

<b>МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20</b>	<i>Утверждаю:</i> <i>Зав. кафедрой</i>  09.01.22 г.
	Кафедра ВМСС	
	Дисциплина МСПИ II часть	
	Институт ИВТ	
<p>1. Области (частотные и функциональные) применения различных линий.</p> <p>2. Особенности моделей длинных линий односвязных структур <u>линий передачи</u>.</p>		

### **1. Области (частотные и функциональные) применения различных линий.**

Частотный диапазон указывает на функциональную область возможного применения различных видов линий передачи.

Коаксиальные линии применяют:

- для создания систем GPS или ГЛОНАСС (с частотным диапазоном от 1,5 ГГц до 2 ГГц);
- для создания кабельных локальных сетей с применением радио удлинителей (Wi-Fi или Bluetooth системами) (с частотами около 2,5 ГГц).

Волновые линии применяют:

- в системах MMDS (связь точка-точка) и LMDS (связь точка-многоточка или «раздаток» с частотным диапазоном до 8 ГГц);
- в оптоволоконных линиях передачи - особых видах диэлектрических волноводов, применяемых в оптическом диапазоне длин волн. Минусом данных линий является единственность приемлемого вида модуляции информационных сигналов – импульсной модуляции. Также они не взаимодействуют с низкочастотными полями и широко используются в средах, насыщенных сильными электромагнитными полями, которые являются помехами в отношении полезных сигналов цифровой информации.

### **2. Особенности моделей длинных линий односвязных структур линий передачи.**

Особенностью моделей длинных линий односвязных структур линий передач является то, что нет возможности рассматривать первичные параметры. В односвязных линиях нет величин  $r_0$ ,  $Z_0$ ,  $C_0$ ,  $L_0$ . Т.е. нет видимых позиций для введения интегральных характеристик напряжения (поперечного) и тока (продольного). Кроме того, введение вторичных параметров односвязных структур с применением традиционных для двусвязных линий соотношений между током и напряжением также невозможно ввиду отсутствия последних.

При этом можно, при необходимости, ввести понятие волнового сопротивления как отношения поперечной составляющей напряженности электрического поля к поперечной составляющей напряженности магнитного поля в договорной точке поперечного сечения волноводной структуры. Но стоит учитывать, что данное понятие не имеет практического применения при расчете волновых структур.

Написанное выше справедливо для односвязных структур, как в виде полых волноводов, так и диэлектрических волноводов. Ограничим рассмотрение структурами полых волноводов.

Для определения постоянной затухания электромагнитной волны (определяет потери мощности полезного сигнала), распространяющее вдоль волновода следуют аналогии рассмотрения волн в проводящих средах (не вводятся погонные первичные параметры). Погонные потери энергии в волноводах определяются тепловыми потерями за счет потока мощности, направленного внутрь стенок, т.е. определяемого как поток вектора Пойнтинга в направлении перпендикулярном направлению распространения волны в линии.

Потери энергии обычно малы и можно (в первом приближении) считать, что они не вызывают изменения поперечной структуры поля (вызывают изменения только амплитуды). Но постоянная распространения становится комплексной величиной.

Тогда:  $\underline{\gamma} = \alpha + j\beta$ .

При этом продольная зависимость поля аналогично волне в проводящей среде описывается множителем:  $e^{\underline{\gamma}z} = e^{-\alpha z} e^{-j\beta z}$ ,  
где  $\alpha$  - коэффициентом затухания, а  $\beta$  – коэффициентом фазы.

Общий вид коэффициента затухания может быть найден из энергетических соображений (по закону сохранения энергии).

$$\alpha = \frac{P_n}{2P},$$

где  $P_n = P_n^{\partial} + P_n^{np}$  – *мощность потерь*,  
(где оба слагаемых пока справедливы предположки, считаются независимыми),

$$\text{а } P \text{ в общем виде } P = \frac{1}{2} \int_S E_{\tau m} H_{\tau m} dS.$$

Из-за разделения мощности потерь, разделяется и коэффициент затухания:

$$\alpha = \alpha_{\partial} + \alpha_{np}; \quad \alpha_{\partial} = \frac{P_n^{\partial}}{2P}; \quad \alpha_{np} = \frac{P_n^{np}}{2P}$$

Для нас более важной является оценка потерь в проводнике, потому что прямолинейные волноводы диэлектриками обычно не заполняются и чаще находят применение полые (или, если говорить о коаксиальных линиях, то – практически полые, за исключением внутренних элементов крепления жилы) волноведущие структуры.  
( $\alpha_{\partial}$  пренебрежима в сравнении с  $\alpha_{np}$ )

Затухание, обусловленное потерями в проводнике, рассчитывается с помощью вектора Пойнтинга и рассмотрения определения полной мощности.

Формула погрешности проводника:  $\alpha_{np} = \frac{p_n^{np}}{2P} = \frac{\frac{1}{2\sigma z_0} \oint_{L_n} (H_{0m})^2 dl}{2Z_e \int_S (H_{0m})^2 dS}.$

Аналогично волноводным структурам, ВОЛС (волоконно-оптические линии) характеризуются только вторичными параметрами, важнейшим из которых является потери передаваемой мощности, которые определяют длину ретрансляционного участка линии связи, т.е. расстояние на которое можно передавать сигнал без усиления.

В отличие от прямолинейного волновода свойства ВОЛС характеризуют понятия диэлектрическое затухание (поглощение) и затухание за счет рассеивание энергии в окружающие пространство (рассеивание).

Потери на рассеяние (переизлучение) энергии «разделяются» на линейное и нелинейное рассеяние.

При линейном рассеянии мощность рассеивается пропорционально мощности падающей волны. В этом случае происходит частичное изменение направления потока энергии (изменение и уменьшение потока энергии). При нелинейном рассеянии в спектре рассеиваемой мощности наблюдаются новые частотные компоненты. Приводит к увеличению спектра сигнала, что приводит к увеличению частотных искажений, а значит искажение сигнала.

Перечисленные причины соответствуют потерям и затуханию энергии в одиночных прямолинейно расположенных волоконных световодах  $\alpha_v$ . Также при процессе изготовления ВОЛС возникают кабельные потери  $\alpha_k$ , поэтому итоговое затухание равно  $\alpha = \alpha_v + \alpha_k$ .