

Тема 1. Линии передачи электромагнитных волн.

Групповое занятие №2

**«Проволочные и кабельные линии
передачи радиоволн»**

Время: 2 аудиторных часа

Учебные вопросы:

- 1. Требования, предъявляемые к фидерам.**
- 2. Проволочные линии.**
- 3. Коаксиальные кабели.**

Цель занятия:

- 1. Изучить назначение, состав и основные характеристики проволочных линий.**
- 2. Изучить назначение, состав и основные характеристики коаксиальных кабелей.**

Основная литература:

[1]. **Белоцерковский, Г. А.** Основы радиотехники и антенны / Г. А. Белоцерковский. - М. : Советское радио, – 1969.

Ч. 1 : Основы радиотехники. – 432 с.

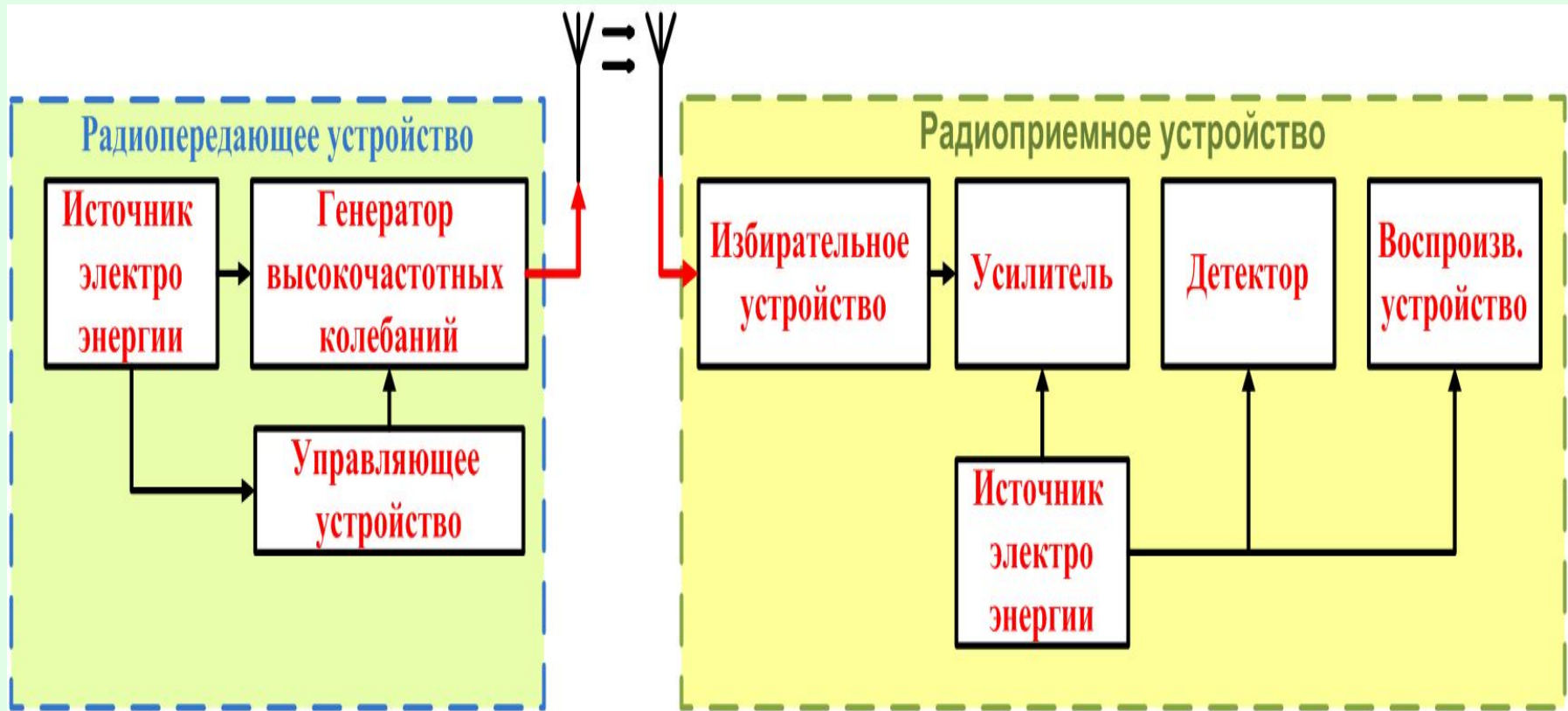
Стр. 263 – 266.

[2]. **Белоцерковский, Г. А.** Основы радиотехники и антенны / Г. А. Белоцерковский. - М. : Советское радио, – 1969.

Ч. 2 : Антенны. - 328 с.

Стр. 67 – 80.

Линия передачи – это электрическая цепь с помощью которой энергия радиочастотного сигнала подводится от радиопередатчика к антенне или от антенны к радиоприемнику



Наряду с понятием «линия передачи» в радиотехнике широко используется слово английского происхождения – «фидер». Слово «фидер» происходит от английского глагола «to feed» (питать).

Радиочастотные линии передач

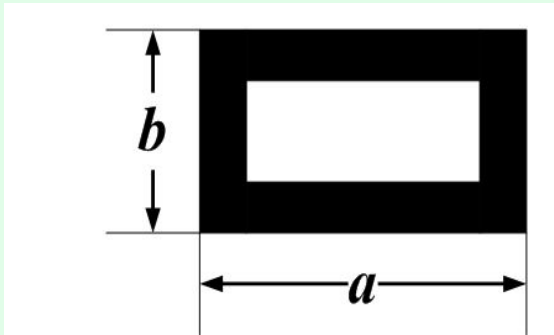


УКВ	Метровые волны (10-1 м)	$f=30-300 \text{ МГц}$	Двухпроводные линии
	Дециметровые волны (1м-10 см)	$f=300-3000 \text{ МГц}$	Коаксиальные кабели
	Сантиметровые волны (10-1 см)	$f=3-30 \text{ ГГц}$	Коаксиальные кабели Закрытые волноводы
	Миллиметровые волны (10-1 мм)	$f=30-300 \text{ ГГц}$	Закрытые и открытые волноводы
	Децимилли- метровые волны (1-0,1 мм)	$f=300-3000 \text{ ГГц}$	

Линии передачи различаются конструктивными особенностями их построения.

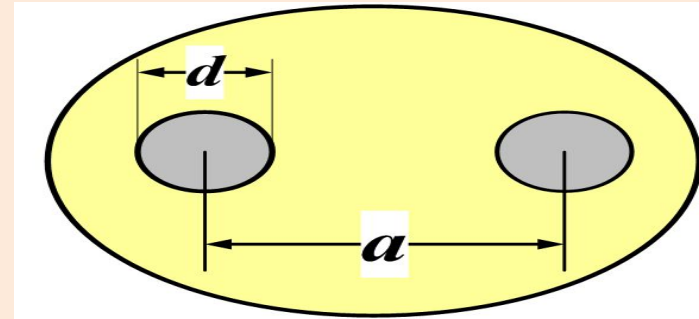
Порядок связности - это геометрическая характеристика поперечного сечения линии передачи, определяемая числом проводящих поверхностей.

Односвязные
Волновод



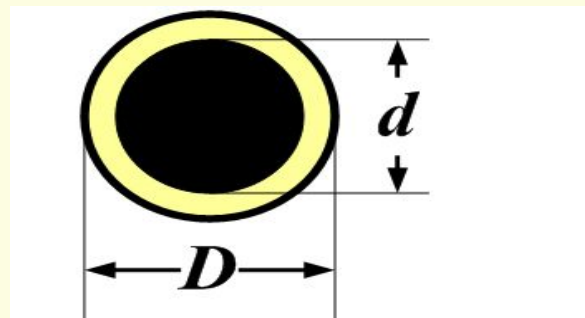
Трехсвязные

Экранированная двухпроводная линия

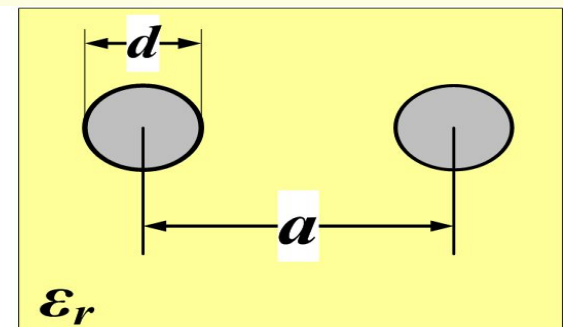


Двухсвязные

Коаксиальный кабель

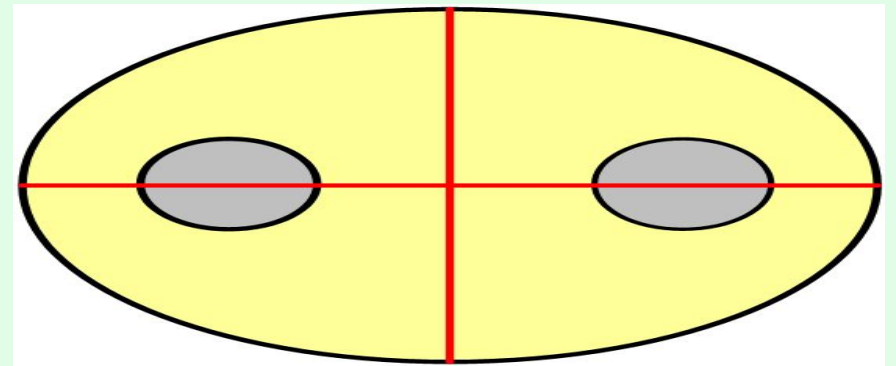
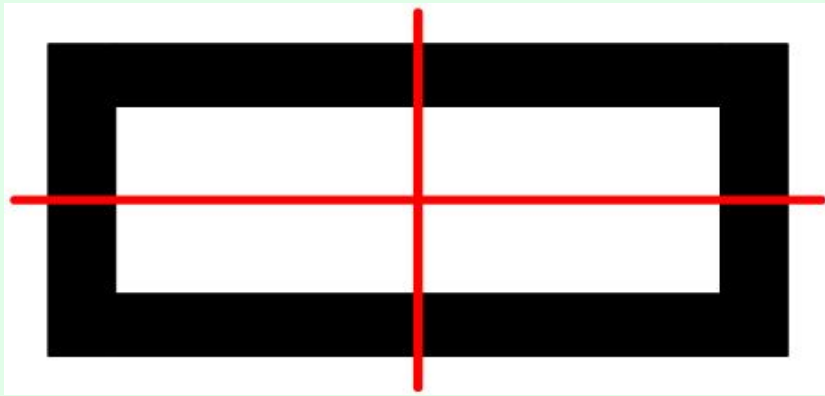


Двухпроводная линия



Тип симметрии - это геометрическая характеристика поперечного сечения, определяемая количеством плоскостей симметрии проходящих через прямую параллельную направлению распространения волн.

Двухсимметричные



***n*-симметричные**



1. Требования, предъявляемые к фидерам.

1. Потери энергии в фидере должны быть минимальными (они складываются из потерь на нагревание проводов, потерь в диэлектрике и потерь на излучение электромагнитной энергии во внешнюю среду).

2. Фидер должен обеспечить передачу заданной мощности.

3. Фидер не должен излучать и принимать электромагнитные волны (антенный эффект).

4. Измерения в фидере должны быть простыми.

5. Фидер не должен нарушать режим работы генератора и изменять частоту его колебаний.

6. Во всем спектре частот передаваемых сигналов качественные показатели фидера должны удовлетворять техническим условиям (затухание, вносимое всеми звеньями фидера, не должно превышать допустимой величины).

7. Параметры фидера не должны зависеть от изменений температуры, влажности и давления внешней среды, механических вибрации и другие дестабилизирующих факторов.

8. Габариты и вес фидера должны быть приемлемыми.

9. Фидер должен быть механически прочным и простым в изготовлении.

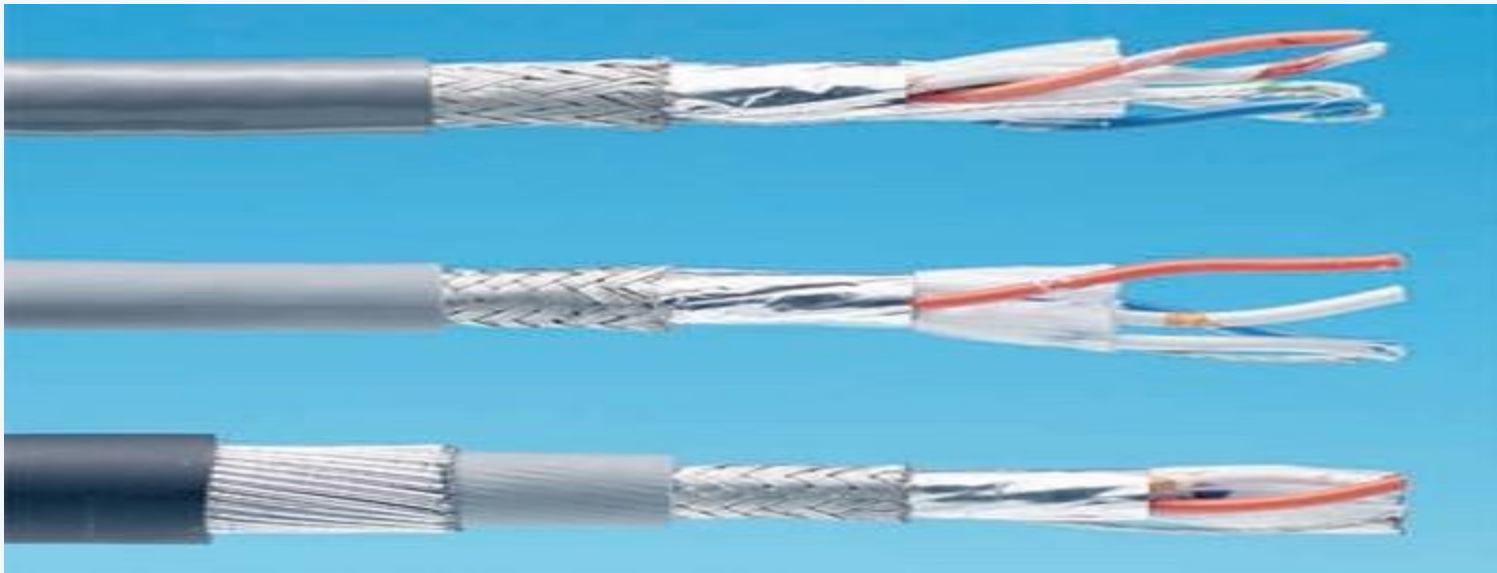
Режим бегущих волн наиболее полно удовлетворяет перечисленным требованиям.

Проволочные линии

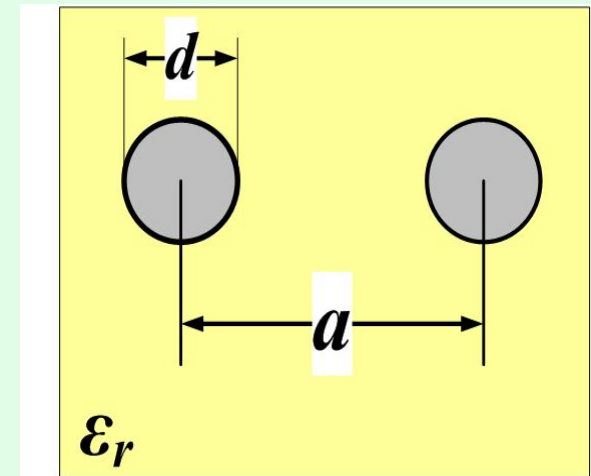
Двухпроводные



Многопроводные



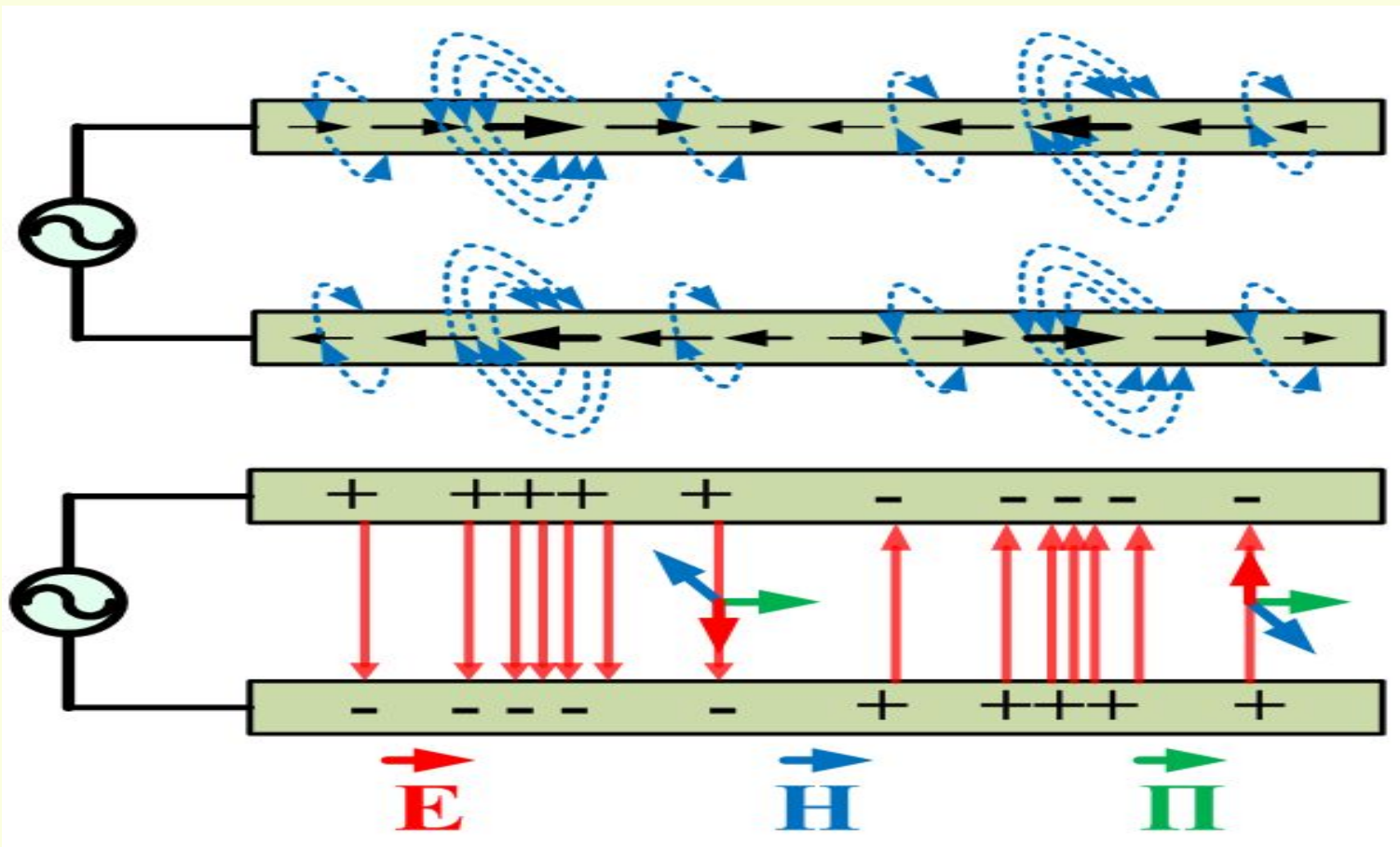
Двухпроводная неэкранированная линия, размещенная в диэлектрике



$$Z_B = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} 276 \lg \frac{2a}{d}$$

$$\epsilon_{эф} = \epsilon_r$$

ϵ_r - диэлектрическая
проницаемость
материала-диэлектрика,
 a и d - геометрические
размеры



Структура электромагнитного поля для симметричной линии

Не экранированный

Достоинства:

- Простота конструкции.
- Защищена от внешних воздействий.
- Можно передавать энергию больших мощностей.

Недостатки:

- Наличие потерь на излучение (*антенный эффект*)
- Подверженность влиянию внешних ЭМ полей

Экранированный

Достоинства:

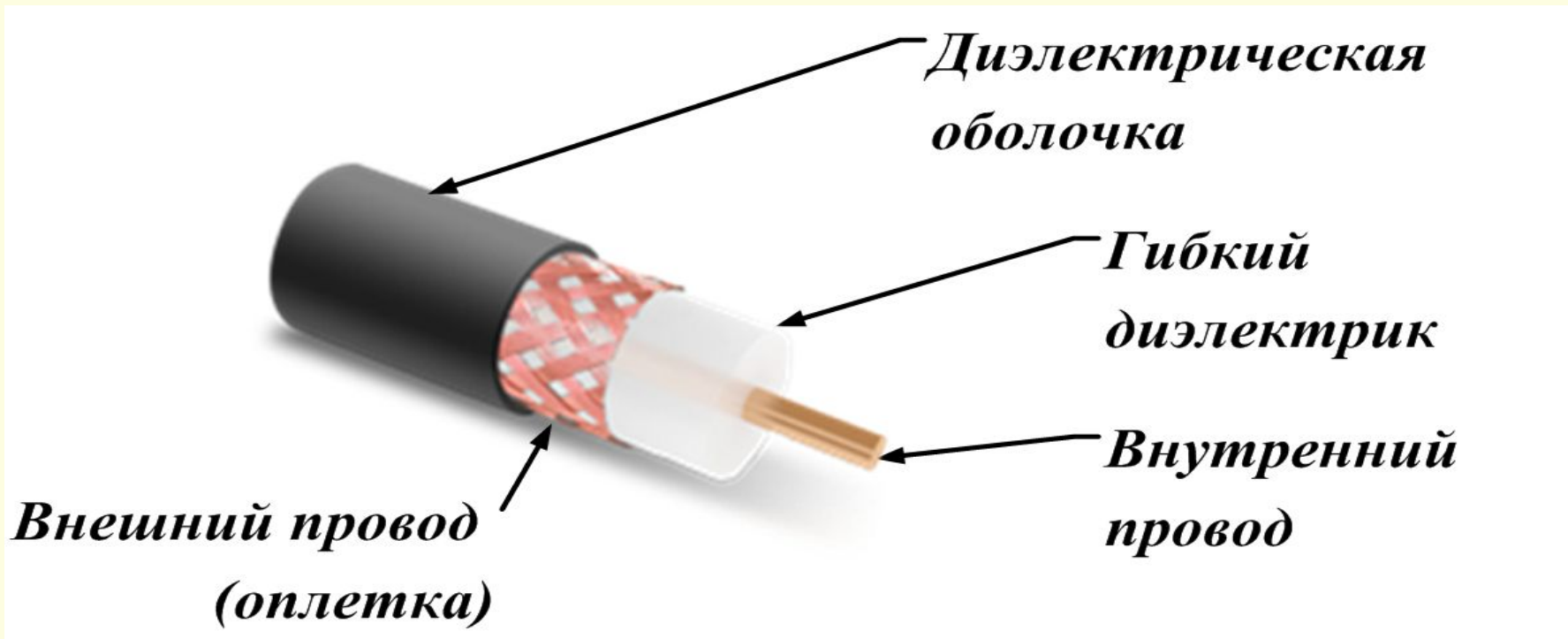
- Введение экрана устраняет антенный эффект.
- Устраняется влияние внешних ЭМ полей и атмосферных условий.

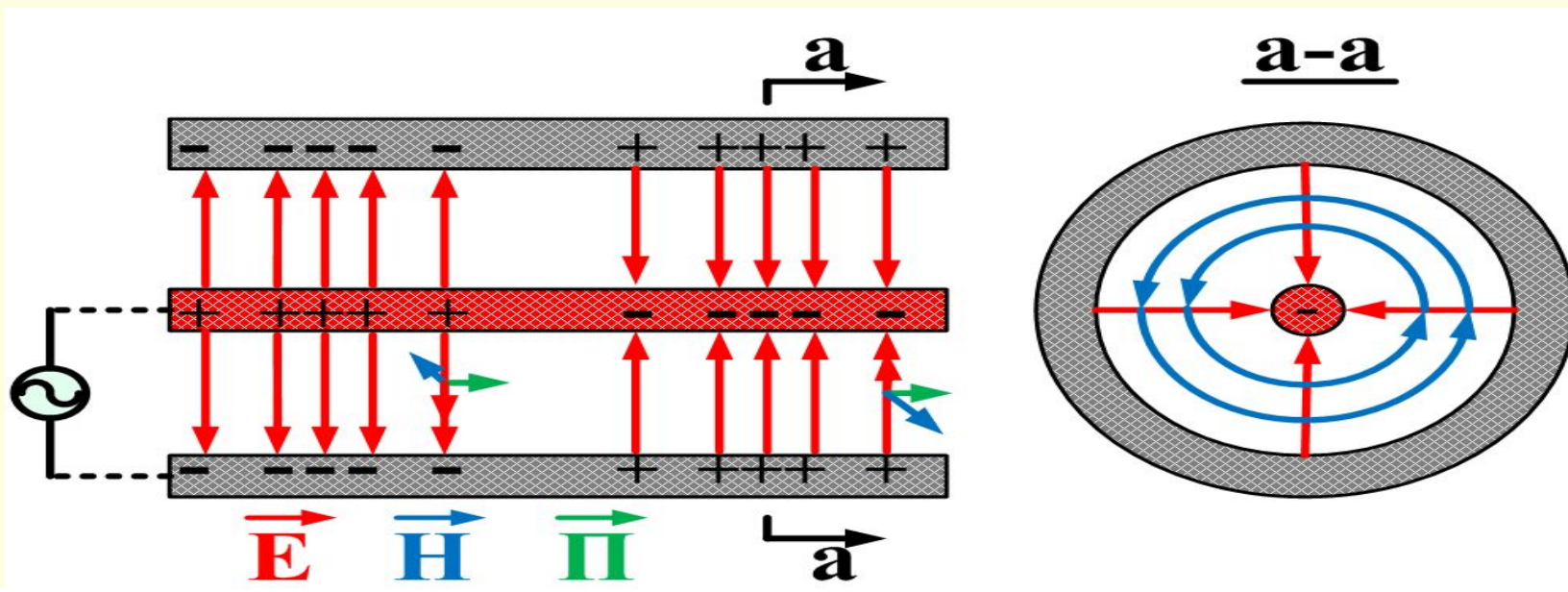
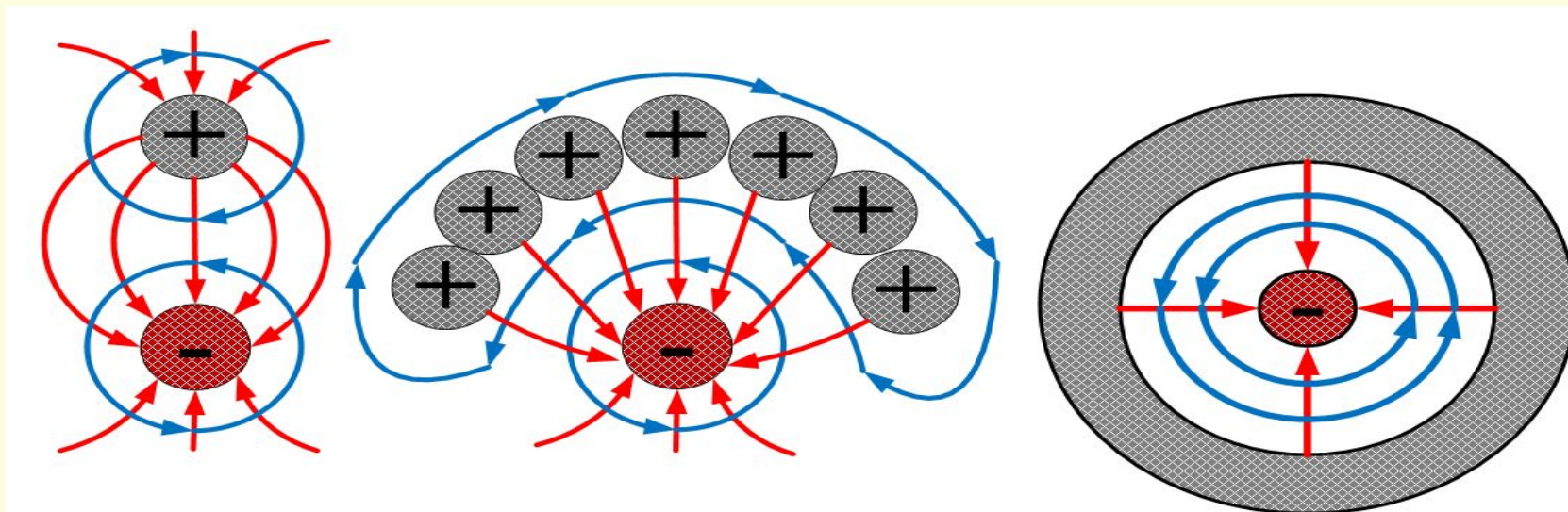
Недостатки:

- Сложность конструкции
- Трудность обнаружения повреждений и их устранение

Коаксиальный кабель

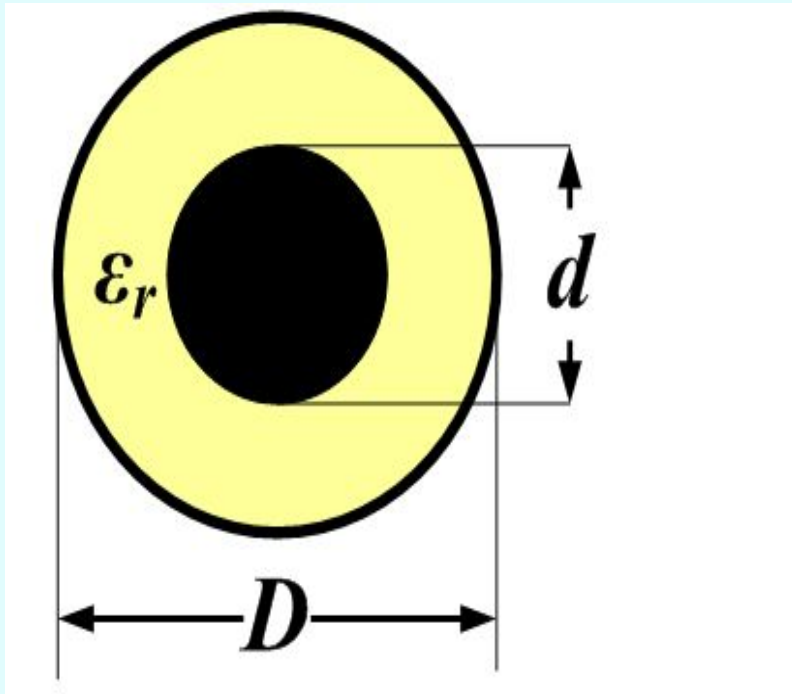
Коаксиальный кабель состоит из внутреннего провода, вокруг которого располагается внешний провод в виде жесткой или гибкой трубы. Между ними находится изолятор в форме сплошного наполнителя из эластичной пластмассы или в виде шайб из высокочастотной керамики.





Структура электромагнитного поля в коаксиальной линии

Коаксиальная линия



ϵ_r - диэлектрическая проницаемость материала-диэлектрика, заполняющего линию

D и d - диаметры внешней и внутренней линий. При отсутствии диэлектрика $\epsilon_r = 1$

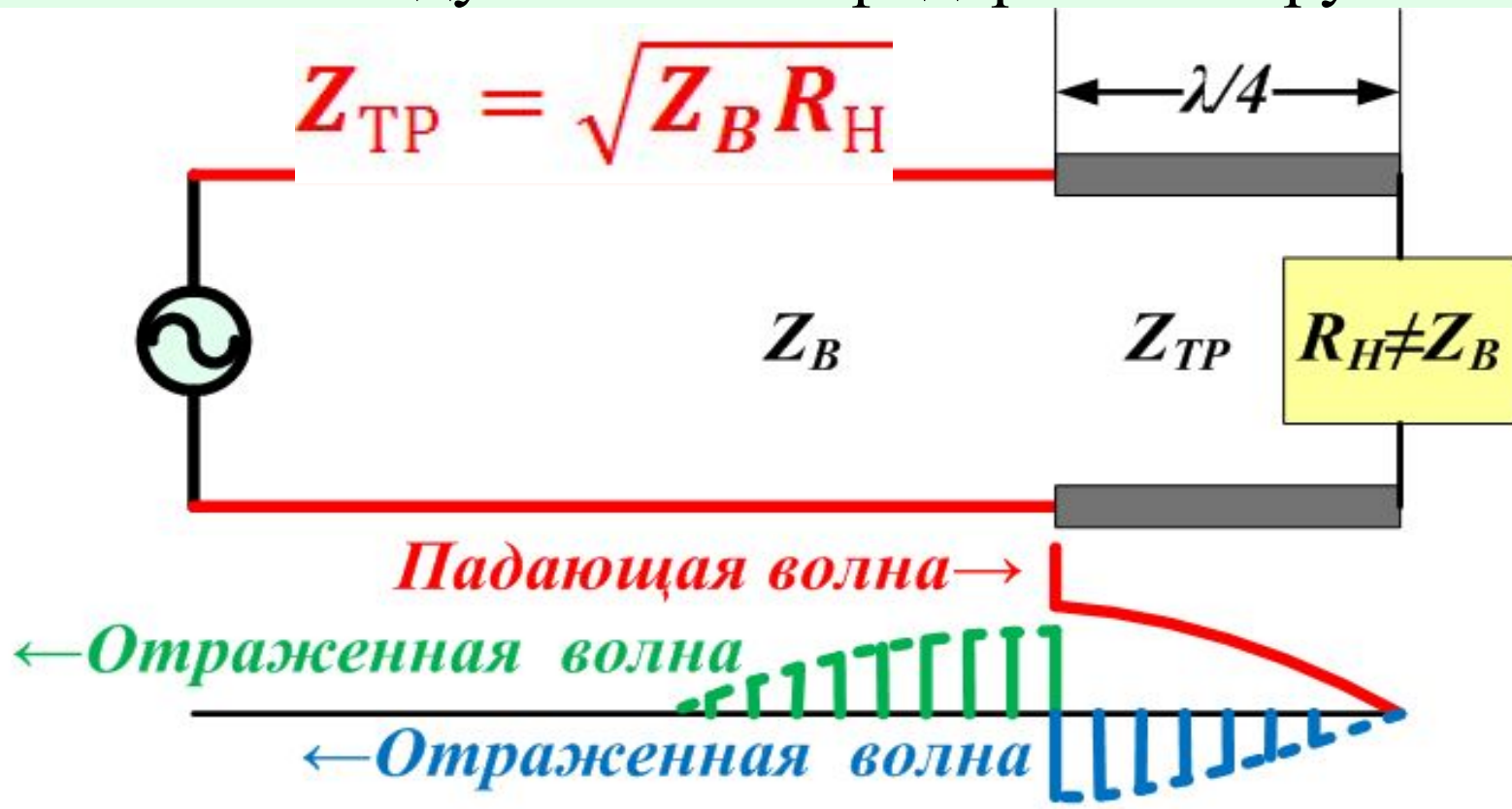
диэлектрика $\epsilon_r = 1$

$$Z_B = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} 138 \cdot \lg \frac{D}{d}$$

Применение длинных линий

Согласующие устройства

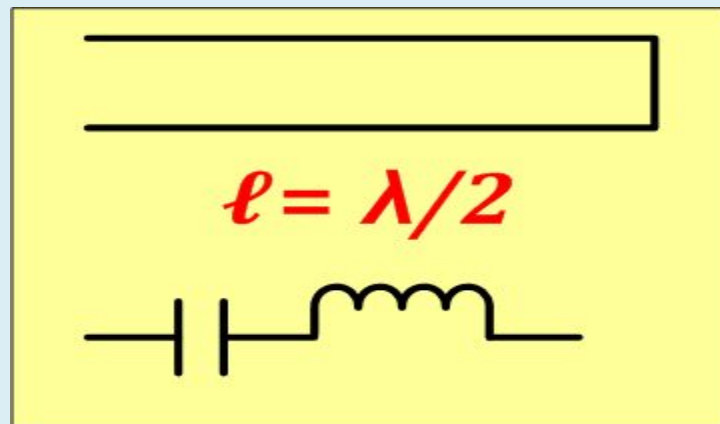
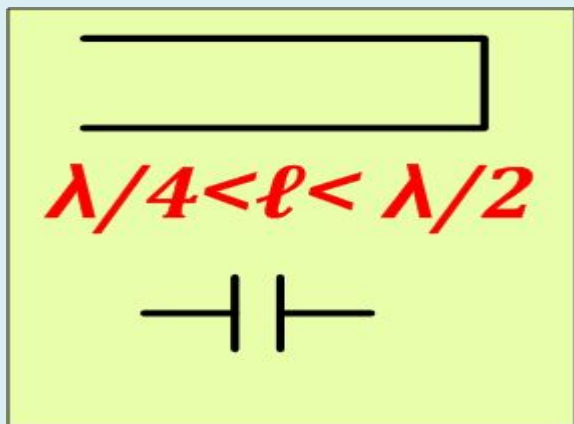
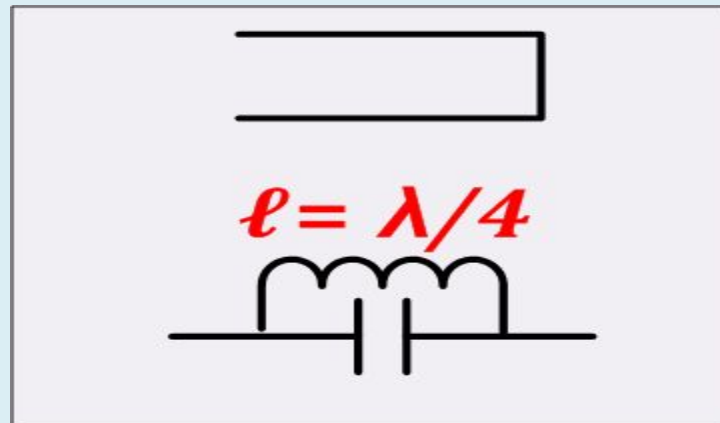
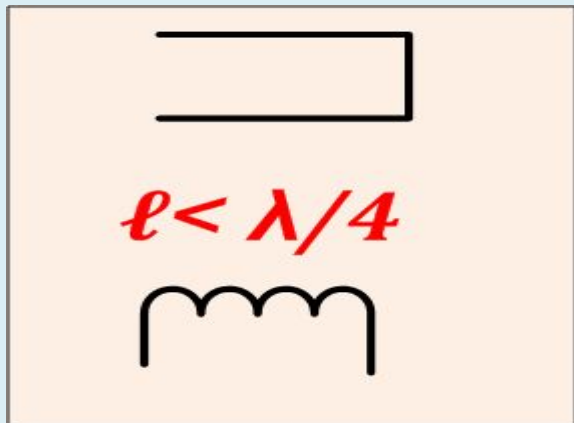
Для согласования активной нагрузки $R_H \neq Z_B$ используется четвертьволновый трансформатор, представляющий собой отрезок линии длиной $\lambda/4$ и включаемой между основным фидером и нагрузкой.

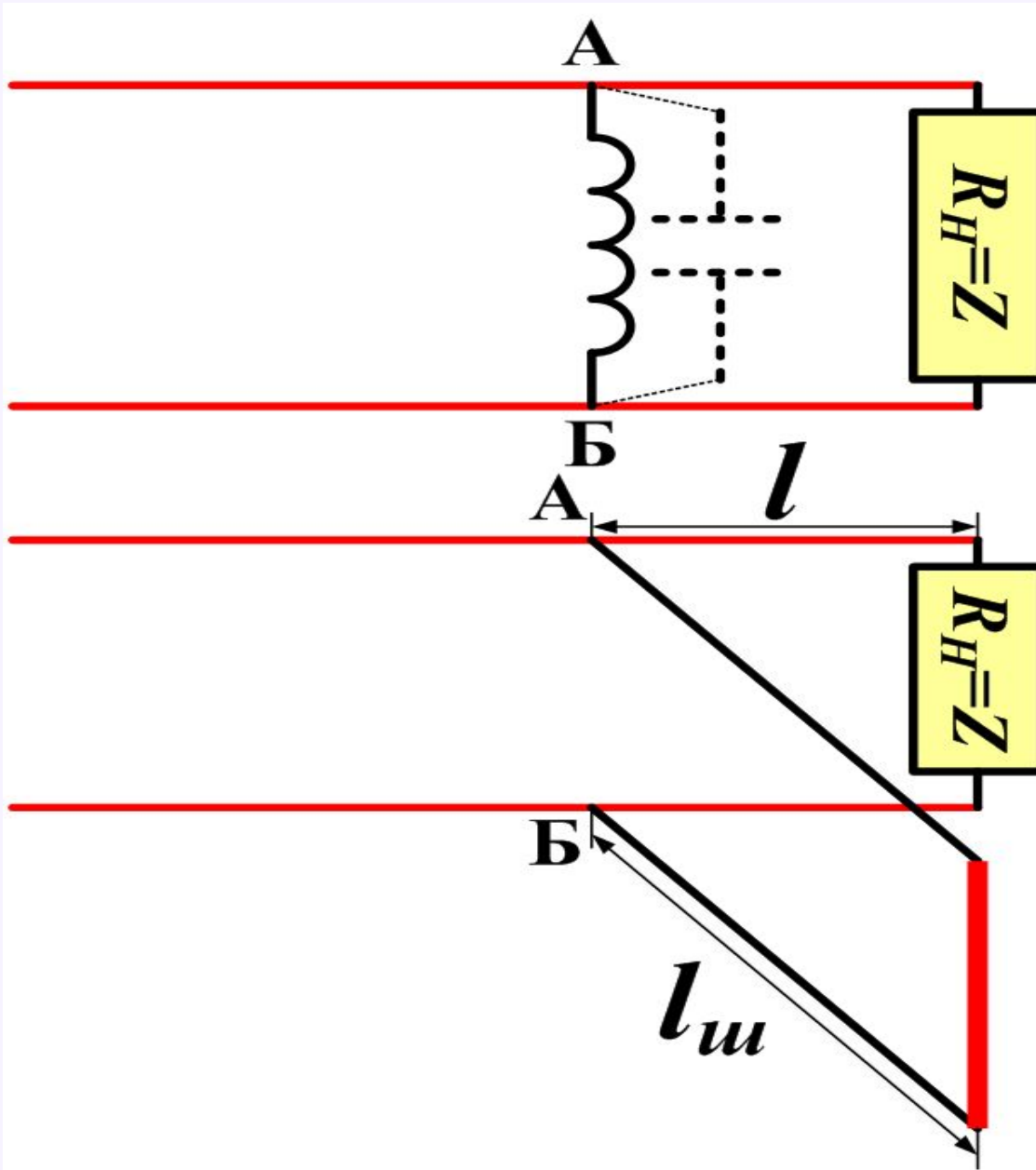


Согласующий трансформатор



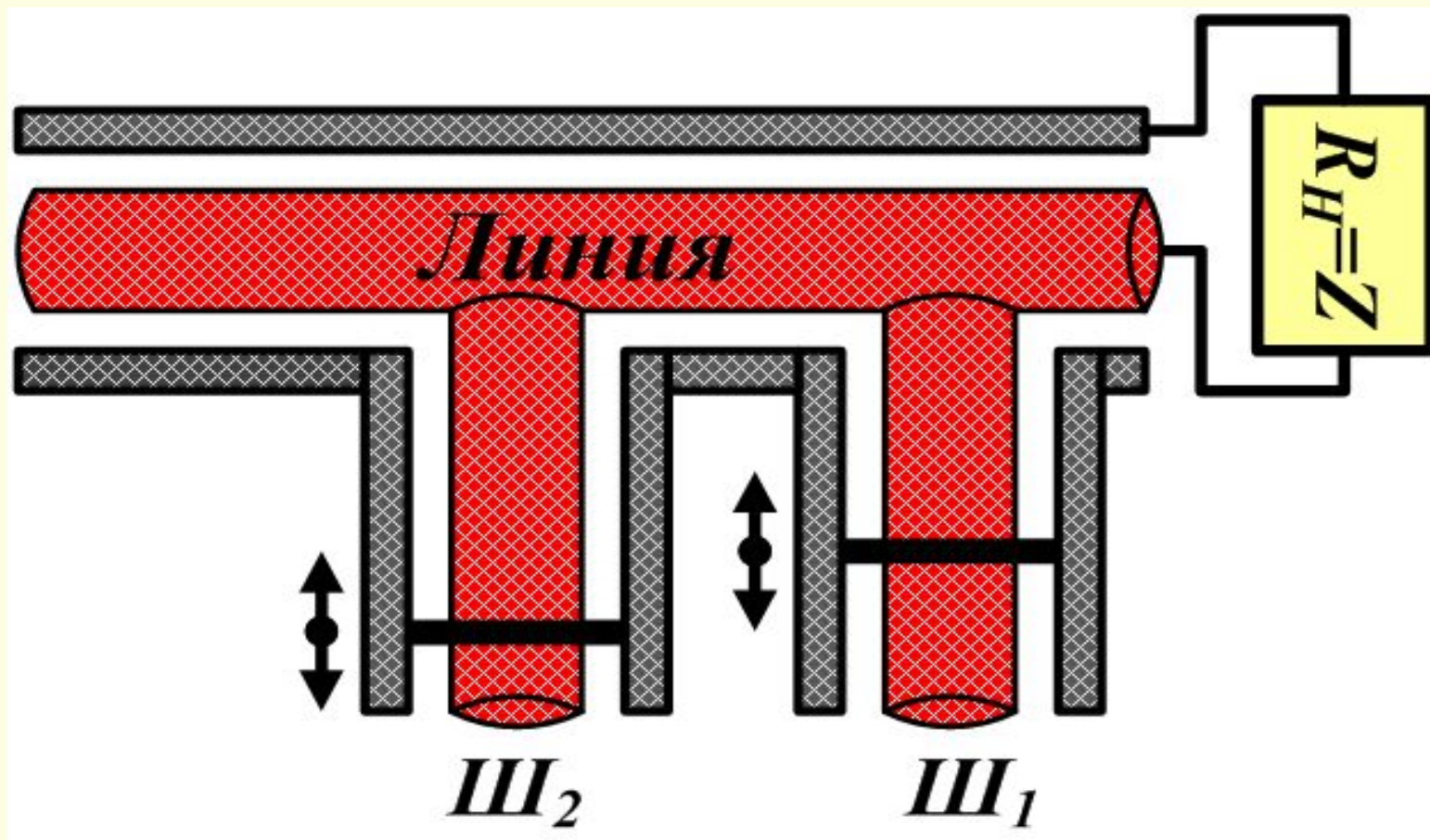
Реактивные шлейфы





Согласование
с помощью
реактивного
шлейфа

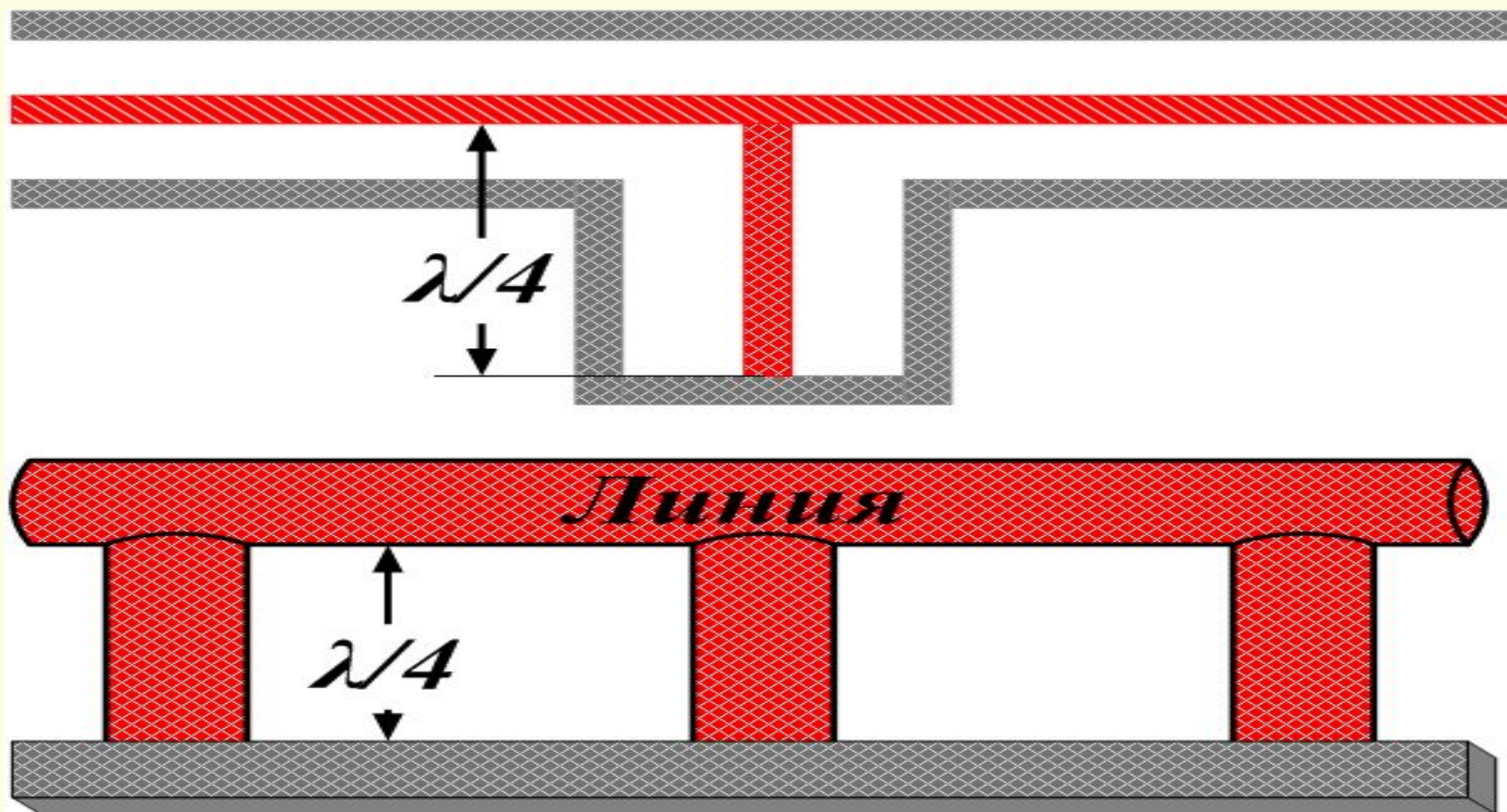
Согласование
с помощью
шлейфа
Татарина



Двухшлейфовый согласователь для
коаксиальной линии

Металлический изолятор

Используется для поддержки внутреннего провода в коаксиальной линии



Задание на самоподготовку:

- 1. Изучить материал по конспекту лекций.**
- 2. [1] С. 263 – 266, 324 – 330;
[2] С. 67 – 69.**