6000 телефонных каналов.

*Диапазон УКВ*.

λ = 1 ÷ 10 [м], f = 300 ÷ 30 [МГц], Δf = 270 Мгц

число телевизионных каналов - 40

число телефонных каналов - 6\*104

Сантиметровый диапазон:

λ = 1 ÷ 10 см, f = 30 ÷ 3 ГГц, Δf = 27 ГГц ⇒

nтелев. = 4000, nтелеф. = 6\*106

Миллиметровый диапазон λ = 1÷ 10 мм, f = 30-300 ГГц, ∆f ≅ 270 ГГц, nтв ≅ 4 . 104, nтф = 6 . 107

Если посмотреть на оптический диапазон λ = 0,3 ÷ 3 мкм, f = 105 – 106 ГГц, Δf = 9 . 105 ГГц. nтв ≈ 1,5 . 108, nтф ≈ 2 . 1011, то можно удовлетворить все потребности технического прогресса. С ростом частоты увеличивается информативность. Наращивание каналов связи - это освоение более высокочастотных диапазонов.

***1.2. Диапазон сверхвысоких частот (СВЧ)***

*Диапазон СВЧ* : 1 ГГц - 100 Ггц 1 ГГц = 109 Гц

***1.2.1. Особенности СВЧ диапазона.***

1. Остронаправленность излучения при сравнительно небольших размерах излучателей.
2. Большая информативность.
3. Квазиоптический характер распространения волн.

***1.3. Поля или цепи ? Условие квазистационарности.***

Аппарат теории цепей есть, он могучий. Зачем нужна теория электромагнитного поля? Противопоставлять теорию цепей и теорию поля нельзя. В одних условиях лучше одна теория, в других другая. Рассмотрим простейшую схему.

ℓ

*Вопрос:* Какие показания будут давать амперметры ? Одинаковые или нет в любой фиксированный момент времени?

*Ответ:* Да, если Т >> tзап. Запаздыванием процесса колебании от одной точки к другой можно пренебречь. Т - период колебаний источника;

tзап - время запаздывания при распространении сигнала в цепи.

Предположим l - линейные размеры цепи, С - скорость света, тогда tзап = . Если Т >>  ⇒ Т С >> l, т.к. Т С = λ, следовательно:

λ >> l - условие квазистационарности.

(1.3.1.)

Если условие квазистационарности выполняется, то можно пользоваться теорией цепей. Когда условие квазистационарности не выполняется, нужен другой анализ. В сантиметровом и оптическом диапазонах используется теория поля.

***1.4. Векторные характеристики электромагнитных***

***полей.***

Для полного описания свойств электромагнитных полей нужно знать положение, величину и направление в пространстве четырех векторов.

→

Е - вектор напряженности электрического поля.

→

Е(х, у,z,t) → [В/м]

→

D - вектор электрического смещения

→

D(x,y,z,t) → [кл/м2]

→

Н - вектор напряженности магнитного поля.

→

Н(х,у,z,t) → [А/М]

→

В - вектор магнитной индукции

→

В(x,y,z,t) → [Вб/м2]

→→

Е, В - характеризуют силовые характеристики полей.

→→

D,H - характеризуют источники ЭМП

***1.5. Материальные уравнения среды.***

Материальные уравнения устанавливают связь между векторными характеристиками электромагнитных полей одинаковой природы. Рассмотрим связь между векторами D и Е, В и Н.

Электромагнитные процессы могут протекать в самых разных условиях. Электромагнитные волны пронизывают ионосферу (от спутника до земной антенны). От свойств среды зависят условия распространения. Физики подробно дают ответ на такие вопросы (физика твердого тела, физика плазмы и т.д.). В простом представлении (грубая модель) среды

разделяют на диэлектрические и магнитные. Диэлектрические среды состоят из зарядов одинаковой величины и противоположных по знаку (диполей).



+ - pэ = q ℓ - электрический момент.

Многочисленные эксперименты и строгие теоретические выводы подтверждают связь:

→ →

D = εa E

где εа - абсолютная диэлектрическая проницаемость

среды.

Для вакуума εa = ε0 = 8,85 \* 10-12 [Ф/м].

Вводят понятие относительной диэлектрической проницаемости: εa = εотн ε0

εотн = 

В справочной литературе указаны значения εотн. Для магнитных веществ ситуация аналогичная:

→ →

B = μa H

μa - абсолютная магнитная проницаемость.

Для вакуума:

μa = μ0 = 4 π \* 10-7 

Для удобства расчетов вводят понятие относительной магнитной проницаемости :

μотн = 

Выражения (1.5.1.) называют материальными уравнениями среды.

→ →

D = εa E

→ →

B = μa H

→ →

δпр = σ E (1.5.1.)

δпр - плотность тока проводимости []

σ - удельная проводимость среды [].

***1.6. Методы описания физических явлений и расчета***

***устройств СВЧ диапазона.***

1. Электродинамика, как основа описания физических явлений в СВЧ диапазоне.
2. Уравнения Максвелла, как обобщение экспериментальных законов электричества и магнетизма.