

<b>МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7</b>	Утверждаю:
	Кафедра ВМСС	Зав. кафедрой
	Дисциплина МСПИ II часть	09.01.22 г.
Институт ИВТ		

1. Согласованная нагрузка длинной линии. Распределение напряже-  
ния и тока вдоль длинной линии с потерями при установившемся  
режиме.

2. Характеристики простейших антенн приема и передачи данных.

**1. Согласованная нагрузка длинной линии. Распределение напряжения и тока вдоль длинной линии с потерями при установившемся режиме.**

Нагрузка, при которой  $\underline{Z}_H = \frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} = \underline{Z}_B$  называется согласованной нагрузкой линии.

В согласованном режиме линия нагружена на сопротивление, равное волновому и отсутствует отражённая волна.

Для согласованного режима справедливы выражения:

$$\underline{U}(x) = \underline{U}_{np}(x) = \underline{U}_{np}(0)e^{\gamma x} = \underline{U}_2 e^{\gamma x}, \quad \underline{U}_{обр}(x) = 0, \quad \underline{U}_2 = \underline{U}_{np}(0) + \underline{U}_{обр}(0) = \underline{U}_{np}(0)$$

$$\underline{I}(x) = \underline{I}_{np}(x) = \underline{I}_2 e^{\gamma x}, \quad \underline{I}_{обр} = 0$$

Из полученных выражений следует, что  $\frac{\underline{U}(x)}{\underline{I}(x)} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1} = \underline{Z}_B$ , то есть в

согласованном режиме для любого поперечного сечения линии отношение комплексов  $\frac{\underline{U}(x)}{\underline{I}(x)}$

равно волновому сопротивлению

Следствия:

1) Режим работы генератора, питающего согласованную линию, не изменится, если в любом сечении её разорвать и вместо отрезанной части линии включить сопротивление, равное волновому.

2) Входное сопротивление согласованной линии в любом сечении равно волновому.

3) Считая, что начальная фаза напряжения в конце линии равна нулю, т.е.  $\underline{U}_2 = U_2$ , запишем на основании  $\underline{U}_2(x) = \underline{U}_{np}(x)$ ;  $\underline{I}(x) = \underline{I}_{np}(x)$  мгновенные значения напряжения и тока в любом сечении линии:

$$u(x, t) = U_{2m} e^{\alpha x} \sin(\omega t + \beta x); \quad i(x, t) = \frac{U_{2m}}{Z_0} e^{\alpha x} \sin(\omega t + \beta x - \theta);$$

4) Мощность, проходящая через какое-либо сечение линии, уменьшается по мере удаления от начала линии.

$$P = UI \cos \theta = \frac{UI}{Z_0} e^{2\alpha x} \cos \theta$$

Косинус угла сдвига фаз определяется входных сопротивлением в каждом сечении линии. Мощность, передаваемая по согласованной линии называется естественной, или натуральной мощностью, она отбирается от генератора и попадает в нагрузку. Это мощность, теряемая в тепло, направленная волной, распространяющейся вдоль линии передачи, одновременно направлена внутрь проводящих поверхностей.

5) Энергетические свойства длинной линии характеризует параметр – коэффициент полезного действия  $\eta$ .

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = e^{-2\alpha l}$$

Отношение мощности, которая дошла до нагрузки, к мощности, которую генератор/передатчик/источник энергии отдал в линию в согласованном режиме.  $\alpha$  – погонная постоянная затухания линии,  $l$  – длина линии.

6) В согласованной линии с потерями временная зависимость сигнала все равно искажается при передаче от генератора к нагрузке.

Этот эффект связан с частотной зависимостью фазовых скоростей волн, соответствующих спектральным составляющим сигнала, также связан с зависимостью волнового сопротивления от частоты.

Распределение возникает в результате наложения прямой и обратной волны. При согласованном режиме – только прямая волна. Распределение действующих значений напряжения и тока убывает соответственно экспоненте  $e^{\alpha x}$ .

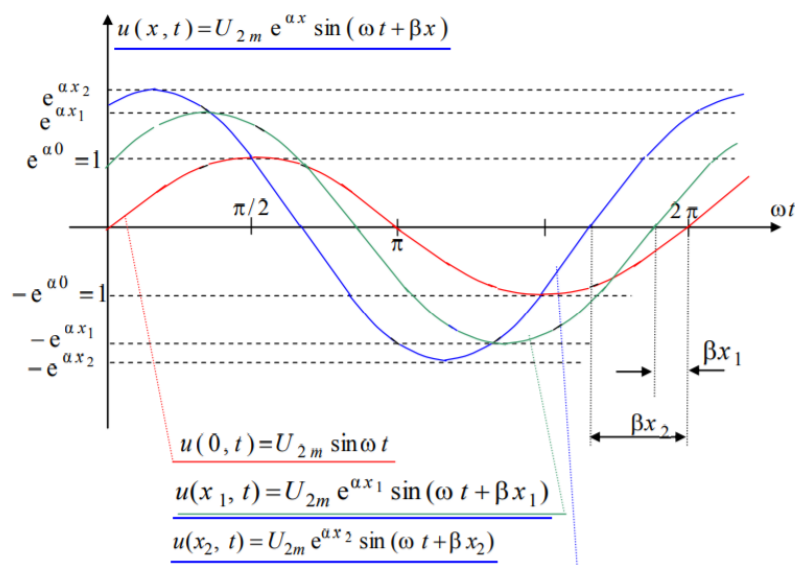


Рисунок 4.2 – Временные зависимости напряжений в трех сечениях согласованной длинной линии с потерями при  $x_1 < x_2$

На рисунке 4.2  $x$  – это расстояние от нагрузки до рассматриваемого сечения, поэтому при большем  $x$  амплитуда увеличивается (т.к. сечения при большем  $x$  ближе к генератору).

Каждому поперечному сечению соответствуют амплитуды напряжения и тока равные, соответственно,  $U_{np}(0)e^{\alpha x}$  и  $I_{np}(0)e^{\alpha x}$ .

На рисунке 4.2  $\beta x_1$  и  $\beta x_2$  – начальные фазы синусоид в сечениях  $x_1$  и  $x_2$  соответственно.

## 2. Характеристики простейших антенн приема и передачи данных. (Лекция 14.5)

Схематичное изображение структуры полей электрического и магнитного диполей показаны на рис. 16.1

Изменение волновых сопротивлений среды (понятие, характеризующее отношение электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля и являющееся постоянной среды для полей в зоне излучения) в зависимости от расстояния  $r$  точки наблюдения от электрического и магнитного диполей изображено на рис. 16.2.

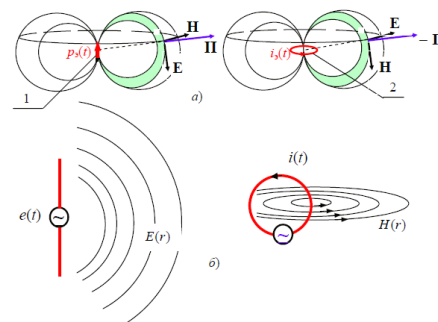
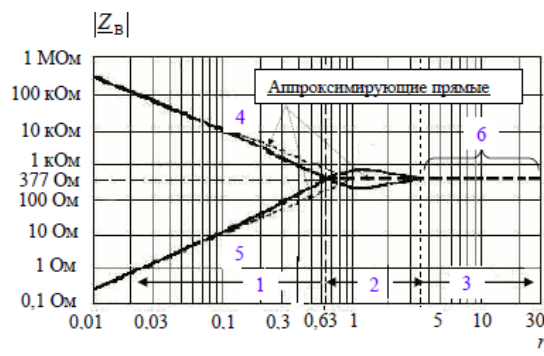


Рисунок 16.1 – Структуры электрического и магнитного полей диполей: а – в ближней зоне для диполей Герца (1) и Фитцджеральда (2); б – схематическое представление полей этих диполей

На рис. 16.2 указаны характерные зоны удаления: 1 – ближняя зона (зона квазистатических полей); 2 – переходная область (зона Френеля); 3 – дальняя зона (зона излучения), а также соответствующие им волновые сопротивления: 4 – преимущественно высокоомное ( $Z_B \approx -j \chi C$ ) электрическое поле

На рис. 16.2 видно, что в области зоны Френеля наблюдаются экстремумы модулей волновых сопротивлений. Однако на практике их не учитывают, ограничиваясь видом зависимостей волновых сопротивлений, соответствующим аппроксимирующим прямым.

Приведенные зависимости используются при анализе излучающих систем и защитных свойств (экранирующего действия) электромагнитных экранов.

Важнейшей характеристикой излучателей является свойство пространственной направленности.

Напряженность поля ( $E$  или  $H$ ) любой антенны можно выразить формулой

$$\underline{E}(\theta, \alpha) = \underbrace{C}_{\text{const по } \theta, \alpha} \cdot \underbrace{f_A(\theta, \alpha)}_{\text{амплитудная характеристика (диаграмма направленности)}} \cdot \underbrace{e^{j\varphi(\theta, \alpha)}}_{\text{фазовая характеристика направленности}} \cdot \underbrace{e^{ikR}}_{\text{со множитель "запаздывания"}} \quad (16.1)$$

Характеристику направленности антенны выражает второй сомножитель в выражении (16.1) – амплитудная характеристика, которую называют диаграммой направленности.