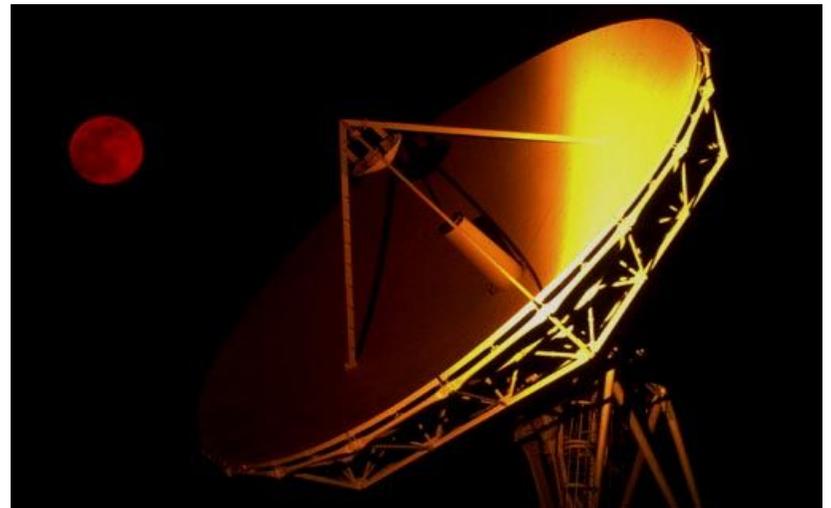


# Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн

## Симметричный вибратор

*ЛЕКЦИЯ № 4*



# Действующая длина симметричного вибратора

Действующей длиной антенны называется длина прямолинейной антенны с равномерным распределением тока, которая при одинаковых токах в отсчетных системах создает в свободном пространстве такую же напряженность поля в направлении максимального излучения, что и рассматриваемая антенна.

$$l_{\text{ДА}} = \frac{\lambda \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{k \cdot l}{2}\right)}{\pi} \quad (5)$$

- действующая длина симметричного вибратора по отношению к току на входе А.

$$l_{\text{Д}} = \frac{2 \cdot \lambda \cdot \sin^2 \cdot \left(\frac{k \cdot l}{2}\right)}{\pi} \quad (6)$$

- действующая длина симметричного вибратора по отношению к амплитуде тока

**Действующая длина полуволнового вибратора, одинакова при отсчете как по току в пучности, так и к току на входе, так как у этого вибратора пучность тока совпадает с входными клеммами**

$$l_{\text{д}} = 2\lambda/\pi \quad (7)$$

Действующая длина коротких вибраторов относится обычно к входным клеммам при  $2l \ll \lambda$  ,  $l_{\text{да}} = \lambda/2$  , то есть действующая длина коротких симметричных вибраторов равна половине их геометрической длины.

**Сопротивление  
входное  
симметричного**

**излучения и  
сопротивление  
вибратора.**

**I** - модуль тока в каком-то сечении антенны.

$$R_{\Sigma} = 2P_{\Sigma} / I_m^2 \quad (8)$$

где

$$P_{\Sigma} = \frac{r^2 E_{\max}^2}{240\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F^2(\Theta, \varphi) \sin\Theta d\Theta d\varphi \quad (9)$$

- мощность распределения

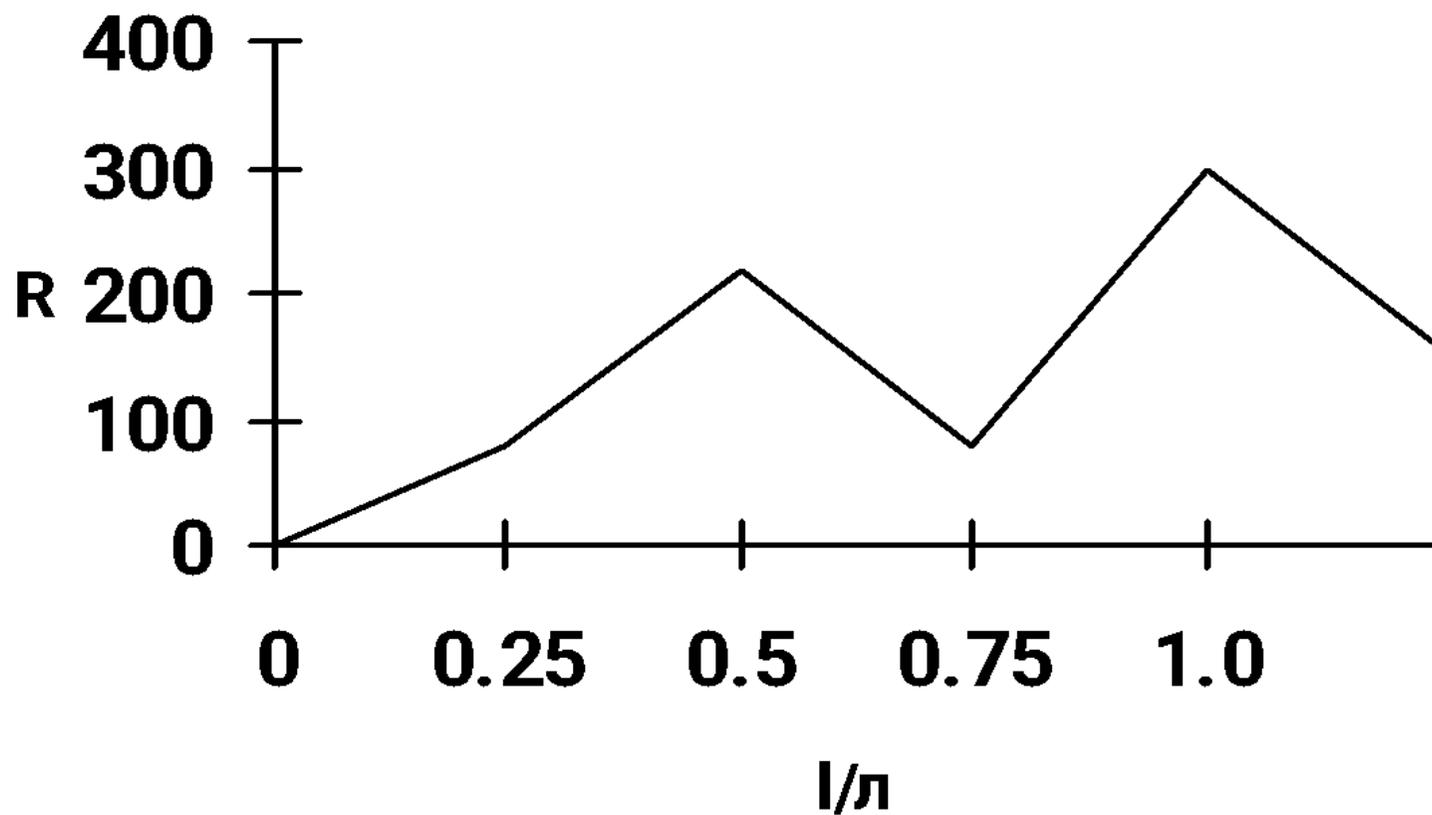
Подставляя в выражение (9)  
значение  $E_{\max}$  и  $F(\Theta, \phi)$ ,  
получаем

$$R_{\Sigma\Pi} = 60 \int_0^{\pi} \frac{(\text{Cos}(kl\text{Cos}\Theta) - \text{Cos}kl)^2}{\text{Sin}\Theta} d\Theta \quad (10)$$

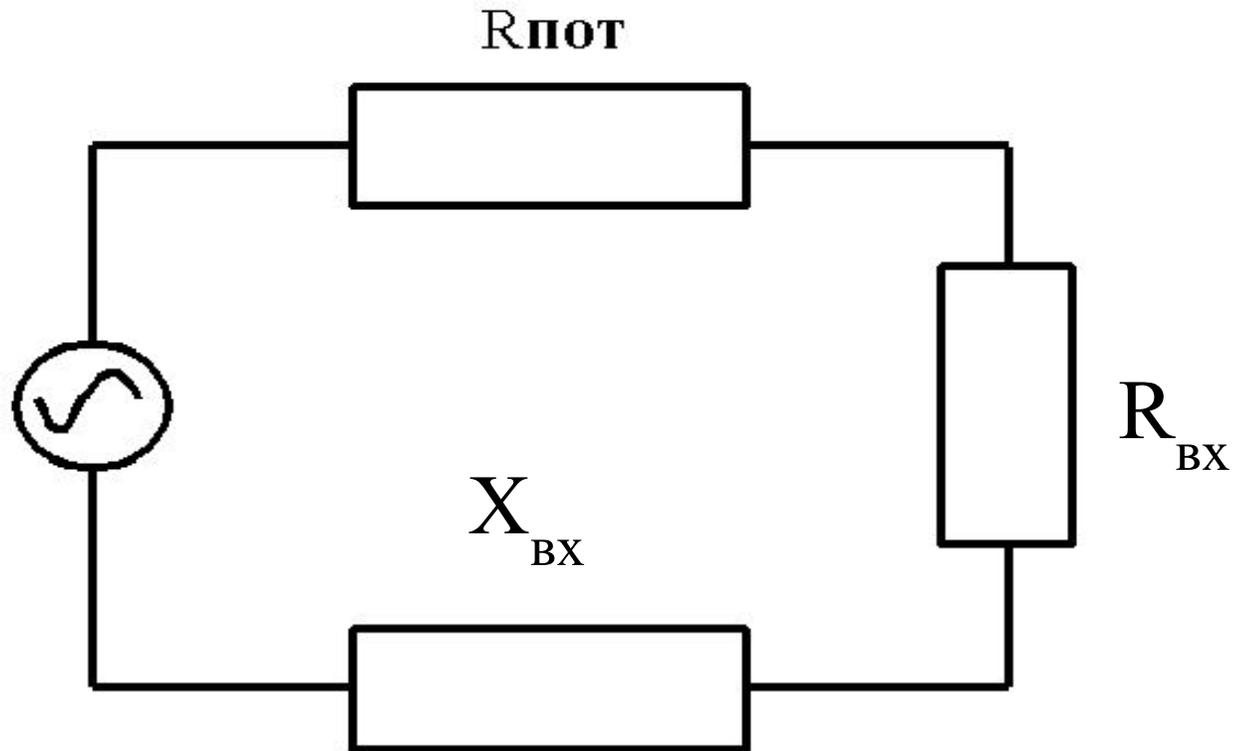
**Интегрирование выражения (4.7) дает формулу содержащую интегральные косинусы и синусы. При  $kl/\lambda < 0.1$  упрощенная формула имеет вид**

$$\mathbf{R_{\Sigma \Pi} = 20(kl)^4 \quad (11)}$$

При  $l/\lambda=0.5$  входное активное сопротивление достигает максимума, затем уменьшается и снова возрастает при приближении к  $l/\lambda=1$  и т.д

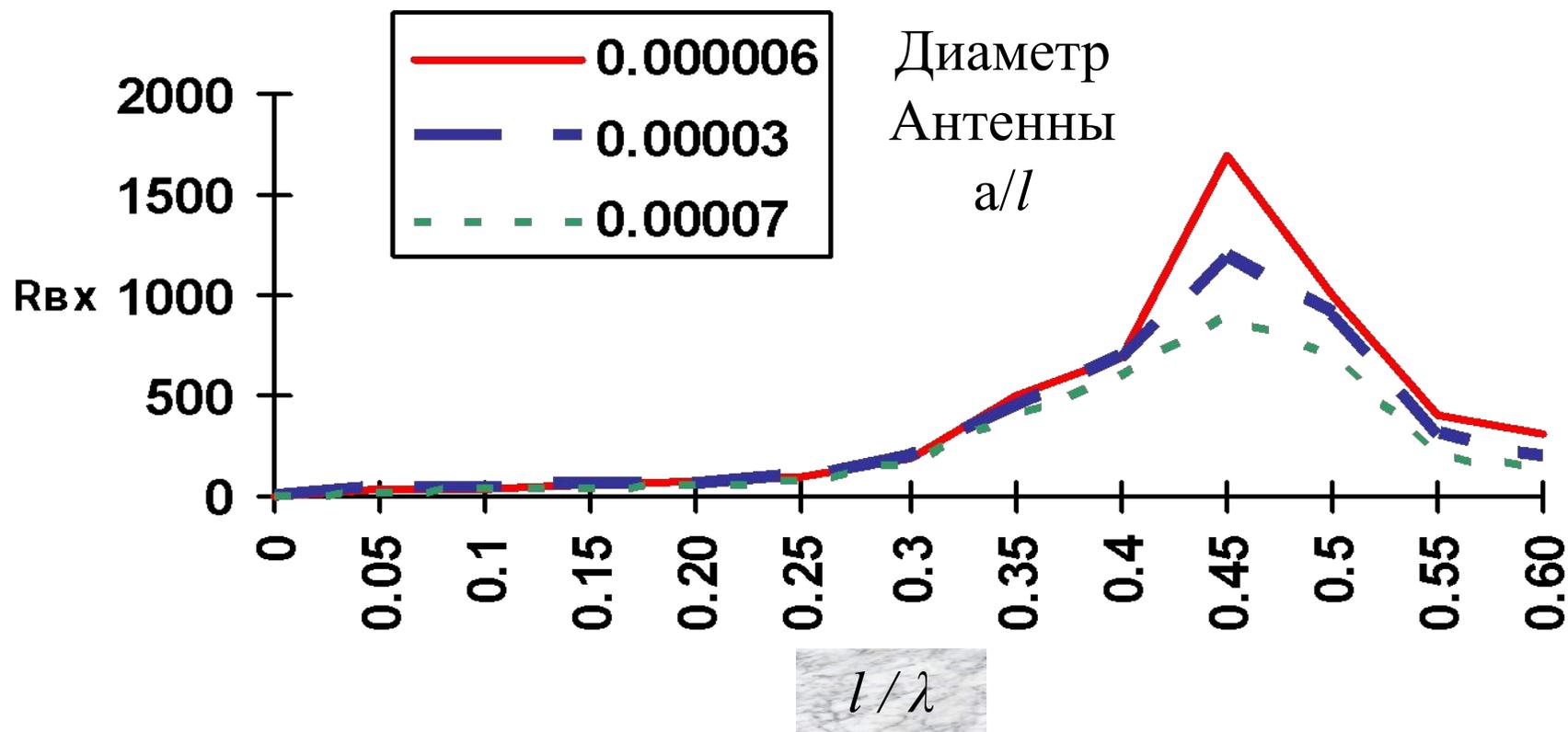


# Эквивалентная схема антенны



$$Z_{\text{вх}} = U_0 / I_0 = R_{\text{вх}} + X_{\text{вх}}$$

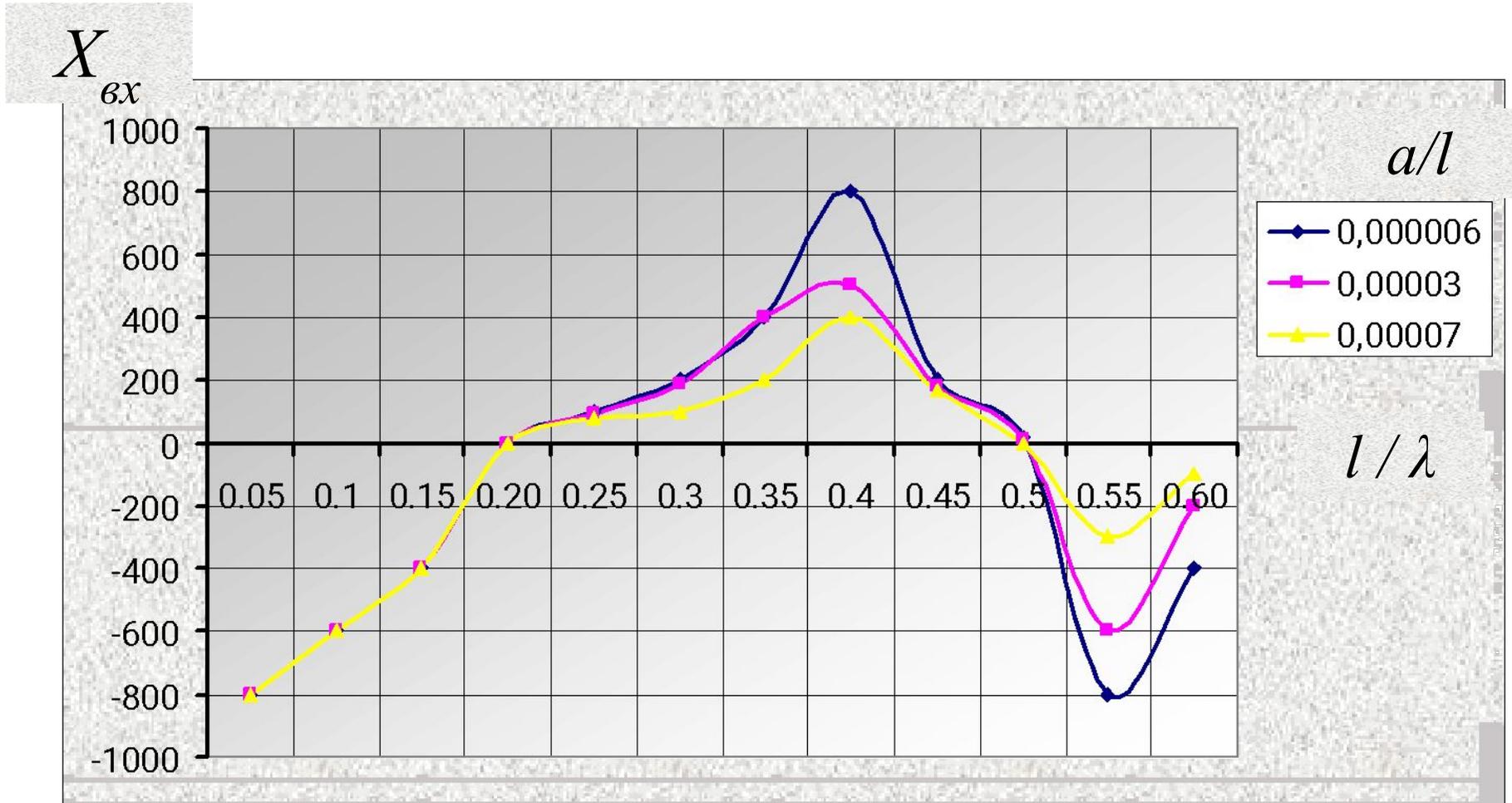
# Активная часть входного сопротивления



- При  $l < \lambda/4$ , активное сопротивление мало зависит от толщины вибратора и, с увеличением длины, монотонно растет.
- При  $l \approx 0.5\lambda$ , активное сопротивление достигает максимума, затем уменьшается и снова возрастает при приближении  $l$  к  $\lambda$
- Положение максимумов активного входного сопротивления сильно зависит от толщины вибратора, чем больше вибратор, тем при меньшем  $l/\lambda$   $R_{вх}$  достигает максимума и тем меньше его величина.

- Если зафиксировать длину вибратора и изменять частоту, то «толстые» вибраторы будут более диапазонными т.к. их активное сопротивление -  $R_{вх}$  меняется более плавно, чем у «тонких».

# Реактивная составляющая входного сопротивления



- Реактивная составляющая входного сопротивления изменяется в широких пределах проходя через 0.
- Увеличение толщины вибраторов уменьшает максимальное значение  $X_{вх}$  и сглаживает кривую. Т.е. ведет к расширению рабочего диапазона вибратора.

Резонансная длина вибратора- это длина вибратора при которой  $X_{вх}=0$

Для очень тонких вибраторов резонансная длина  $2l_p \approx \lambda/2, \lambda, 3\lambda/2$

Чем больше толщина вибратора, тем больше отличие резонансной длины от величины кратной целому числу полуволн.

$\lambda/2$  - первый резонансный вибратор

Укорочение длины вибратора

$$(\Delta l)_n = n(\lambda / 4) - l_{pn} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

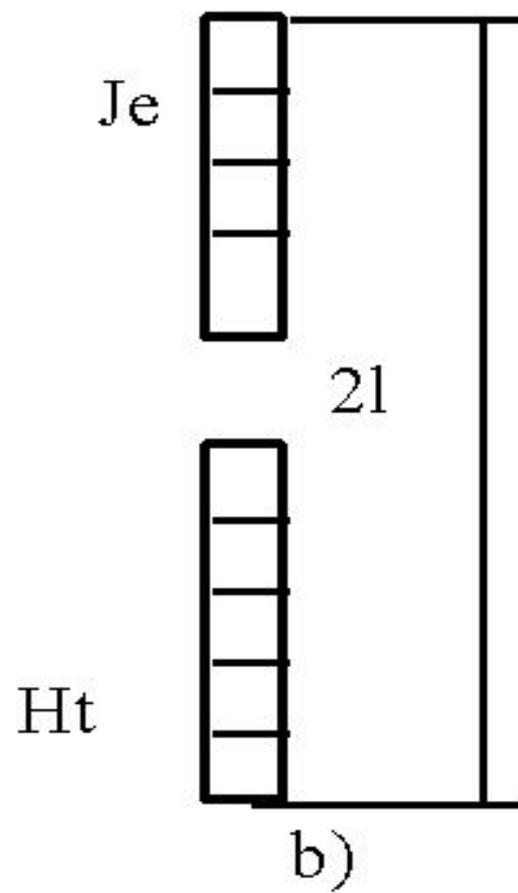
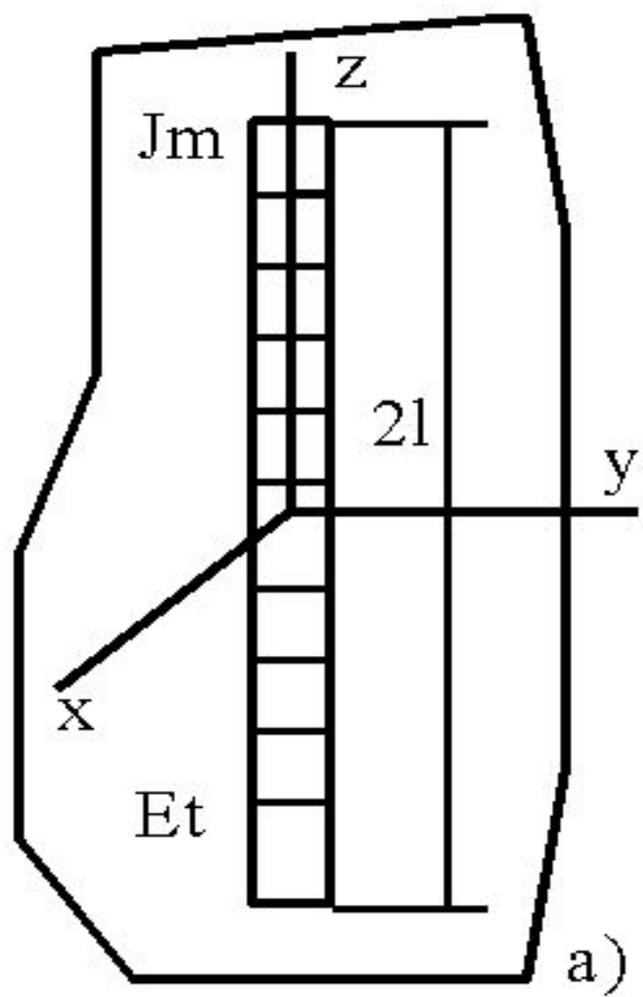
С ростом номера резонанса, абсолютное значение укорочения возрастает.

# Симметричный щелевой вибратор

$$U_{\text{щ}} = U_0 \text{Sink}(l - |z|) \quad (12)$$

$U_0$  - амплитуда напряжений в центре щели

$l$  - длина половины щели



## Напряженность электрического поля

$$E = \frac{U_0}{\pi \cdot r} \cdot F(\theta(\theta) \sin \omega t - kr) \quad (13)$$

**Проводимость излучения  
симметричной щели через  
сопротивление излучения  
металлического аналога  $\sigma$**

$$G_{\sigma} = 4R_{\Sigma}^2 / (120\pi)^2 \quad (14)$$

# Входная проводимость

$$Y_{\text{ВХ}} = 4Z_{\text{ВХ}} / (120\pi)^2 \quad (15)$$

где  $R_{\text{ВХ}}$  - входное сопротивление  
металлического аналога щели