

**НИУ МЭИ**  
**Кафедра Полупроводниковой электроники**

**Тема 1. СВЧ антенны**



**Генрих Герц – первые опыты около 1888 г. Доказательство существования электромагнитных волн, подобных световым**

**Антенна – система проводников, предназначенная для излучения (приема) электромагнитных волн.**

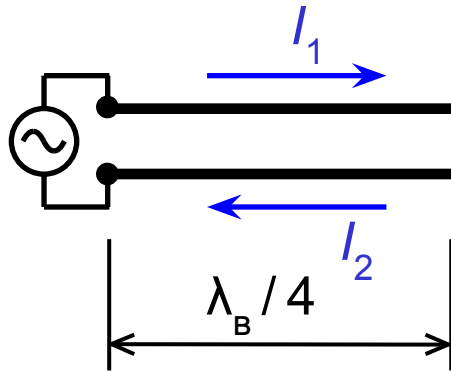
**Происходит от греческого слова, означающего щупальца, усики (насекомых)**

**Рис. 1**

## Рис. 2 Простейшие антенны – 1

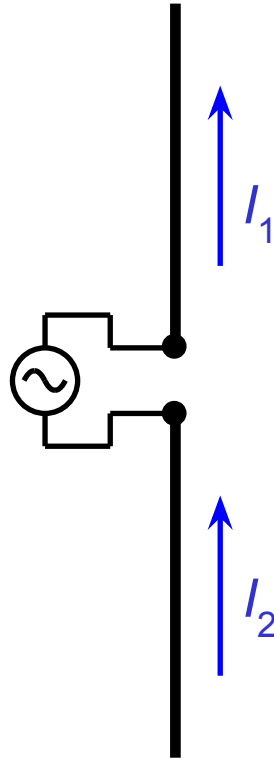
$$H_A = H_1 + H_2 \approx 0$$

• A



а)

Четвертьволновый резонатор



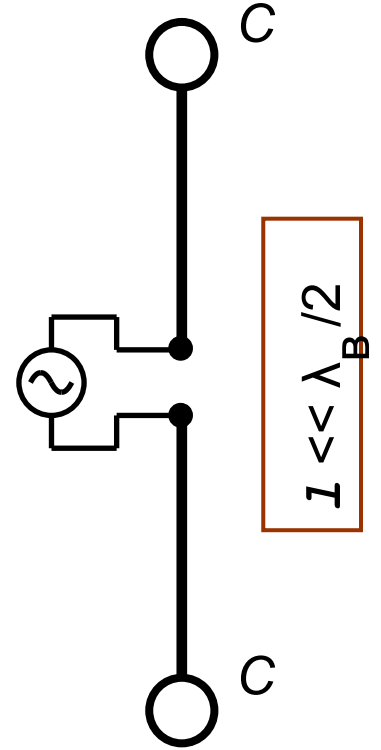
б)

Полуволновый вибратор (диполь)

$$H_A = H_1 + H_2 \approx 2H$$

• A

$$I \approx \lambda_B / 2$$



в)

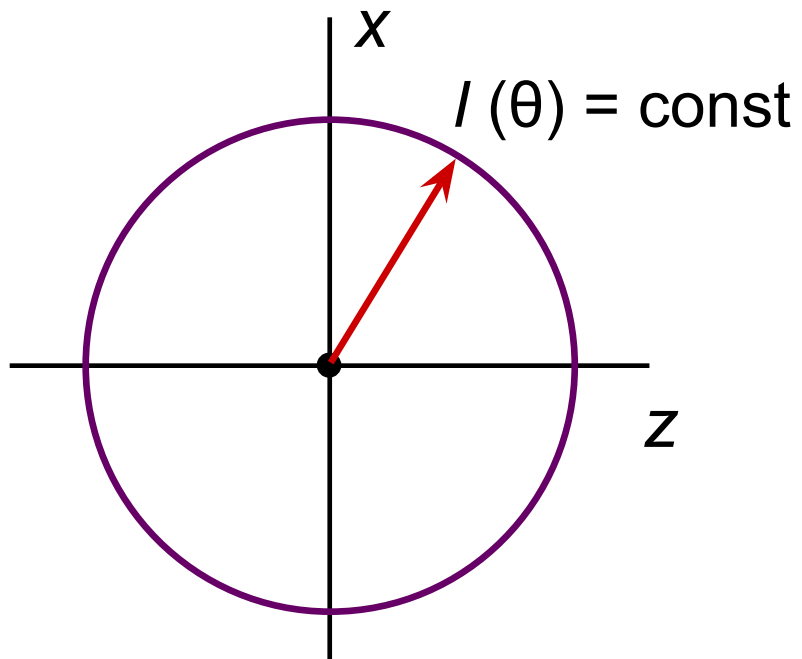
Вибратор Герца

## Основные параметры антенн

1. Сопротивление излучения  $R_{\text{изл}} = P_{\text{изл}} / I_a^2$
2. Сопротивление потерь  $R_{\text{п}} = P_{\text{п}} / I_a^2$
3. Входной импеданс  $Z_a = \dot{U}_a / \dot{I}_a = R_a + jX_a$
4. КПД антенны  $\eta_a = P_{\text{изл}} / P_a = P_{\text{изл}} / (P_{\text{изл}} + P_{\text{п}})$
5. Коэффициент направленного действия  $D = P_{\text{изл}}^{\text{нн}} / P_{\text{изл}}$ , где  $P_{\text{изл}}^{\text{нн}}$  — мощность ненаправленной антенны с той же интенсивностью излучения в главном направлении;  
 $D \propto S_a / \lambda^2$
6. Коэффициент усиления — до  $10^5$  на СВЧ  
 $G = D \cdot \eta_a$
7. Диапазон рабочих частот

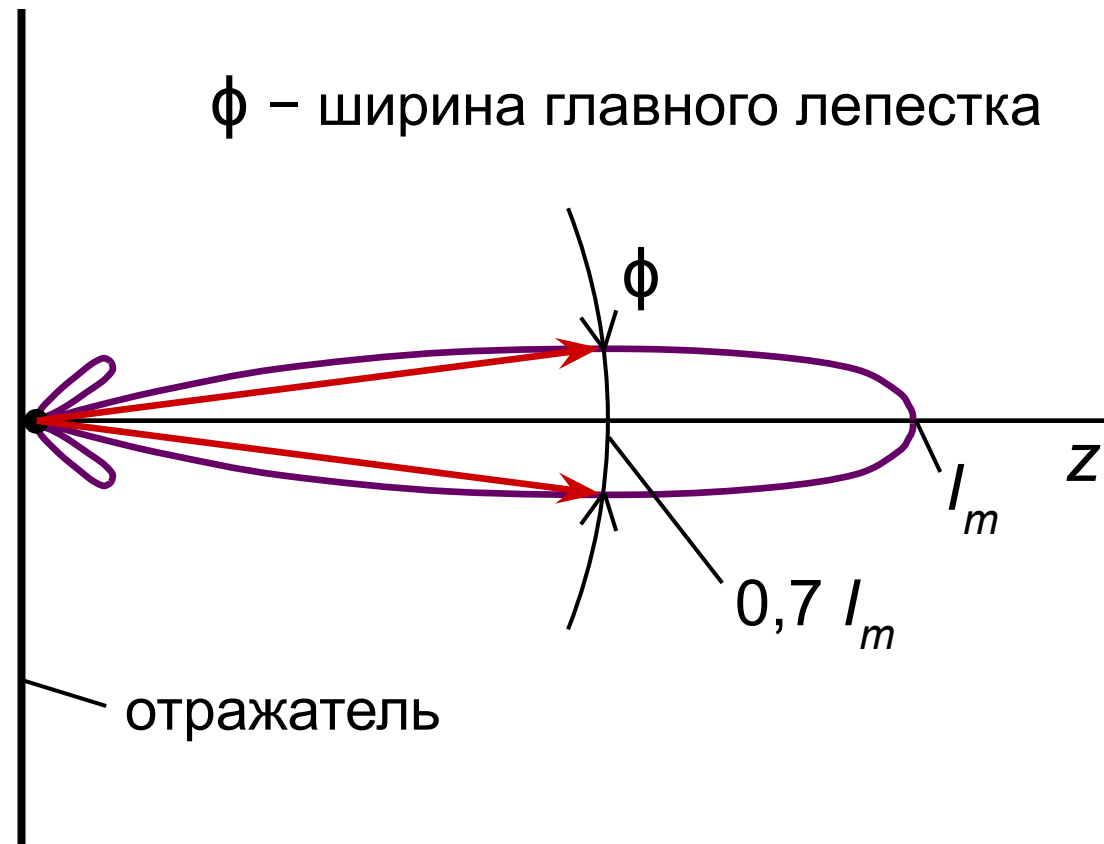
Рис. 3

## Диаграммы направленности антенны



Ненаправленная антенна

а)



$\phi$  – ширина главного лепестка

Остронаправленная антенна

б)

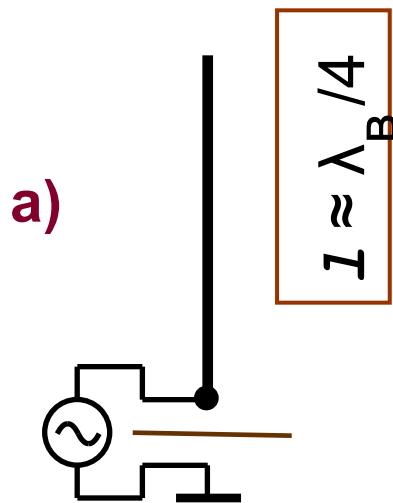
Рис. 4

## **Достоинства остронаправленных антенн**

- 1. Увеличение дальности и/или экономия мощности (связь)**
- 2. Расширение возможностей радиоастрономии**
- 3. Повышение точности и разрешающей способности РЛС, систем пеленгации, сопровождения, наведения**
- 4. Скрытность связи**
- 5. Снижение помех**
- 6. Эффективность передачи энергии излучением**

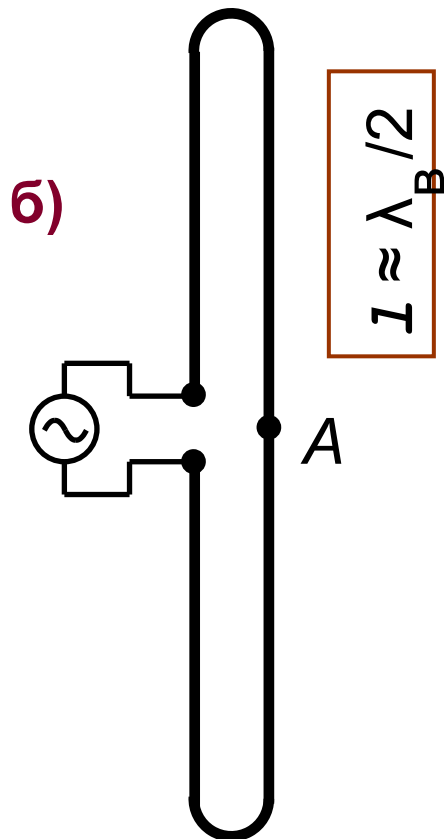
**Рис. 5**

## Простейшие антенны – 2

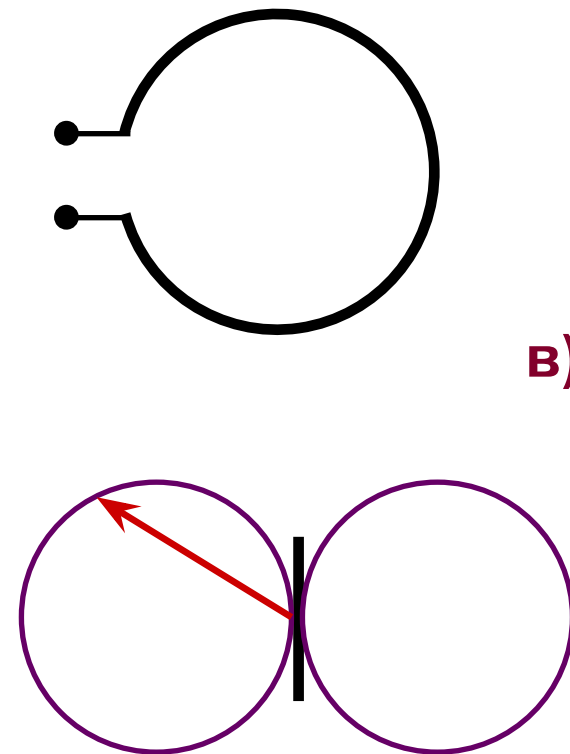


Четвертьволновый  
вибратор

Рис. 6

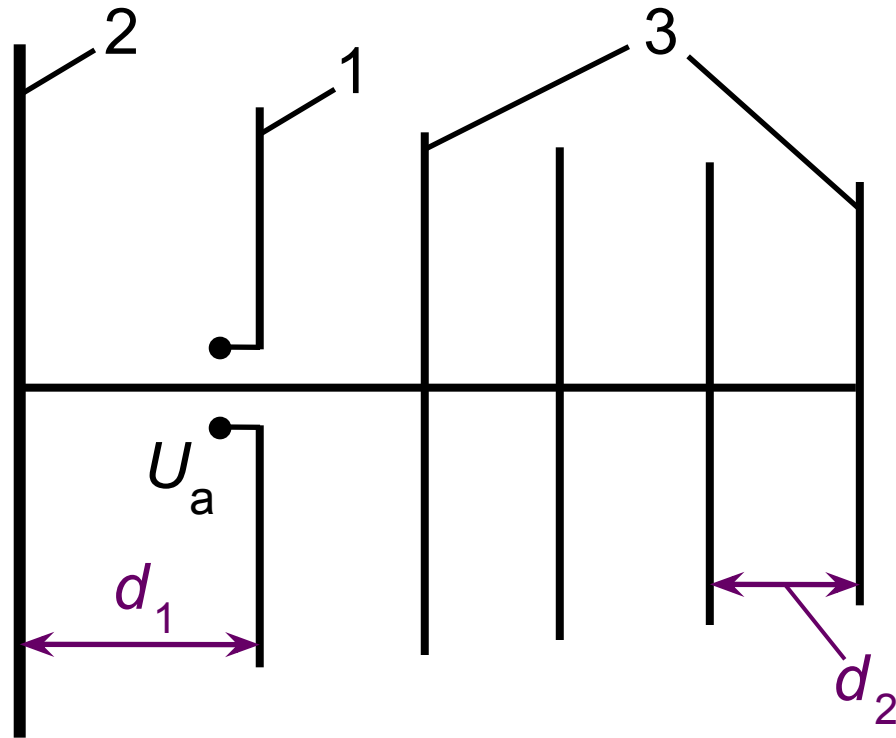


Петлевой вибратор  
Пистолькорса



Рамочная  
антенна

## Многовибраторная антенна «волновой канал»



1 – активный вибратор

2 – рефлектор

3 – директоры

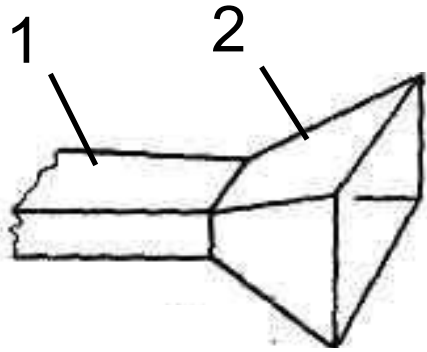
$$d_1 \approx 0,25 \lambda$$

$$d_2 \approx 0,1 \lambda$$

$$\phi \approx 20 - 30^\circ$$

Рис. 7

## Рупорная антенна

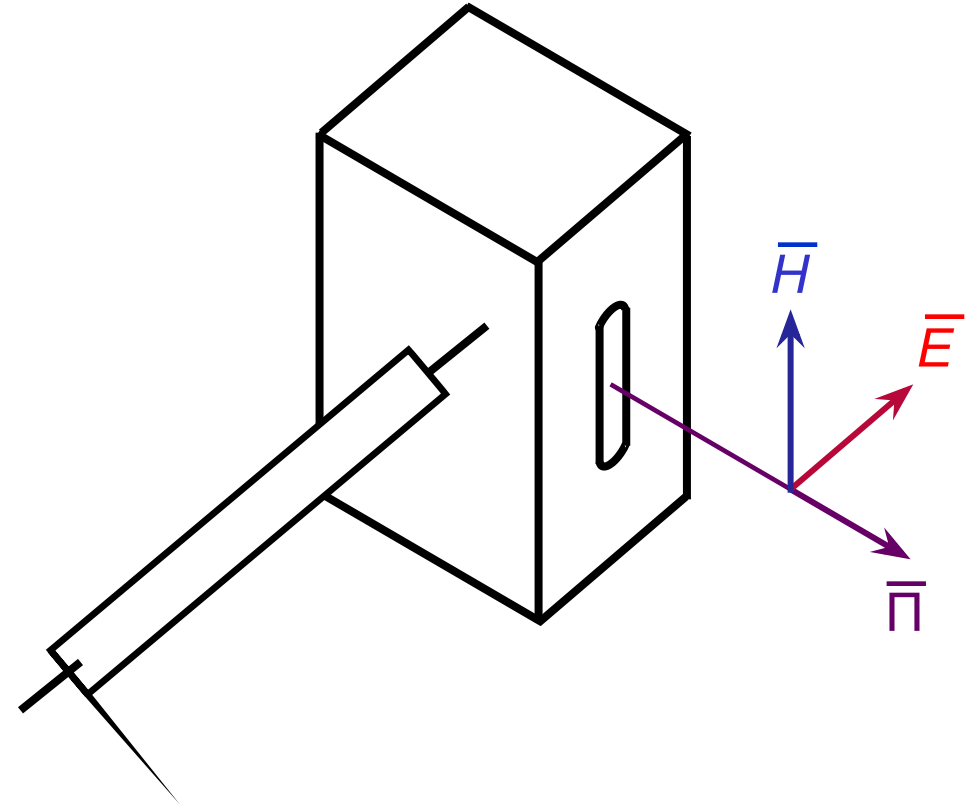


1 – питающий волновод

2 – рупор

а)

## Щелевая антенна

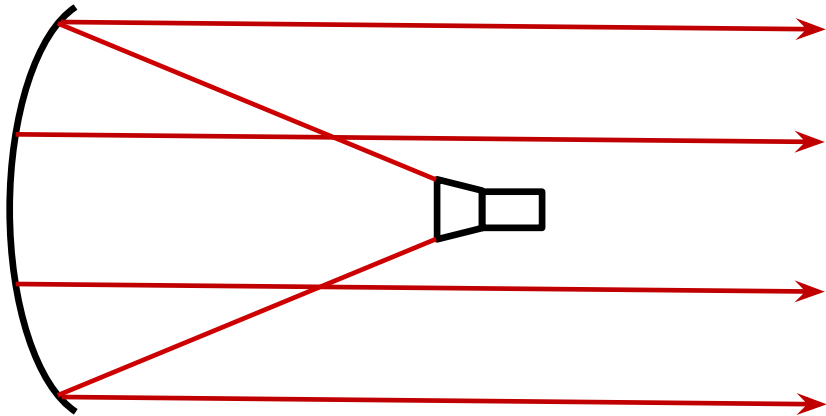


б)

Рис. 7-1



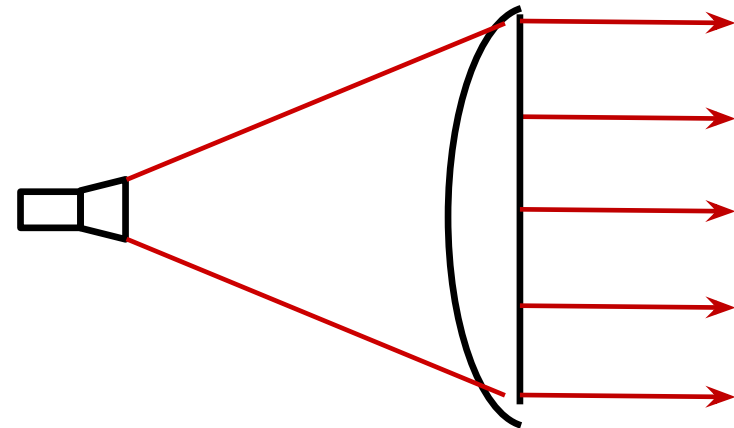
## Зеркальная антенна



$$\phi \approx 10 - 0,5^\circ$$

а)

## Линзовая антенна

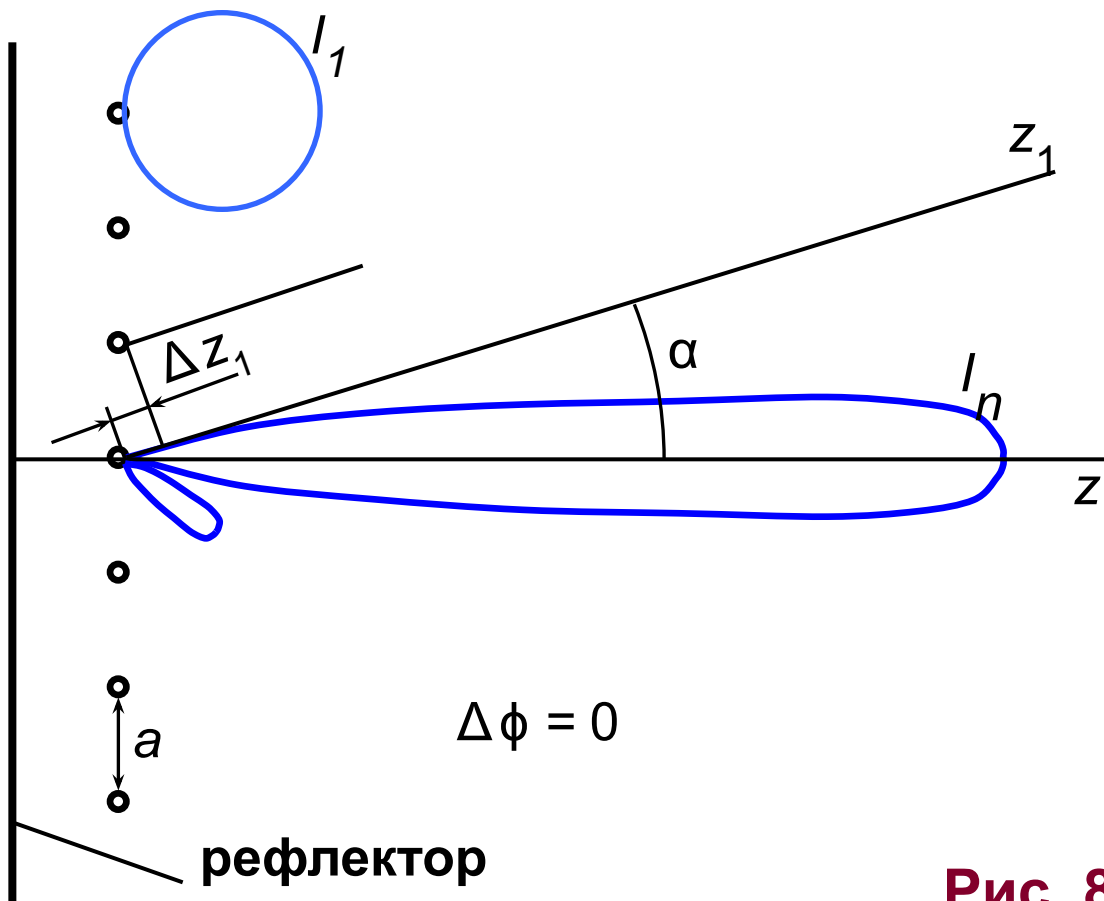


$$\phi \approx 2 - 0,1^\circ$$

б)

Рис. 7-2

## Принцип действия ФАР - 1



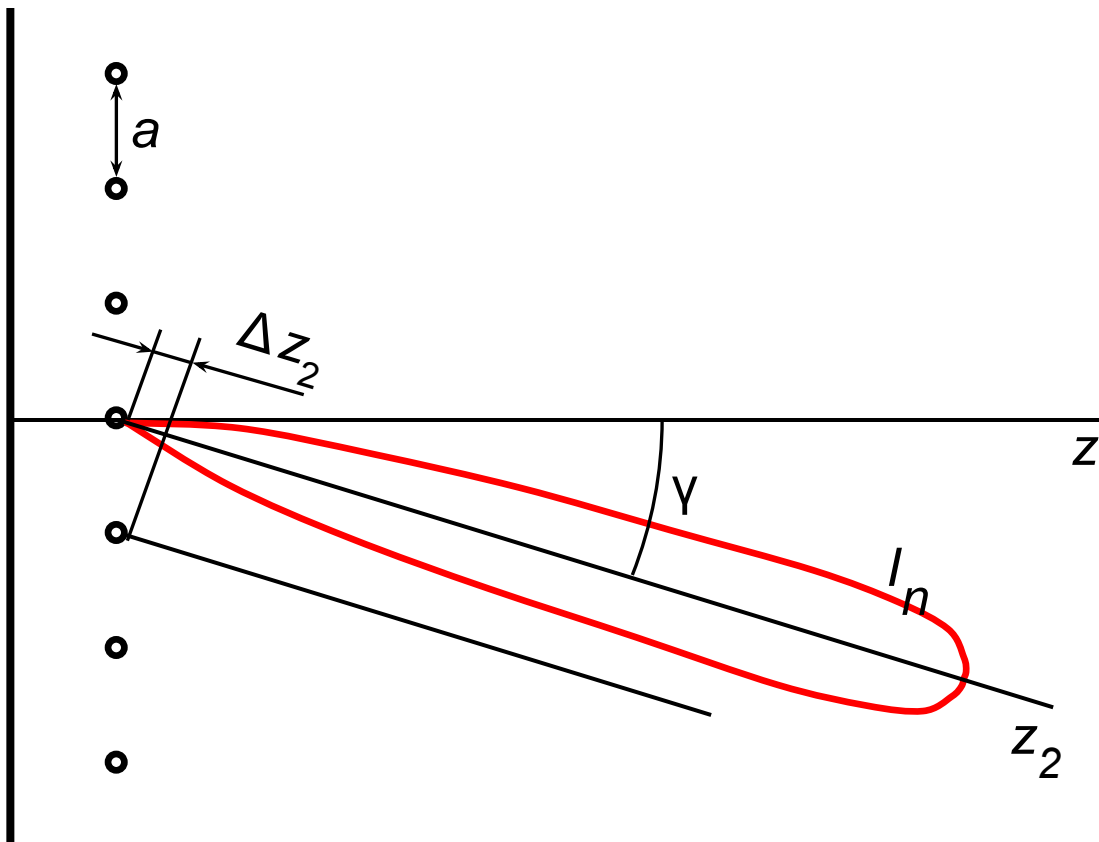
$$\Delta z_1 = a \sin \alpha$$
$$\Delta\Phi_1 = \beta \Delta z_1 = (2\pi/\lambda) \Delta z_1$$

$$\Delta z_1 = \lambda/2 \rightarrow \Delta\Phi_1 = \pi;$$

$$E = 0 \text{ (по } z_1\text{)}$$

Рис. 8-1

## Принцип действия ФАР - 2



$$\Delta z_2 = a \sin \gamma$$

$$\Delta \Phi_2 = \beta \Delta z_2 = (2\pi/\lambda) \Delta z_2$$

Рис. 8-2



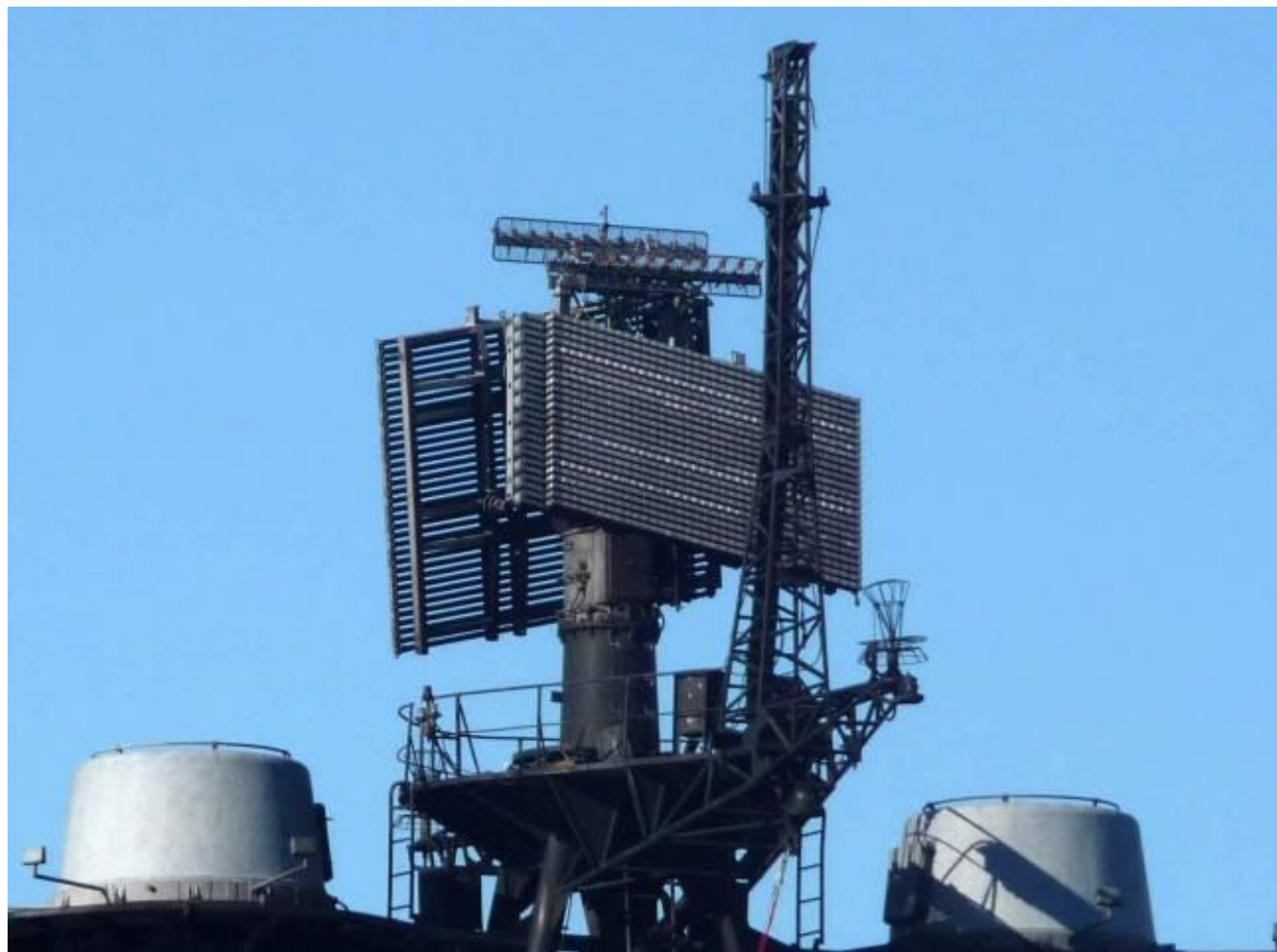
**Рис. 8-3**

**Наземная ФАР системы предупреждения о ракетном нападении на Аляске**



**Рис. 8-4**

**Самолет МИГ-31 с ФАР**



**Корабельная ФАР**