

# Тема 1. **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

№№ занятий	Наименование занятий	Время (час)
1	Задачи курса и общие сведения о радиолокации.	2
2	Дальность действия радиолокационной станции в свободном пространстве.	2
3	Импульсный метод радиолокации.	2
4	Когерентно – импульсный метод радиолокации.	2
5	Методы обзора пространства, определение угловых координат и высоты.	2
6	Основные тактико – технические характеристики импульсных РЛС и требования, предъявляемые к ним.	2

# Тема 1.           **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

## Занятие 1.           **ЗАДАЧИ КУРСА И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОЛОКАЦИИ**

### Вопросы занятия.

1. Задачи курса и основные определения радиолокации.
2. Краткая история развития отечественной радиолокации.
3. Основные принципы радиолокации.
4. Виды радиолокации, классификация РЛС, области применения радиолокации.

# *ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИИ*

## **РАДИОЛОКАЦИЯ –**

**область радиотехники, задачей которой является обнаружение и распознавание различных объектов в пространстве и определение их координат и параметров движения с помощью радиоволн.**

## **РАДИОЛОКАЦИОННАЯ ЦЕЛЬ –**

**объект радиолокации, т.е. материальный объект, сведения о котором представляют практический интерес:**

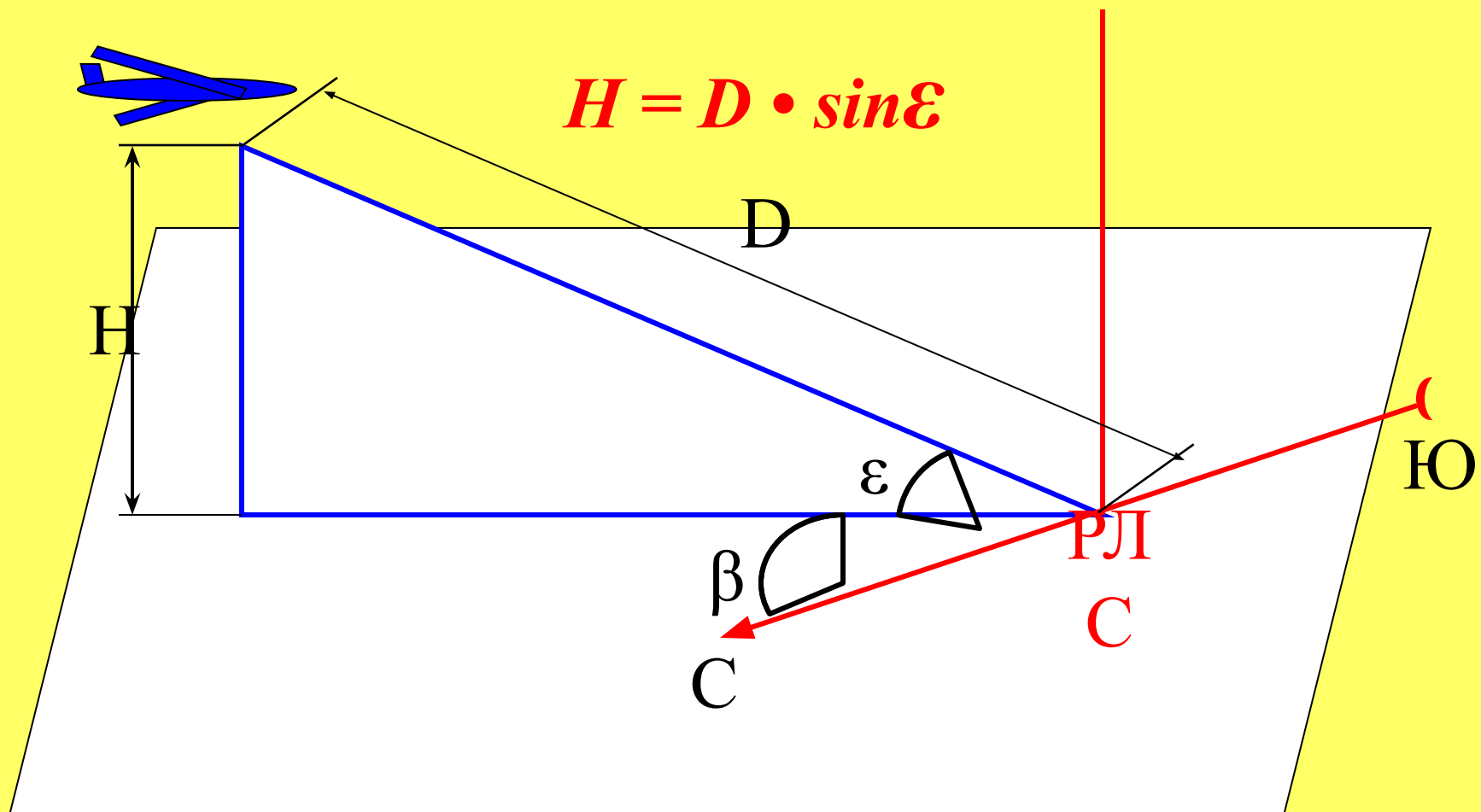
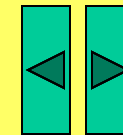
- аэродинамические цели;**
- баллистические или космические;**
- наземные и надводные.**

**РАДИОЛОКАЦИОННАЯ ИНФОРМАЦИЯ (РИ)** –  
совокупность сведений о целях, полученных  
средствами радиолокации.

**РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ (РС)** –  
совокупность технических средств, используемых для  
получения радиолокационной информации.

**РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС (РЛК)** –  
совокупность функционально связанных технических,  
устройств, отдельных станций, обеспечивающих  
получение полного состава радиолокационной  
информации заданного качества.

# Определение местоположения летательного аппарата



## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

**ПЕРВЫЙ ПРИНЦИП РАДИОЛОКАЦИИ** заключается в том, что электромагнитные волны способны отражаться от неоднородностей, встречающихся на пути их распространения («вторичное излучение»).

**ВТОРОЙ ПРИНЦИП РАДИОЛОКАЦИИ** заключается в том, что электромагнитные волны с помощью антенн

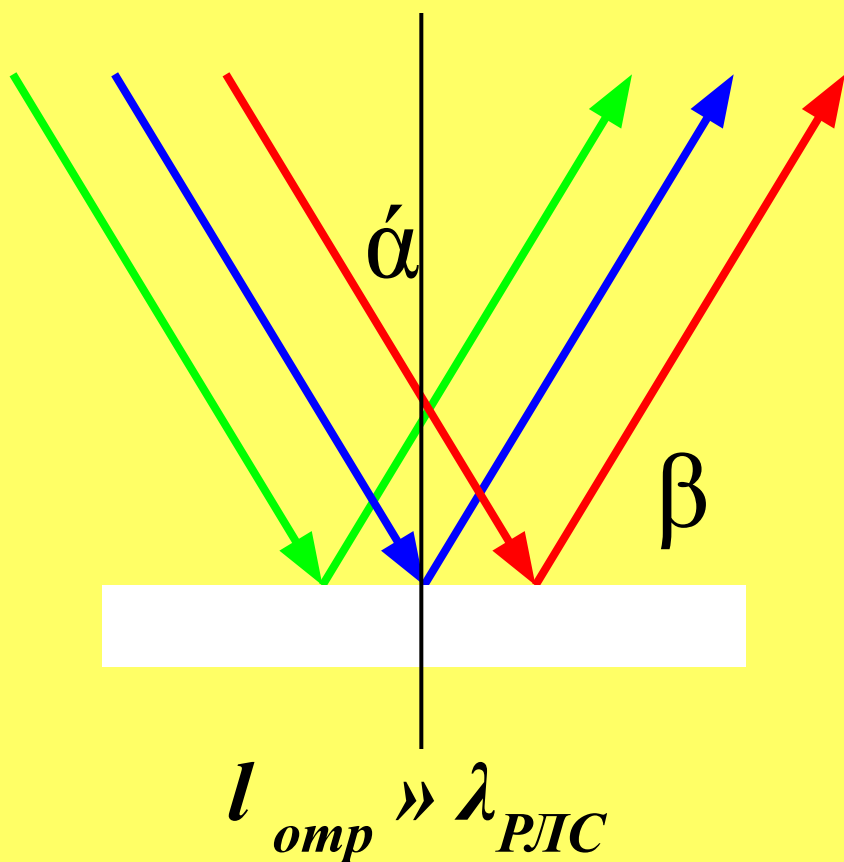
РЛС можно сконцентрировать в узкий луч.

**ТРЕТИЙ ПРИНЦИП РАДИОЛОКАЦИИ** заключается в том, что электромагнитные волны распространяются в пространстве прямолинейно и с постоянной скоростью ( $3 \cdot 10^8$  м\с).

# ОТРАЖЕНИЕ РАДИОВОЛН

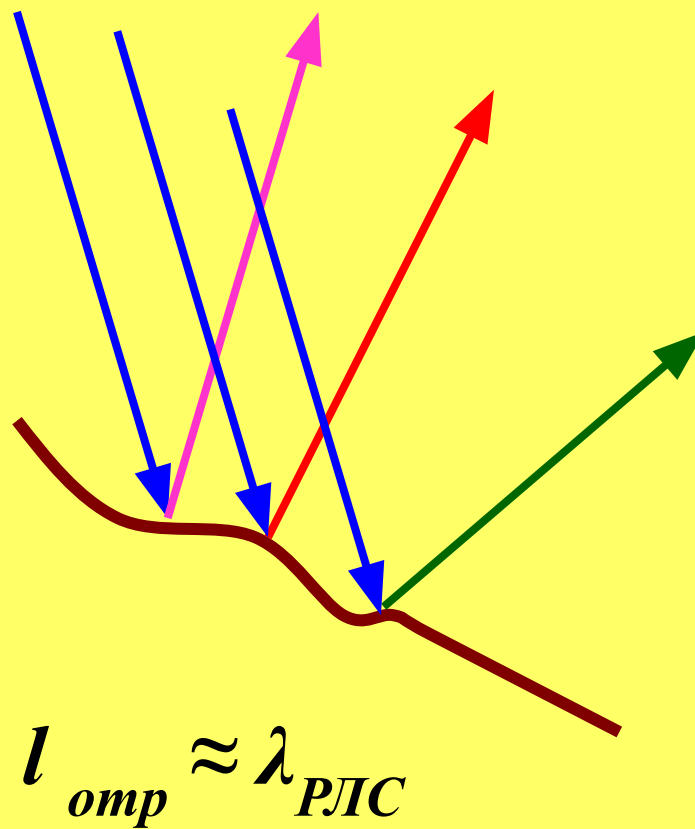
А)

Зеркальное

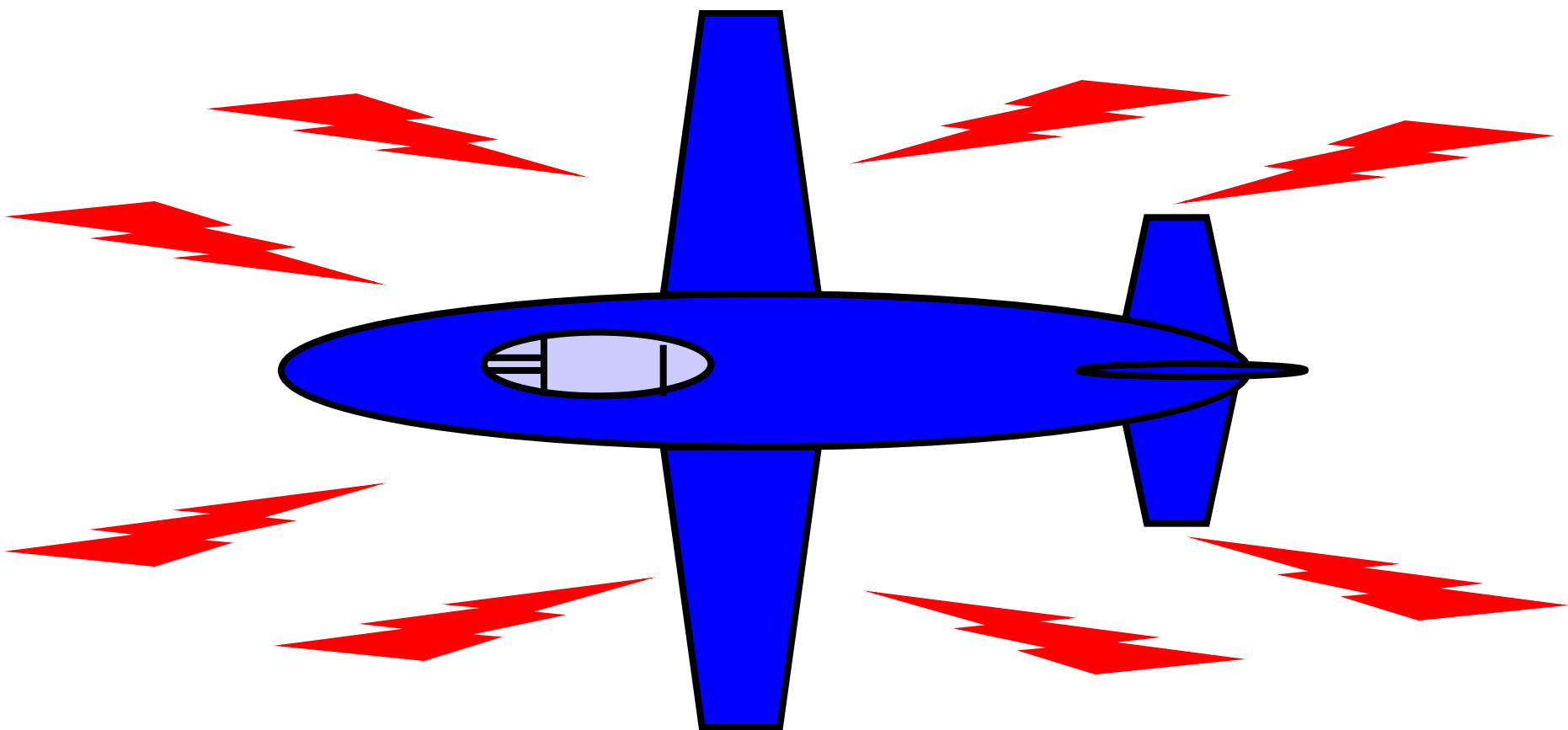


Б)

Рассеянное

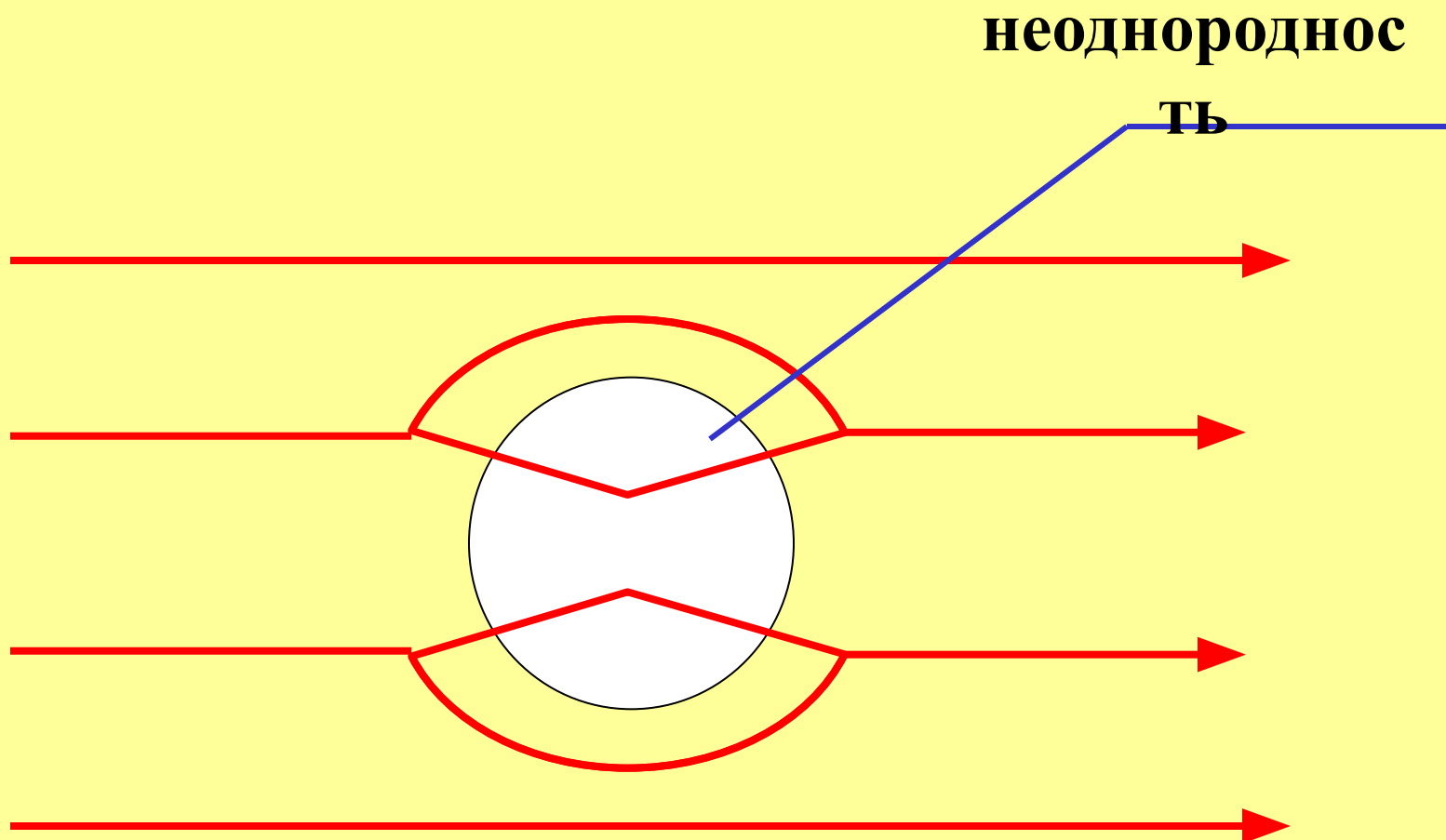


# Вторичное излучение от цели





# Явление дифракции

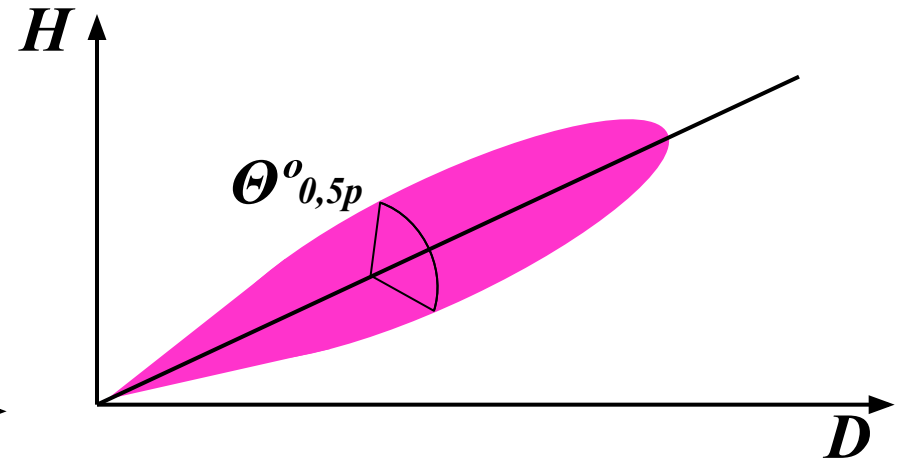
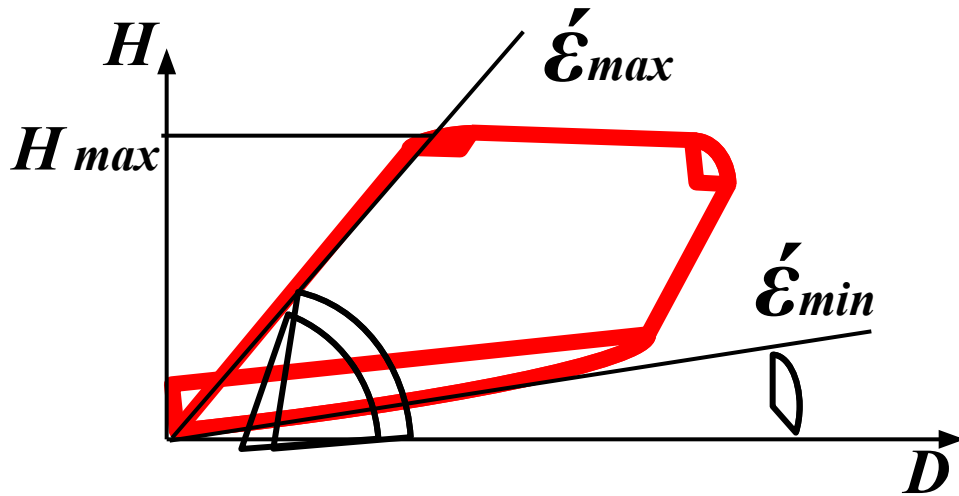


$$l_{\text{отр}} \ll \lambda_{\text{РЛС}}$$

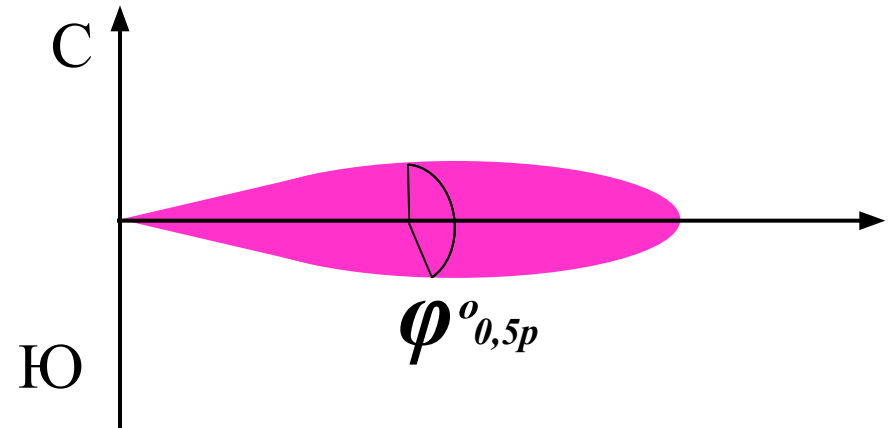
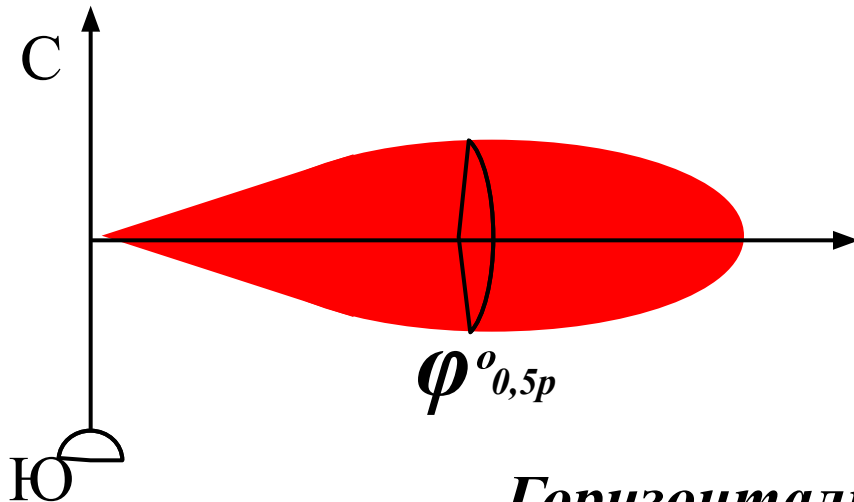
# Диаграммы направленности РЛС

Дальномер

Высотомер



*Вертикальная плоскость*

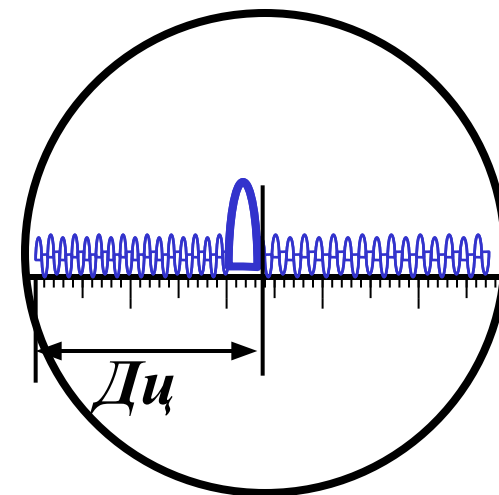


*Горизонтальная плоскость*

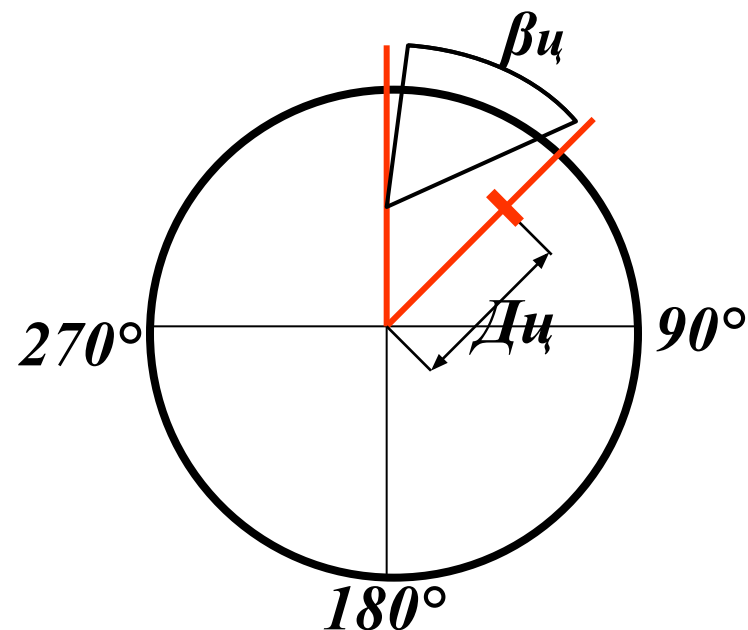
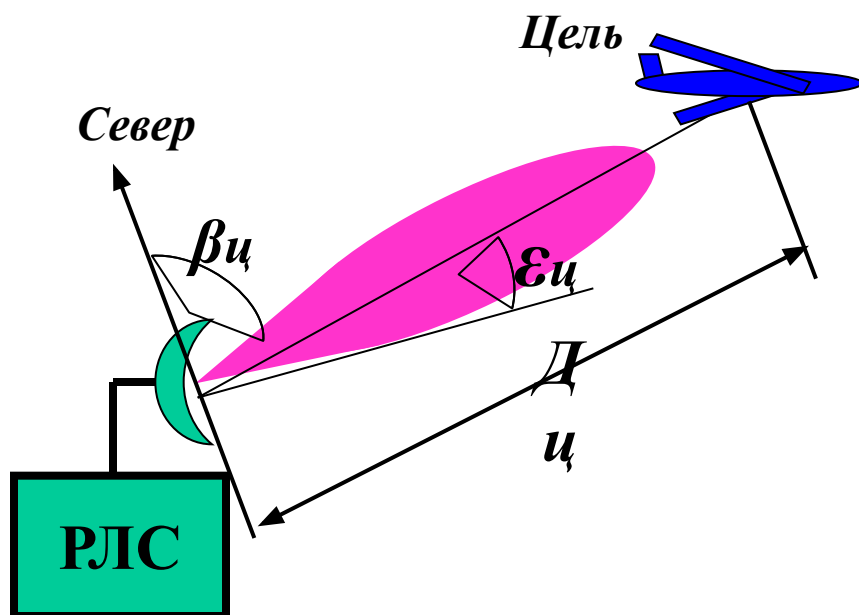
# К определению координат целей

$$D = \frac{c \times t_3}{2}$$

$$C = 3 * 10^8 \text{ м/с}^2$$

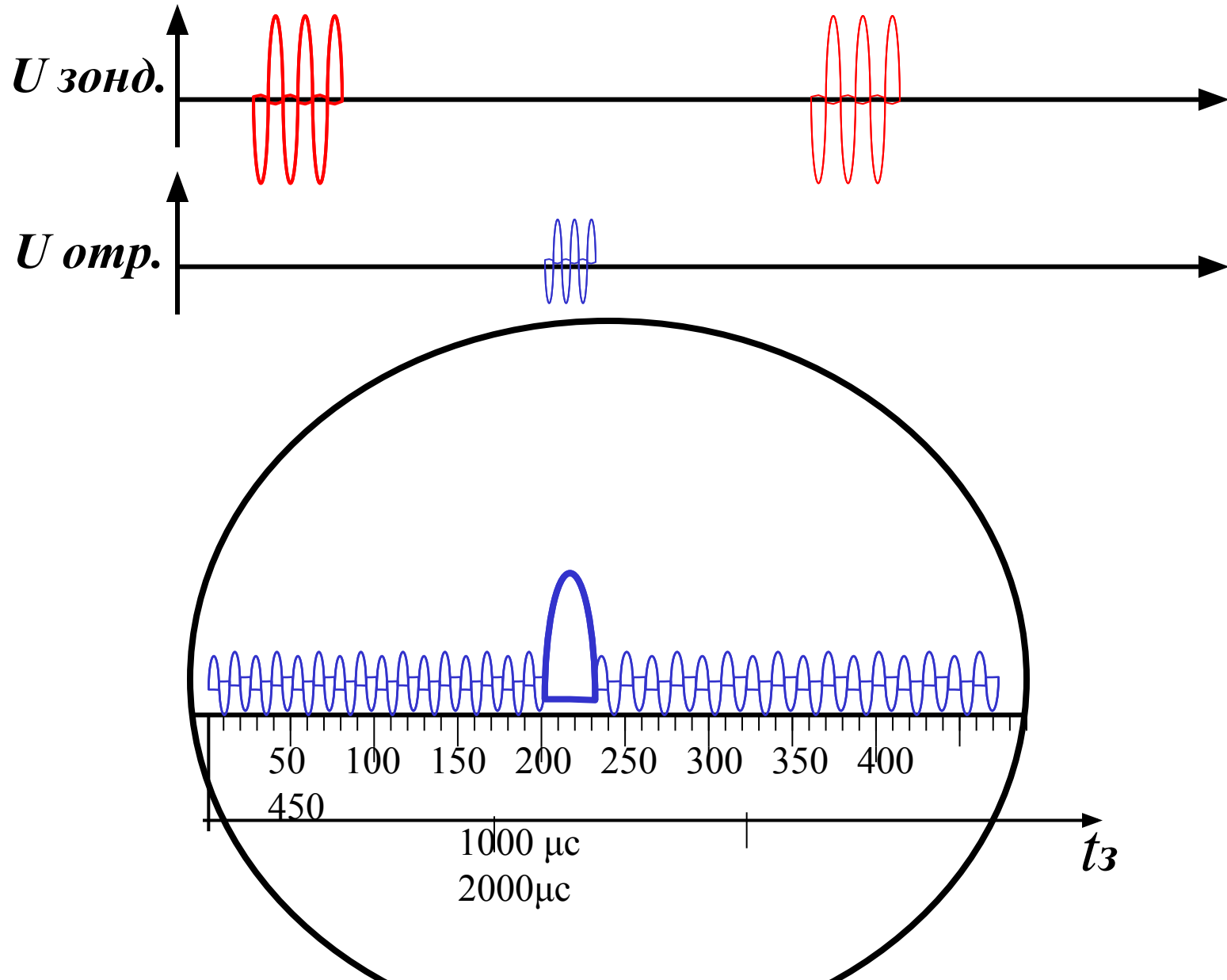


*Индикатор дальности*

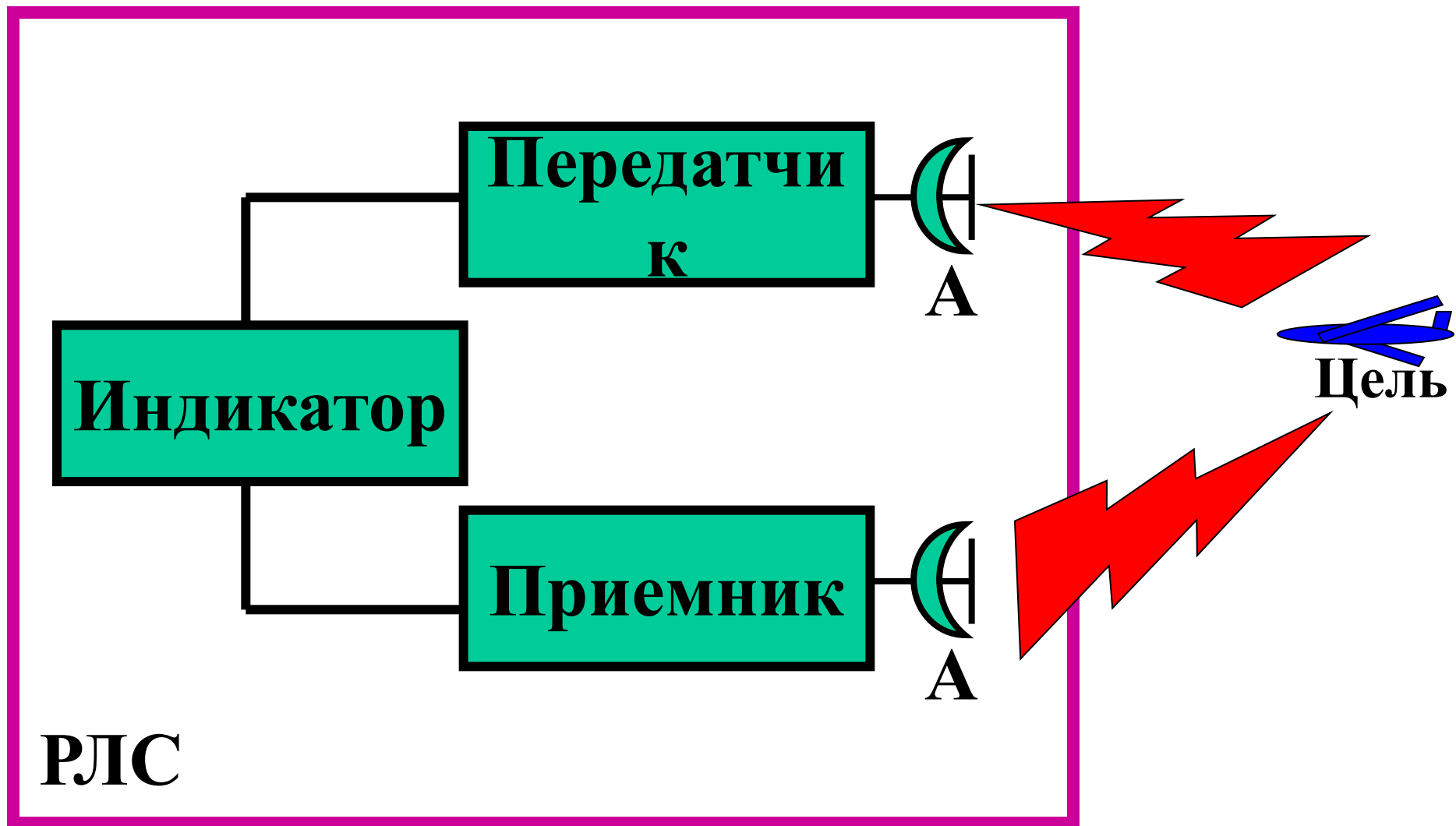


*Индикатор кругового обзора*

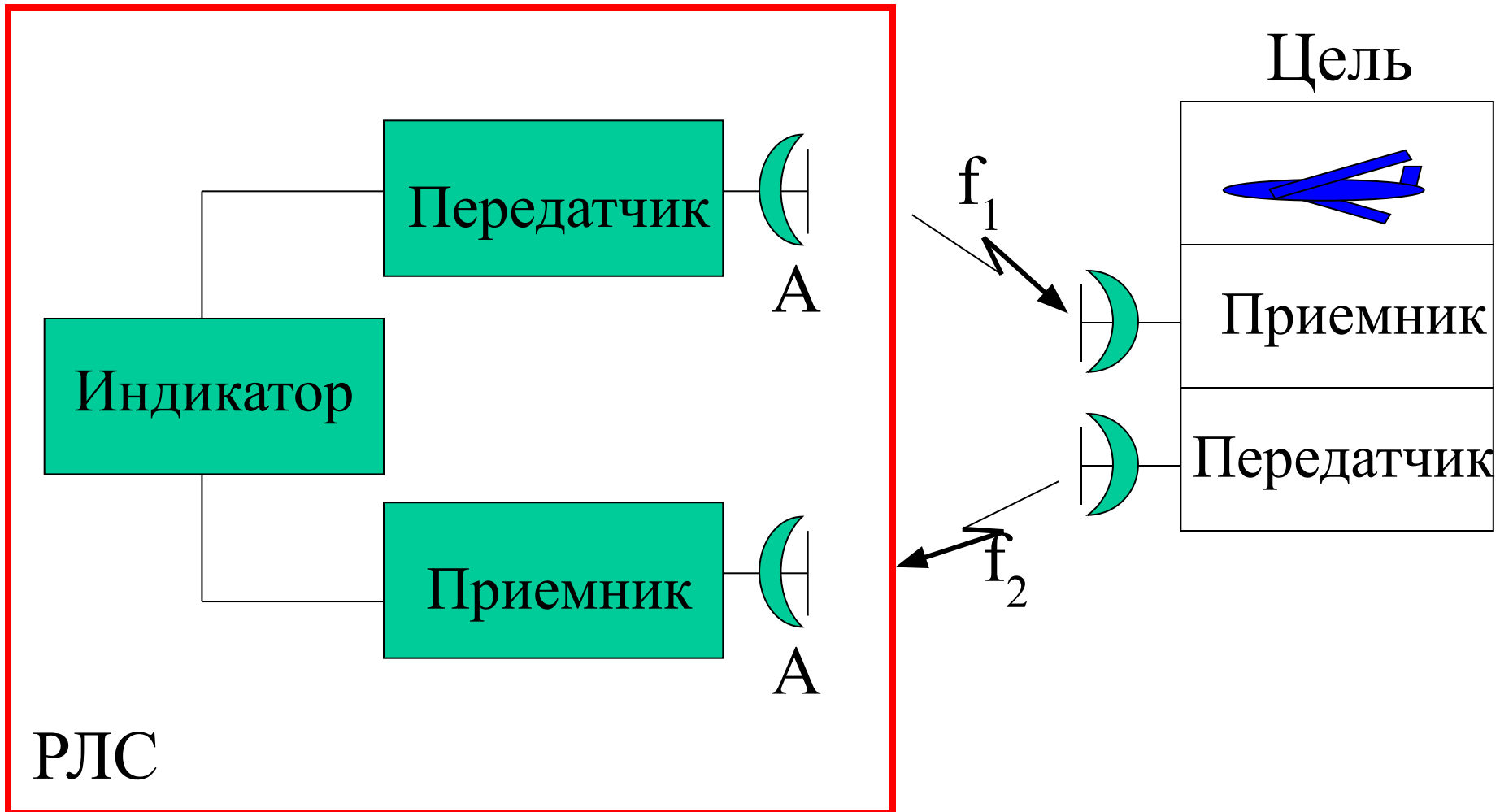
## К определению дальности цели



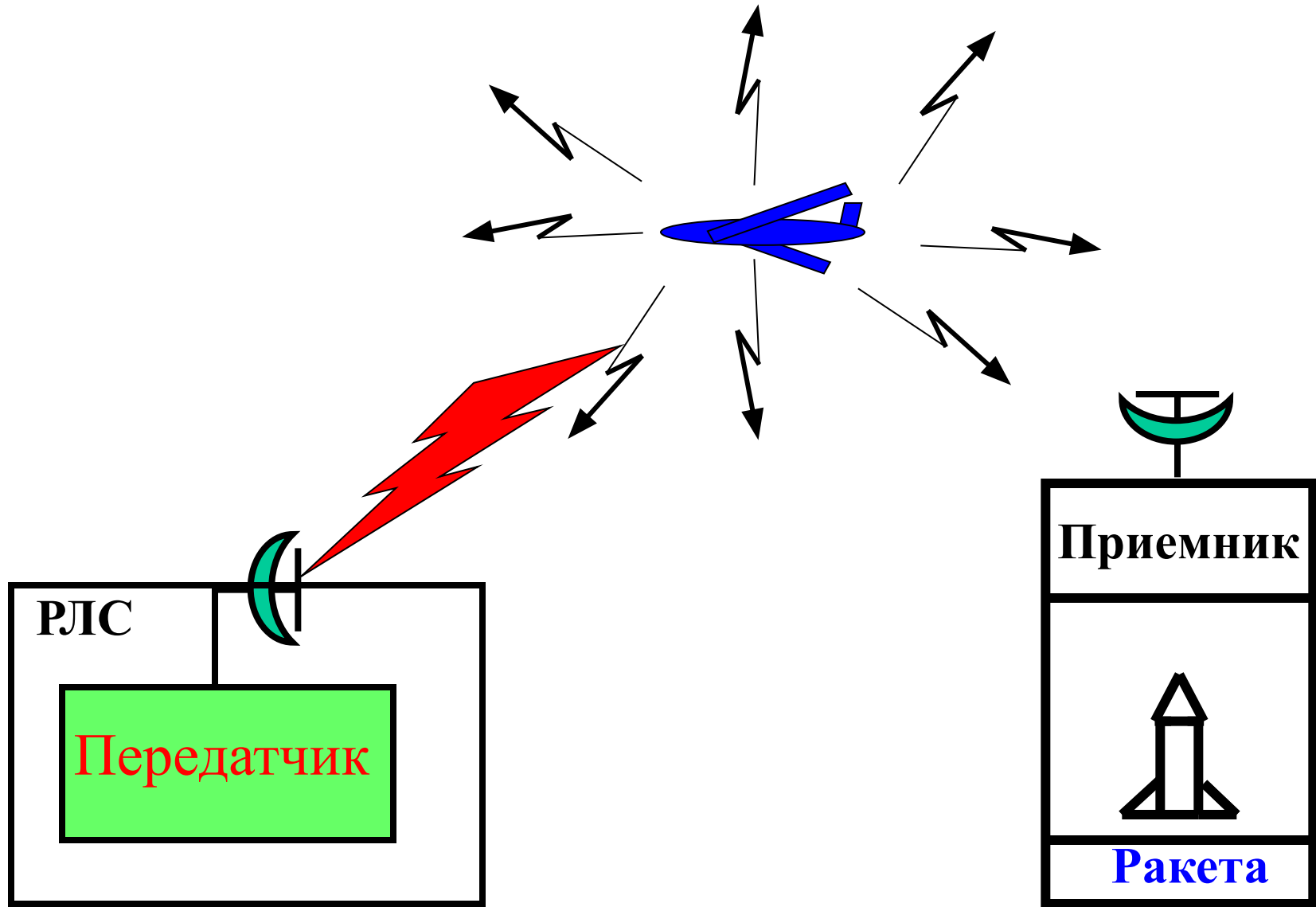
# Активная радиолокация



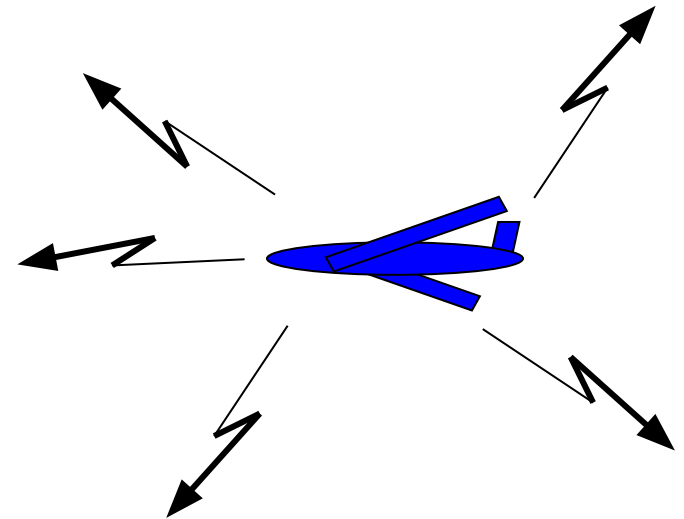
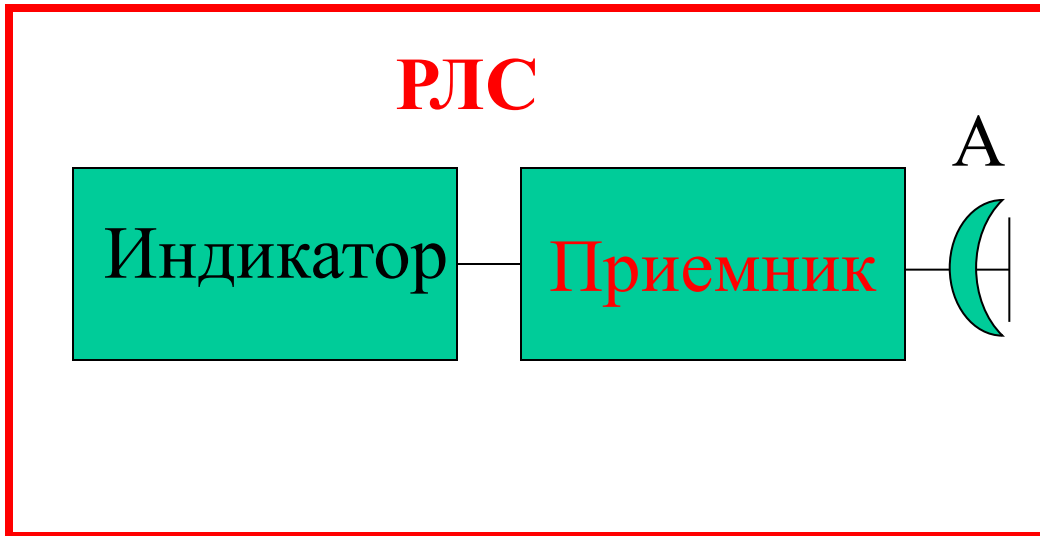
# Активная радиолокация с активным ответом



# Полуактивная радиолокация



# Пассивная радиолокация





**Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И  
МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

**Занятие 2. ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ  
РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ  
В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

**Вопросы занятия.**

1. Уравнение максимальной дальности действия РЛС в свободном пространстве.
2. Предельная дальность прямой радиовидимости.
3. Влияние Земли и атмосферы на дальность действия РЛС.

# К определению максимальной

## дальности действий РЛС

$$P_{\text{ц}} = \frac{P_{\text{и}}}{4\pi \cdot D^2}$$

$$P_{\text{ц}} = \frac{P_{\text{и}} \cdot G_1}{4\pi \cdot D^2}$$

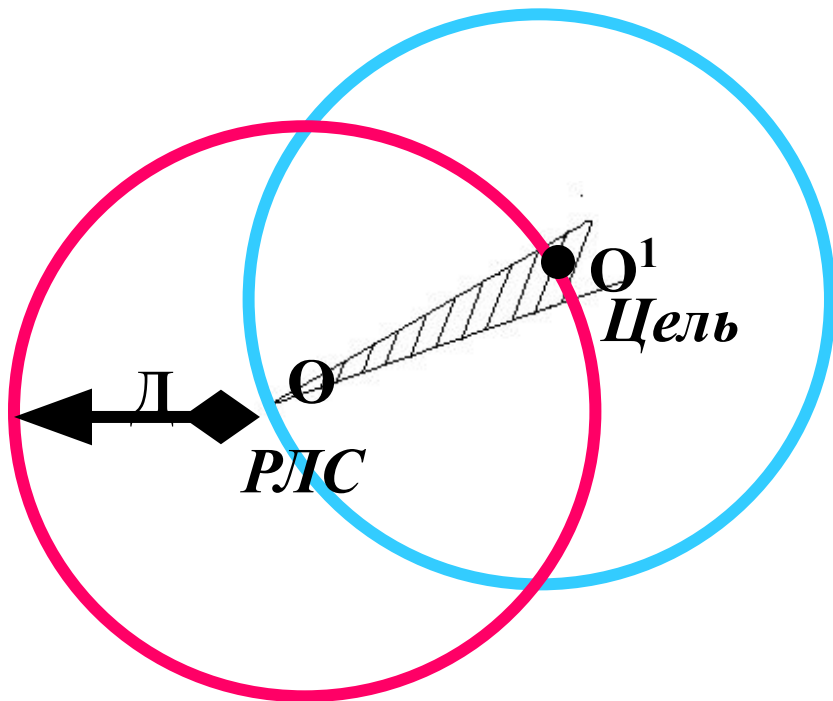
$$P_{\text{отпр}} = \frac{P_{\text{и}} \cdot G_1 \cdot \delta}{4\pi \cdot D^2}$$

$$P_{\text{отпр}} = \frac{P_{\text{и}} \cdot G_1 \cdot \delta}{4\pi \cdot D^2 \cdot 4\pi \cdot D^2}$$

$$P_{\text{отпр}} = \frac{P_{\text{и}} \cdot G_1 \cdot \delta \cdot S_{\text{а}}}{(4\pi \cdot D^2)^2}$$

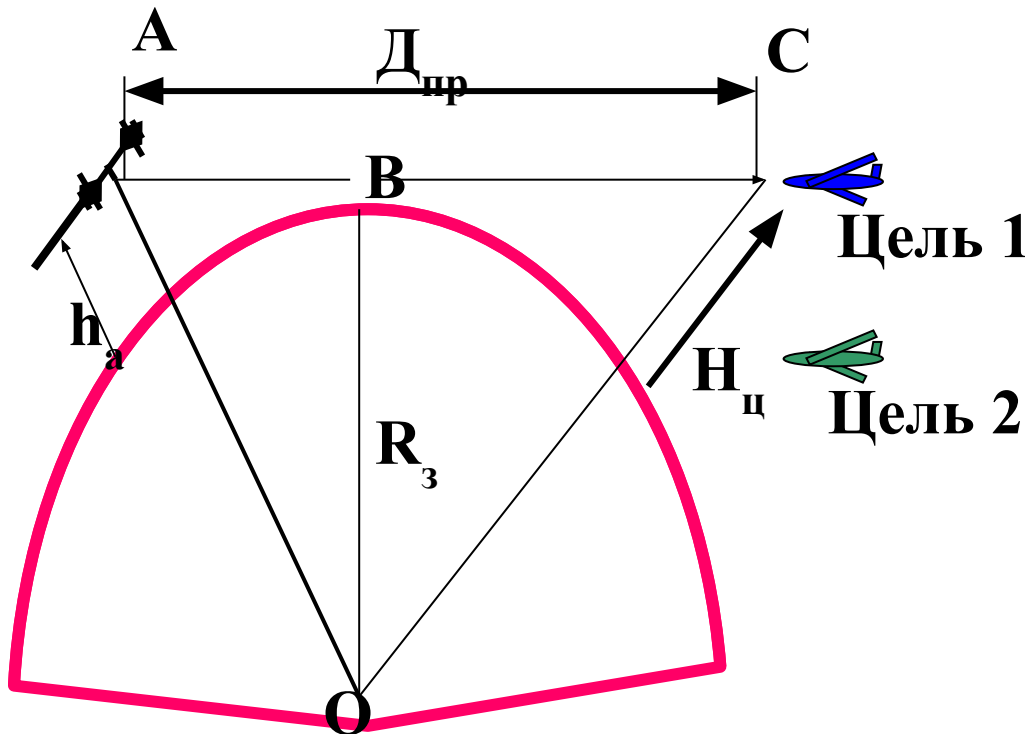
$$D = \sqrt[4]{\frac{P_{\text{и}} \cdot G_1 \cdot \delta \cdot S_{\text{а}}}{(4\pi)^2 \cdot P_{\text{нр}}}}$$

$$D_{\text{max}} = \sqrt[4]{\frac{P_{\text{и}} \cdot G_1 \cdot \delta \cdot S_{\text{а}}}{(4\pi)^2 \cdot P_{\text{нр.min}}}}$$





# ПРЕДЕЛЬНАЯ ДАЛЬНОСТЬ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ



$$D_{пр} = AB + BC = \sqrt{(R_з + ha)^2 - R_з^2} + \sqrt{(R_з + H_ц)^2 - R_з^2}$$

$$R_з = 6375 \text{ км}$$

$$R_з \gg ha \text{ и } H_ц$$

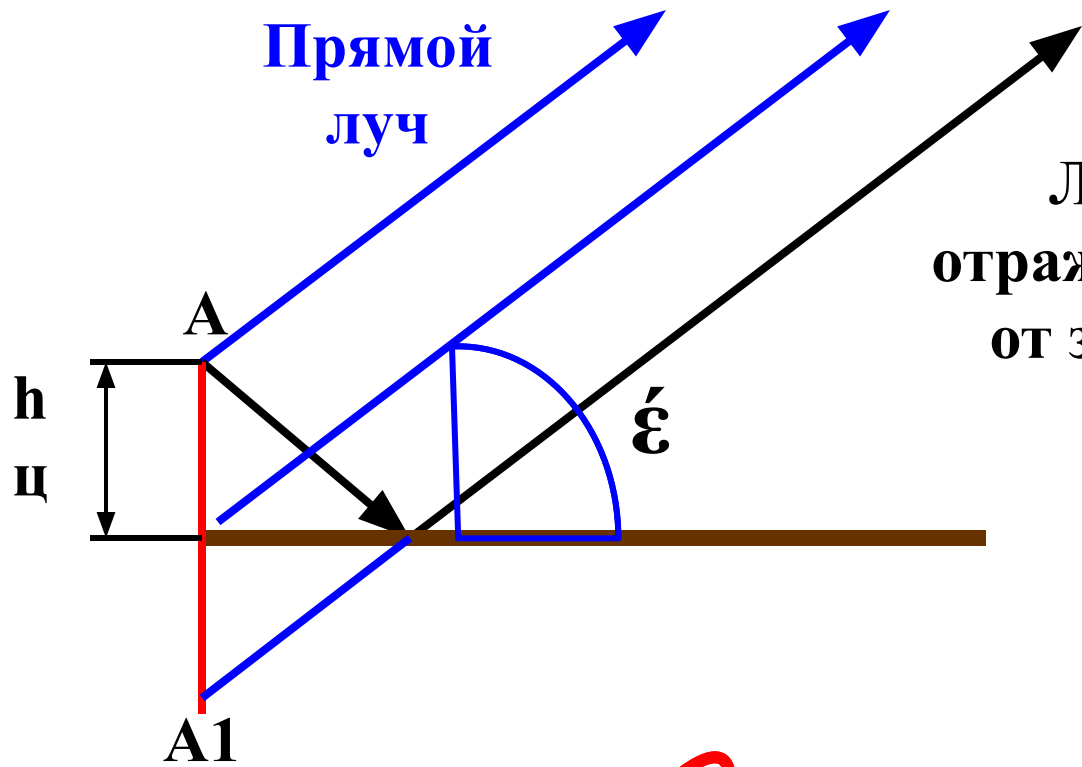
$$D_{пр} = \sqrt{2R_з \cdot ha} + \sqrt{2R_з \cdot H_ц} = \sqrt{2R_з} \cdot (\sqrt{ha} + \sqrt{H_ц})$$

$$D_{пр} = 110 \cdot (\sqrt{ha} + \sqrt{H_ц})$$

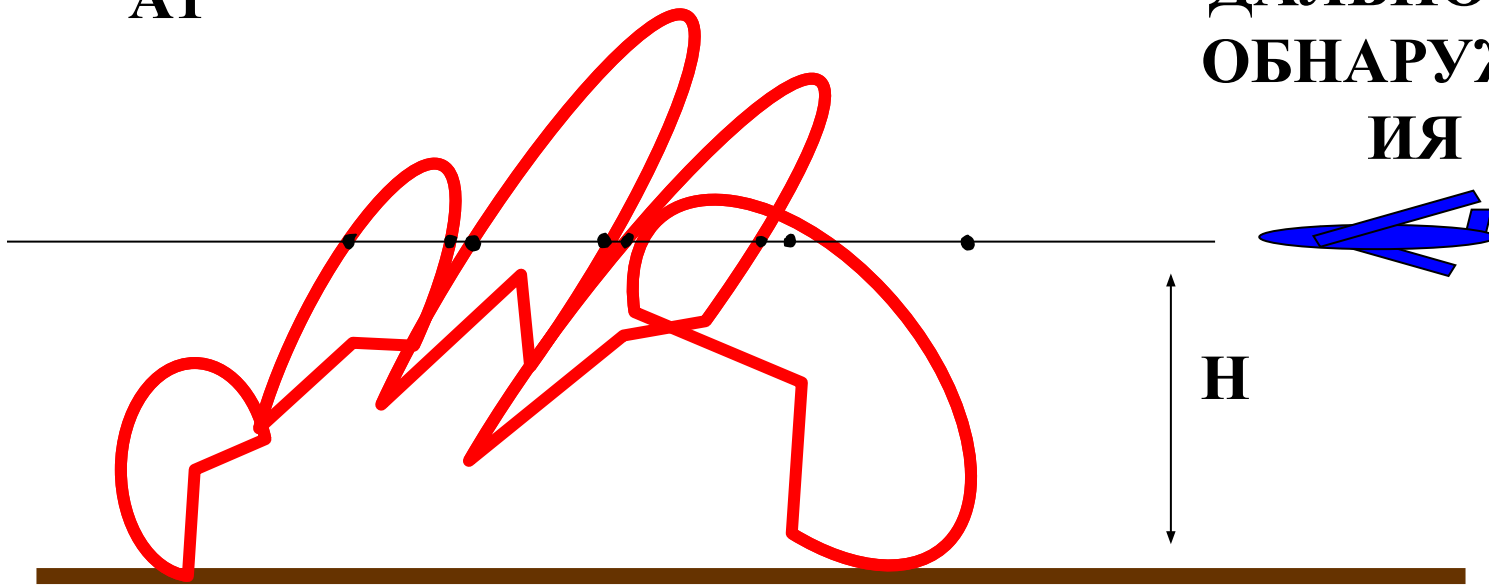
$$D_{пр} \approx 110 \sqrt{H_ц}$$

$H_ц$ (км)	0,5	1	2	3	4	5	10
$D_{пр}$ (км)	77	110	155	190	220	246	348

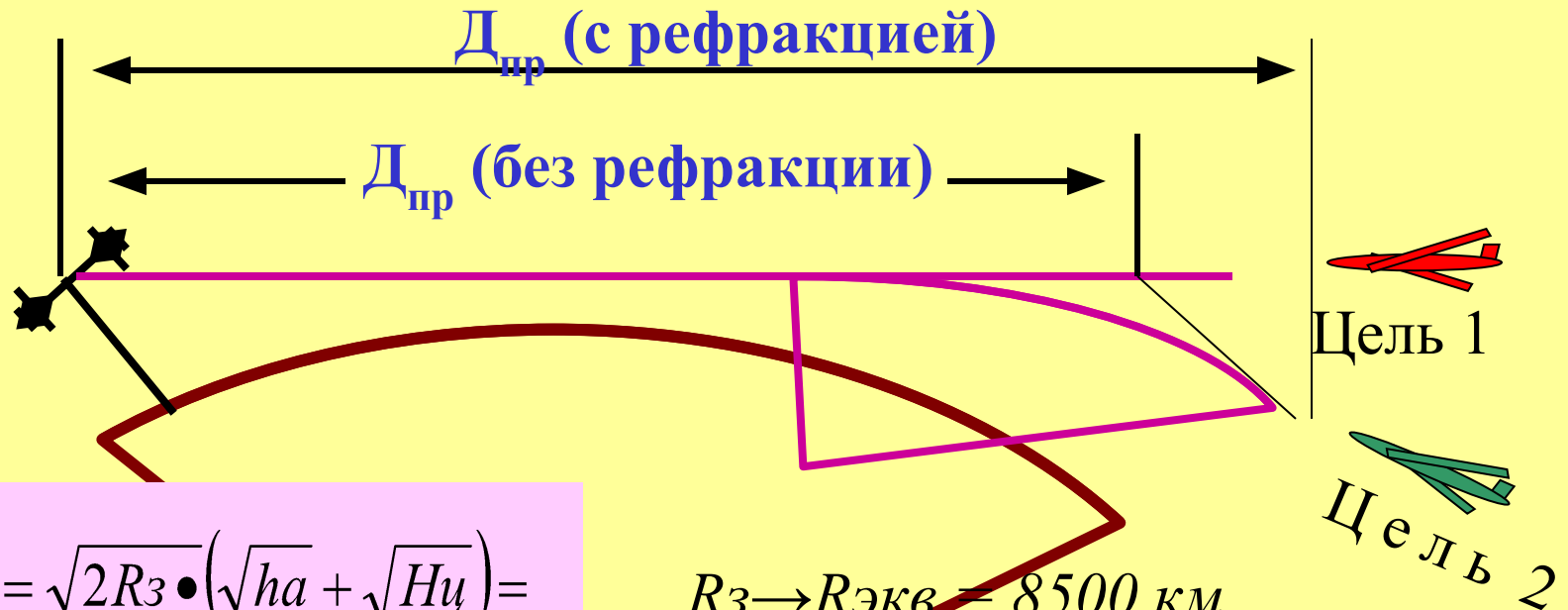
Предельная дальность для разных  
высот  
полета цели



**ВЛИЯНИЕ  
ЗЕМЛИ  
НА  
МАКСИМАЛЬ  
НУЮ  
ДАЛЬНОСТЬ  
ОБНАРУЖЕН  
ИЯ**



# ВЛИЯНИЕ РЕФРАКЦИИ НА МАКСИМАЛЬНУЮ ДАЛЬНОСТЬ



$$D_{пр} = \sqrt{2R_з} \cdot (\sqrt{h_a} + \sqrt{H_{ц}}) =$$

$$+ 110 \cdot (\sqrt{h_a} + \sqrt{H_{ц}})$$

$$D_{пр} = 110 \cdot (\sqrt{h_a} + \sqrt{H_{ц}})$$

*Без учета рефракции*

$$R_з \rightarrow R_{экв} = 8500 \text{ км}$$

$$D_{пр} = 127 \cdot (\sqrt{h_a} + \sqrt{H_{ц}})$$

$$D_{пр} = 127 \cdot \sqrt{H_{ц}} \quad \text{Когда } H_{ц} \gg h_a$$

*С учетом рефракции*

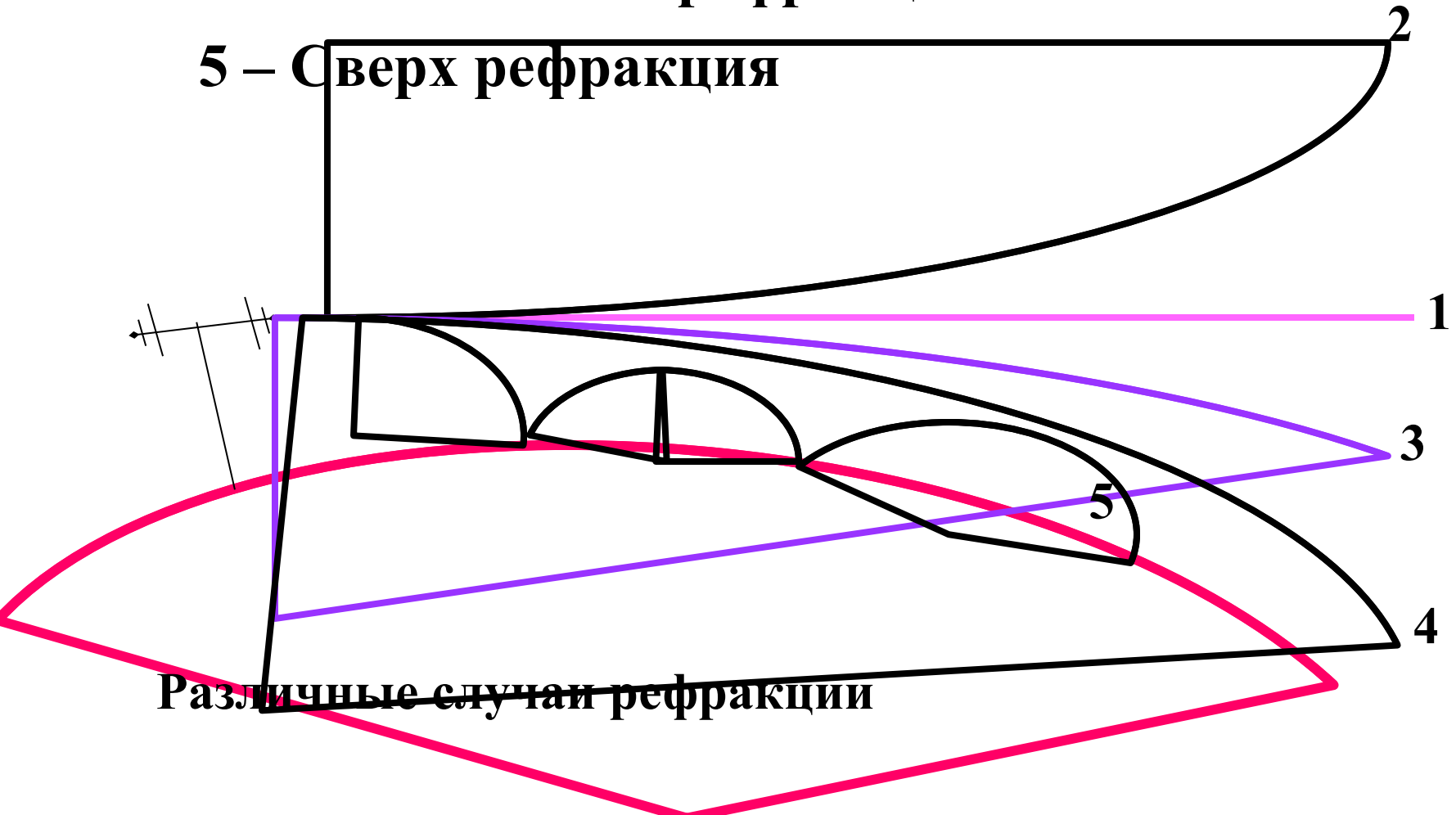
1- Без рефракции

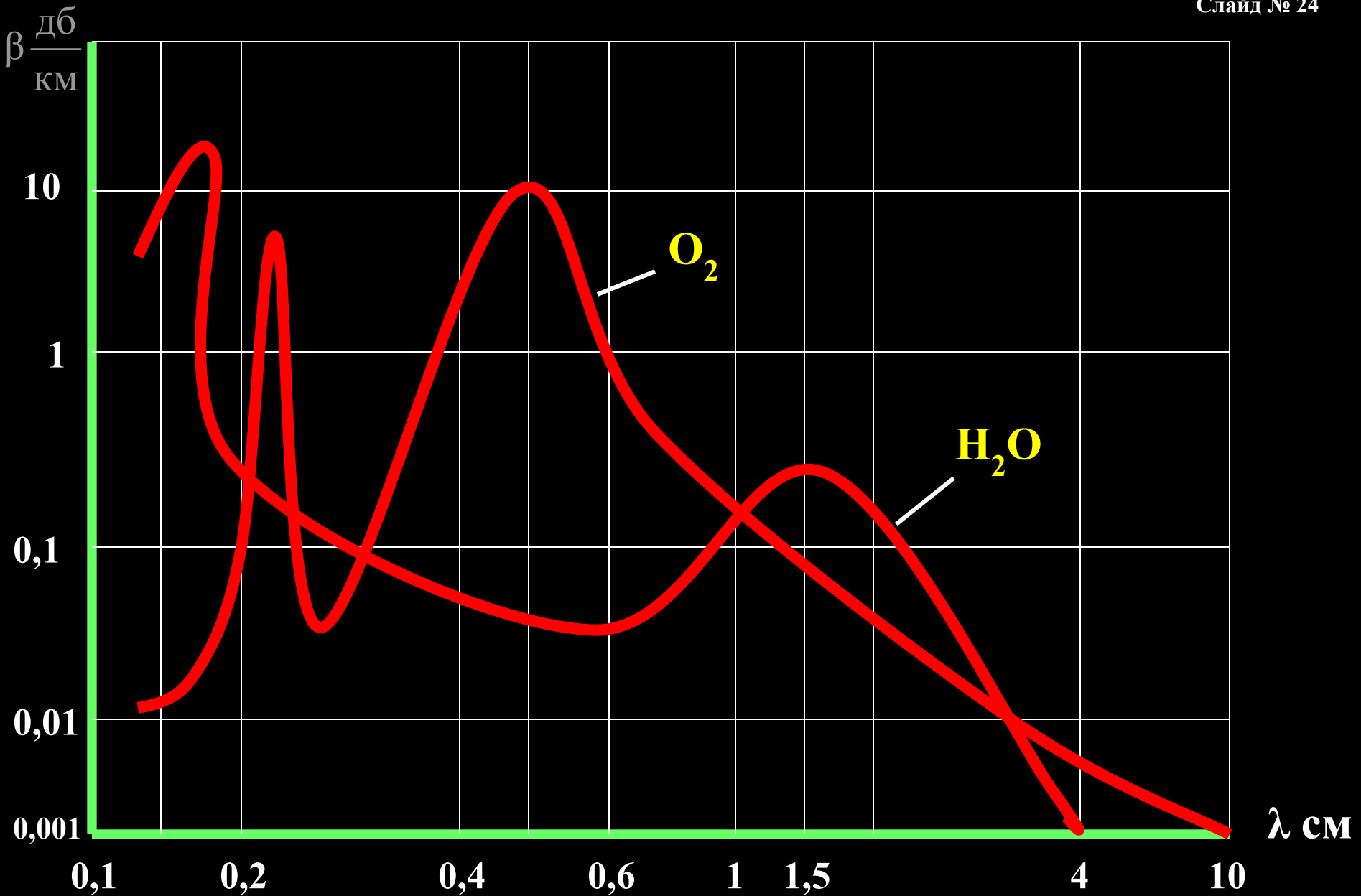
2- Отрицательная рефракция

3 – Нормальная рефракция

4 – Повышенная рефракция

5 – Сверх рефракция





Кривые зависимости коэффициента ослабления радиоволны от  $\lambda$  для кислорода и паров воды

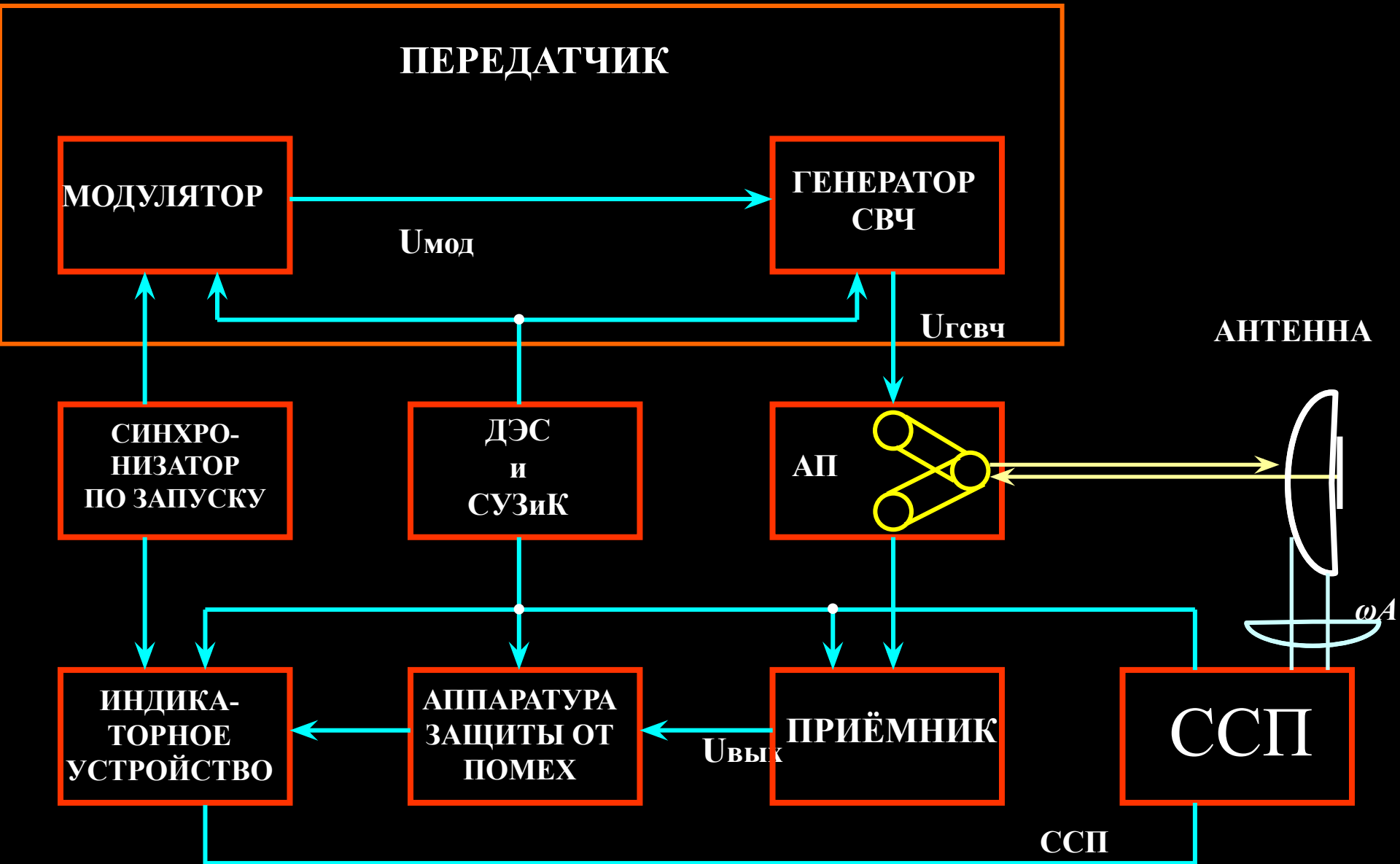


**Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И  
МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

**Занятие 3. ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД  
РАДИОЛОКАЦИИ**

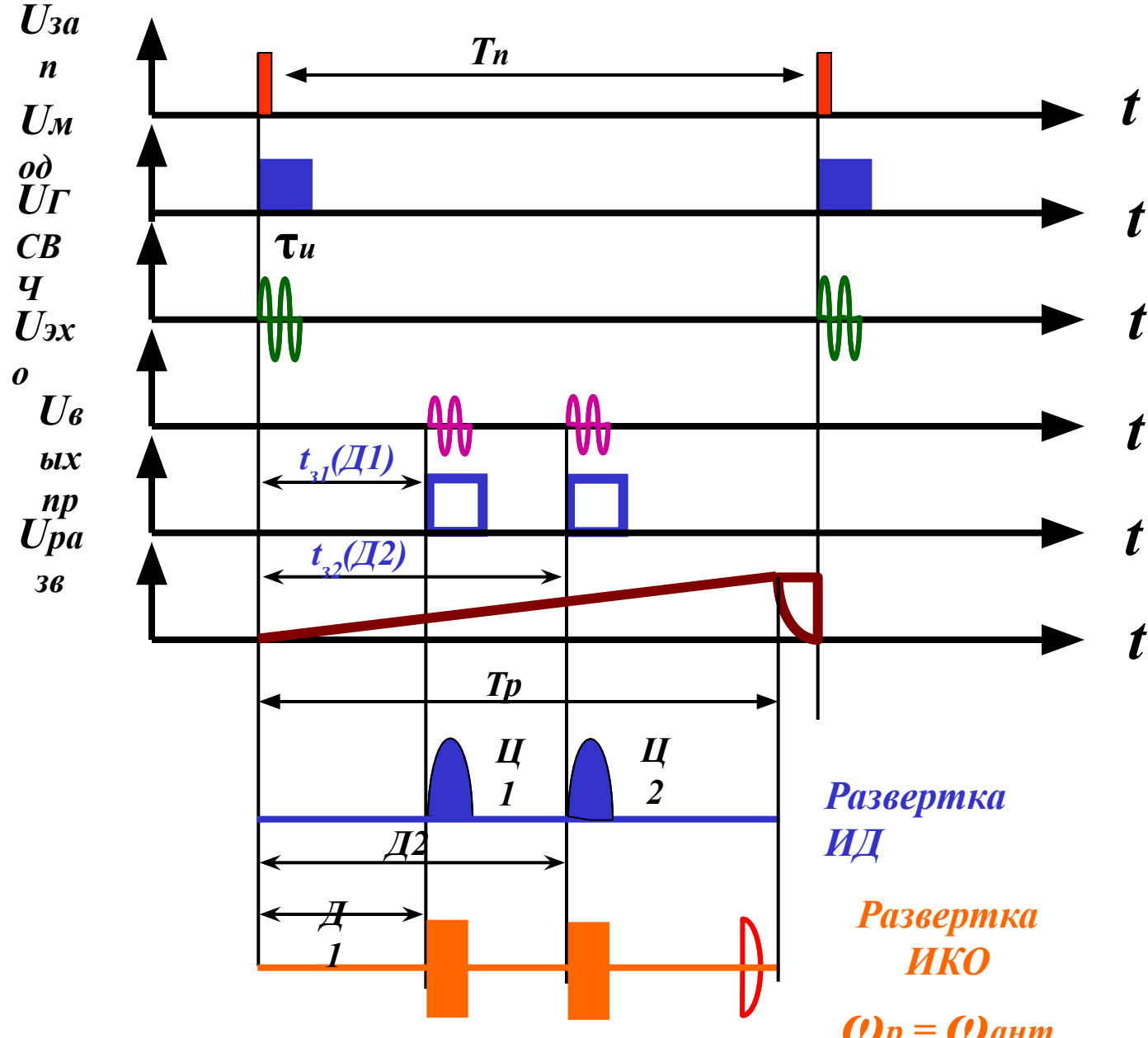
**Вопросы занятия.**

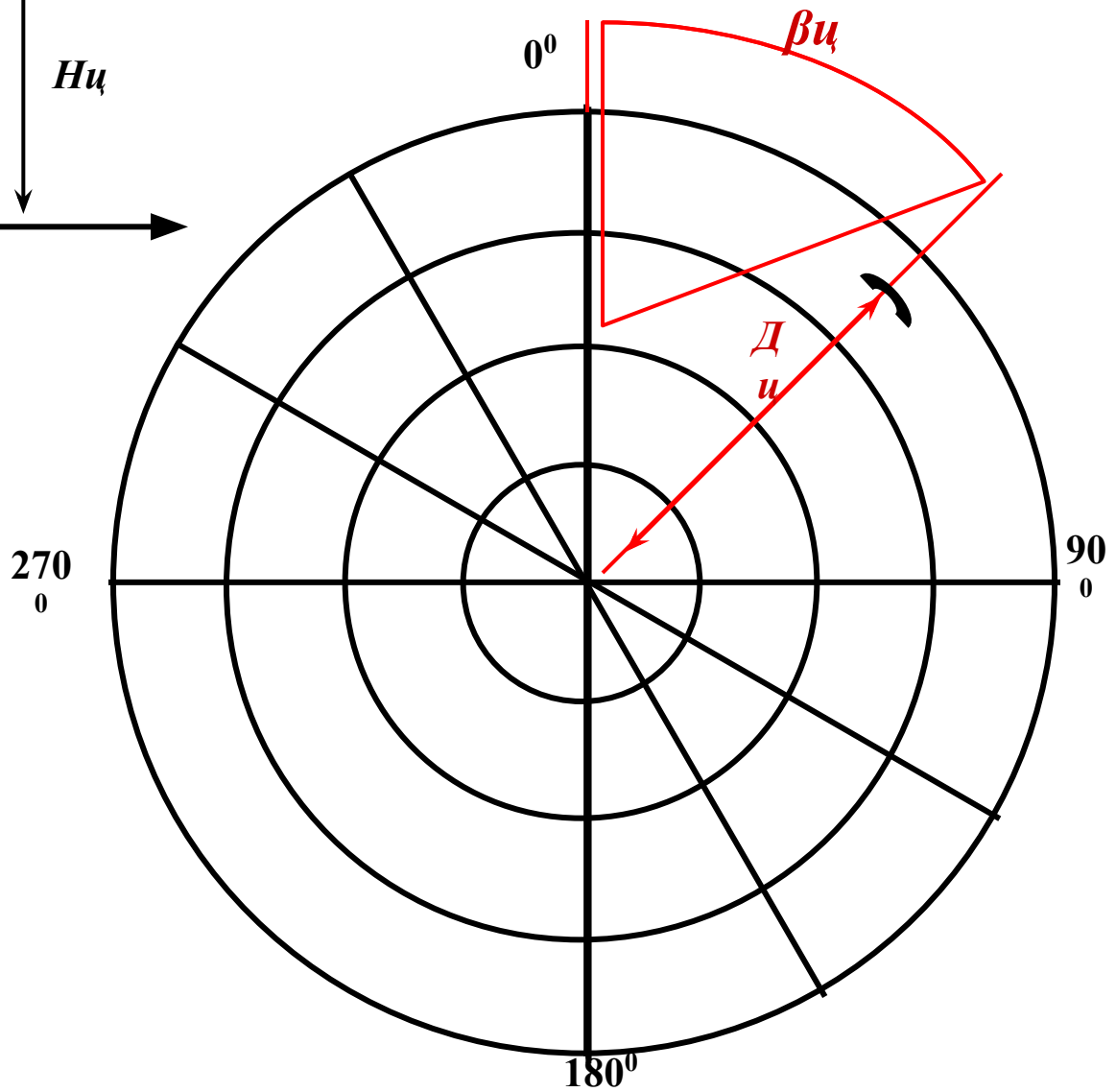
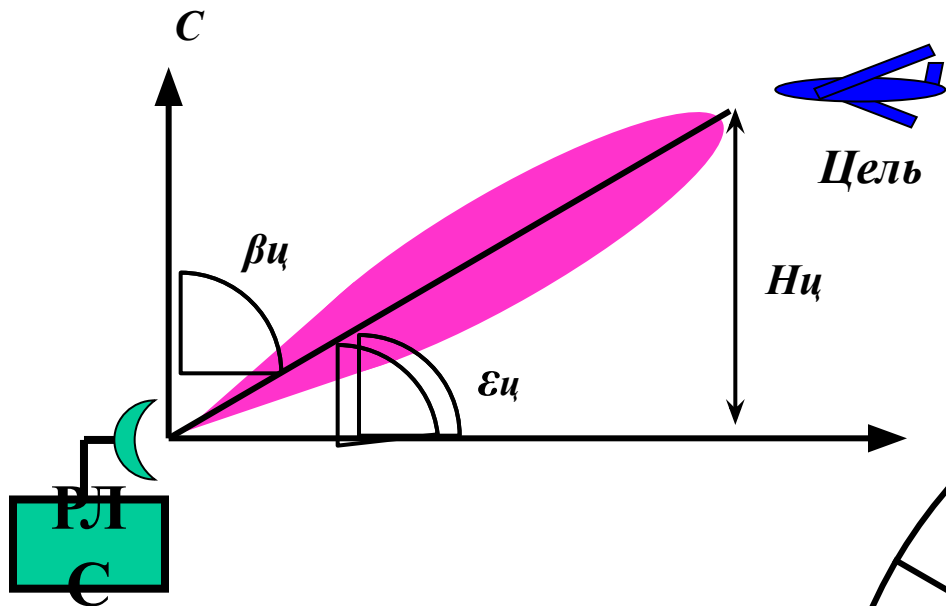
1. Сущность импульсного метода радиолокации и структурная схема импульсной РЛС.
2. Основные показатели импульсного метода.
3. Метод непрерывного излучения.



УПРОЩЁННАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ИМПУЛЬСНОЙ РЛС

## К принципу работы импульсной РЛС





**ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ДАЛЬНОСТИ  
И  
АЗИМУТА  
ЦЕЛИ**

# ВЫВОДЫ

- 1. Определение дальности до объекта при импульсном методе сводится к измерению времени запаздывания ( $t_z$ ) отраженного сигнала относительно зондирующего импульса. Момент излучения зондирующего импульса берется за начало отсчета времени распространения радиоволн.*
- 2. Достоинства импульсных РЛС:*
  - удобство визуального наблюдения одновременно всех целей, облучаемых антенной в виде отметок на экране индикаторов;*
  - поочередная работа передатчика и приемника позволяет использовать одну общую антенну для передачи и приема.*

# ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИМПУЛЬСНОГО

МЕТОДА:

**однозначно определяемая**

**максимальная**

**дальность**

**Д**

**разрешающая способность по**

**дальности**

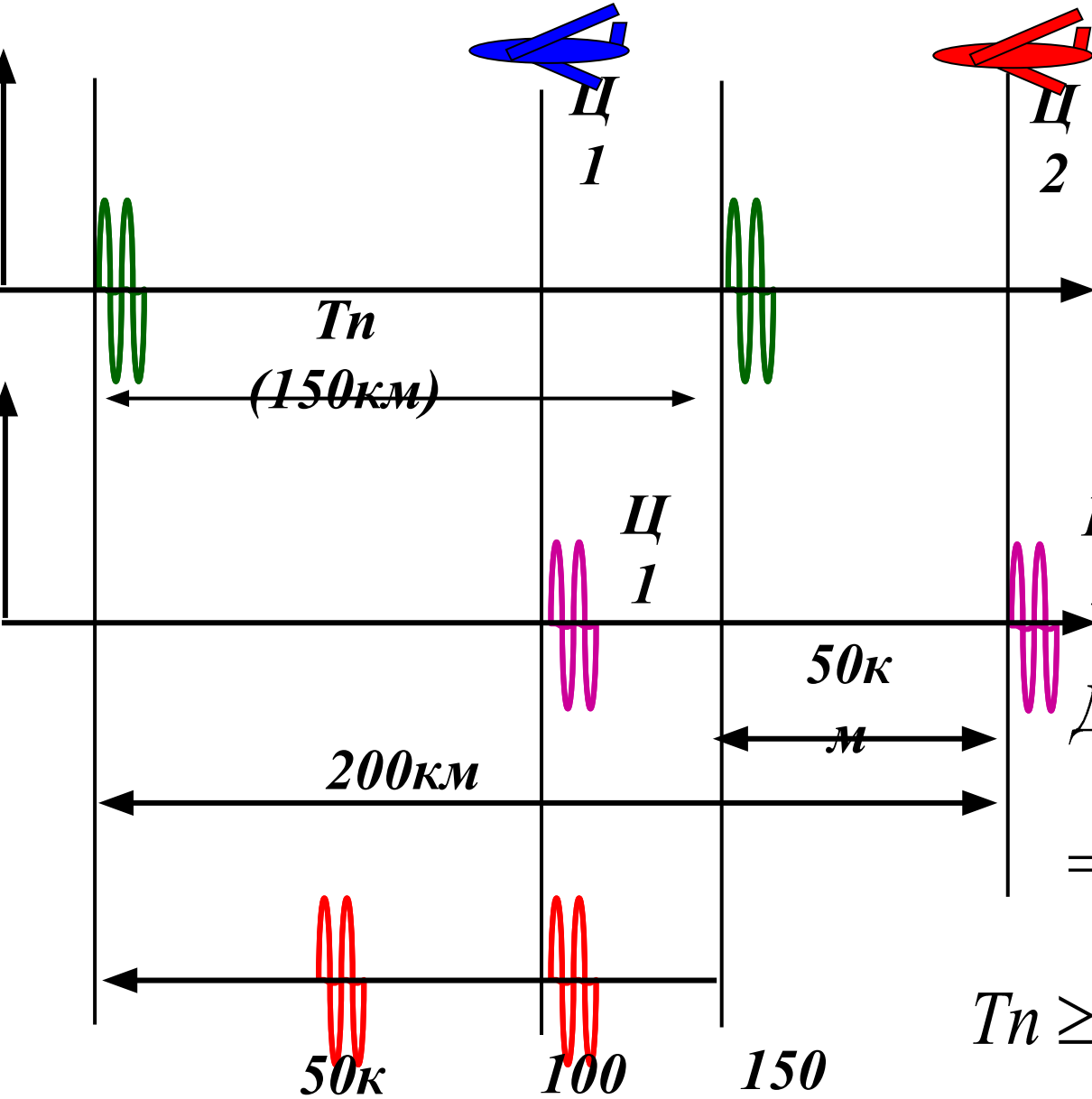
**δД**

**минимально определяемая**

**дальность**

**Д<sub>мин</sub>**

# ОДНОЗНАЧНО ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ МАКСИМАЛЬНАЯ ДАЛЬНОСТЬ



$$D_{\max} \text{ РЛС} = 300 \text{ км}$$

$$T_n = 1000 \text{ мкс}$$

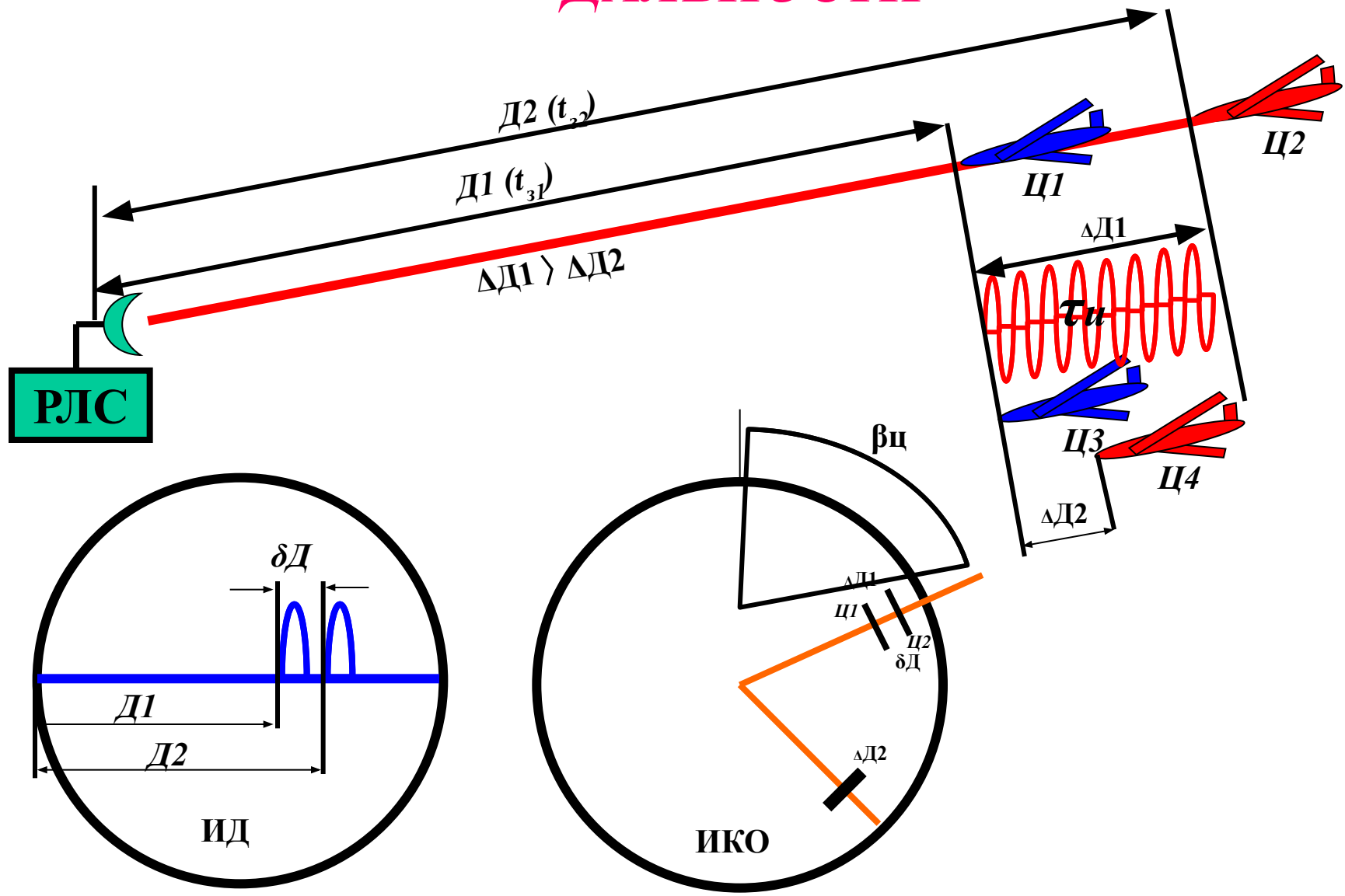
$$D_{u1} = 100 \text{ км}$$

$$D_{u2} = 200 \text{ км}$$

$$D = \frac{cT_n}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-3}}{2} = 1,5 \cdot 10^5 = 150 \text{ км}$$

$$T_n \geq t_{\text{зад. макс.}} \quad T_n \geq \frac{2D_{\text{макс.}}}{c}$$

# РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПО ДАЛЬНОСТИ





**РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ ПО ДАЛЬНОСТИ**  
 НАЗЫВАЕТСЯ ТО МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ЦЕЛЯМИ,  
 НАХОДЯЩИМИСЯ НА ОДНОМ АЗИМУТЕ И УГЛЕ МЕСТА, ПРИ КОТОРОМ  
 ОТРАЖЕННЫЕ ОТ НИХ СИГНАЛЫ НАБЛЮДАЮТСЯ НА ЭКРАНЕ  
 ИНДИКАТОРА

$$\Delta t > \tau_u;$$

$$\Delta t = t_{32} - t_{31} = \frac{2(D_2 - D_1)}{c}$$

$$\delta D = \frac{c}{2}(t_{32} - t_{31}) = \frac{c \cdot \tau}{2}$$

$$\delta D = \frac{c \cdot \tau_u}{2} + \delta D_u$$

$$\delta \beta^\circ = \gamma^{00,5P} + \delta \beta^\circ_u$$

**ЕЩЕ РАЗДЕЛЬНО.**

$\Delta t$  — интервал времени между моментами приема сигналов от целей

$\tau_u$  — длительность зондирующего импульса

$\delta D$  — разрешающая способность по дальности

$\delta D_u$  — разрешающая способность индикатора

$\delta \beta^\circ$  — разрешающая способность РЛС по азимуту

$\gamma^{00,5P}$  — ширина диаграммы направленности по половинной мощности в горизонтальной плоскости

$\delta \beta^\circ_u$  — разрешающая способность по азимуту индикаторной аппаратуры

# **МИНИМАЛЬНАЯ ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ**

## **ДАЛЬНОСТЬ –**

**ЭТО НАИМЕНЬШЕЕ РАССТОЯНИЕ, НА КОТОРОМ  
СТАНЦИЯ**

**ЕЩЕ МОЖЕТ ОБНАРУЖИВАТЬ ЦЕЛЬ (МЕРТВАЯ ЗОНА)**

$$D_{\min} = \frac{c(\tau_u + t_v)}{2}$$

$\tau_u$  - длительность зондирующего импульса РЛС

$t_v$  - время включения приемника после окончания зондирующего импульса передатчика (единицы мкс)

*Например:*

При  $\tau_u = 10$  мкс

$D_{\min} = 1500$  м

При  $\tau_u = 1$  мкс

$D_{\min} = 150$  м

**Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И  
МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

**Занятие 4. СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ  
ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЛС.  
ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА.  
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ**

**Вопросы занятия.**

1. Импульсно-частотный метод радиолокации.
2. Двухчастотный метод радиолокации.
3. Эффект Доплера и принцип измерения радиальной скорости.
4. Методы определения угловых координат.

# УВЕЛИЧЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЛС

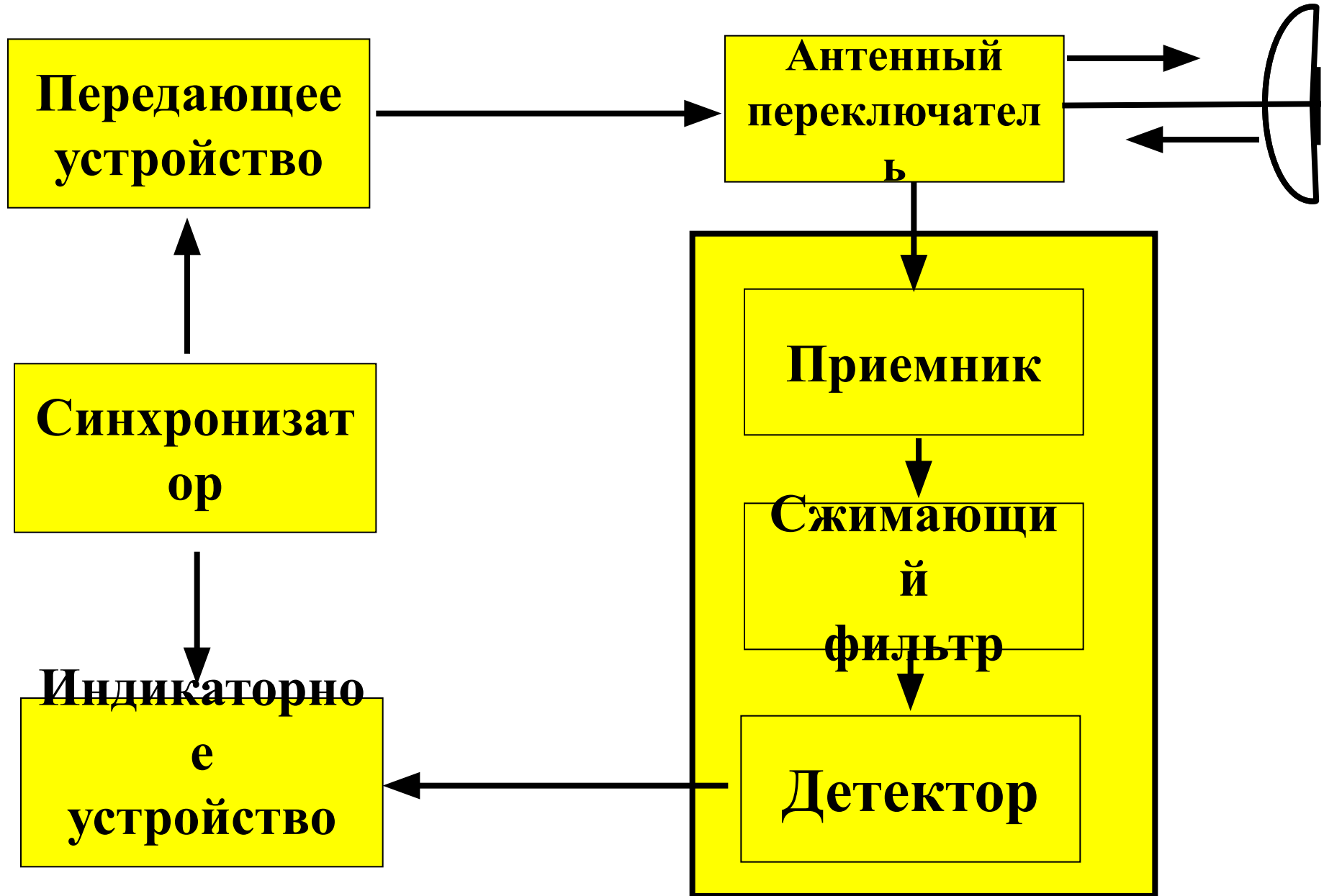
**$-P^1$  – предельная  
-чувствительность  
приемника**

$$P_{np.min} \equiv \frac{P^1_{np.min}}{\tau_u}$$

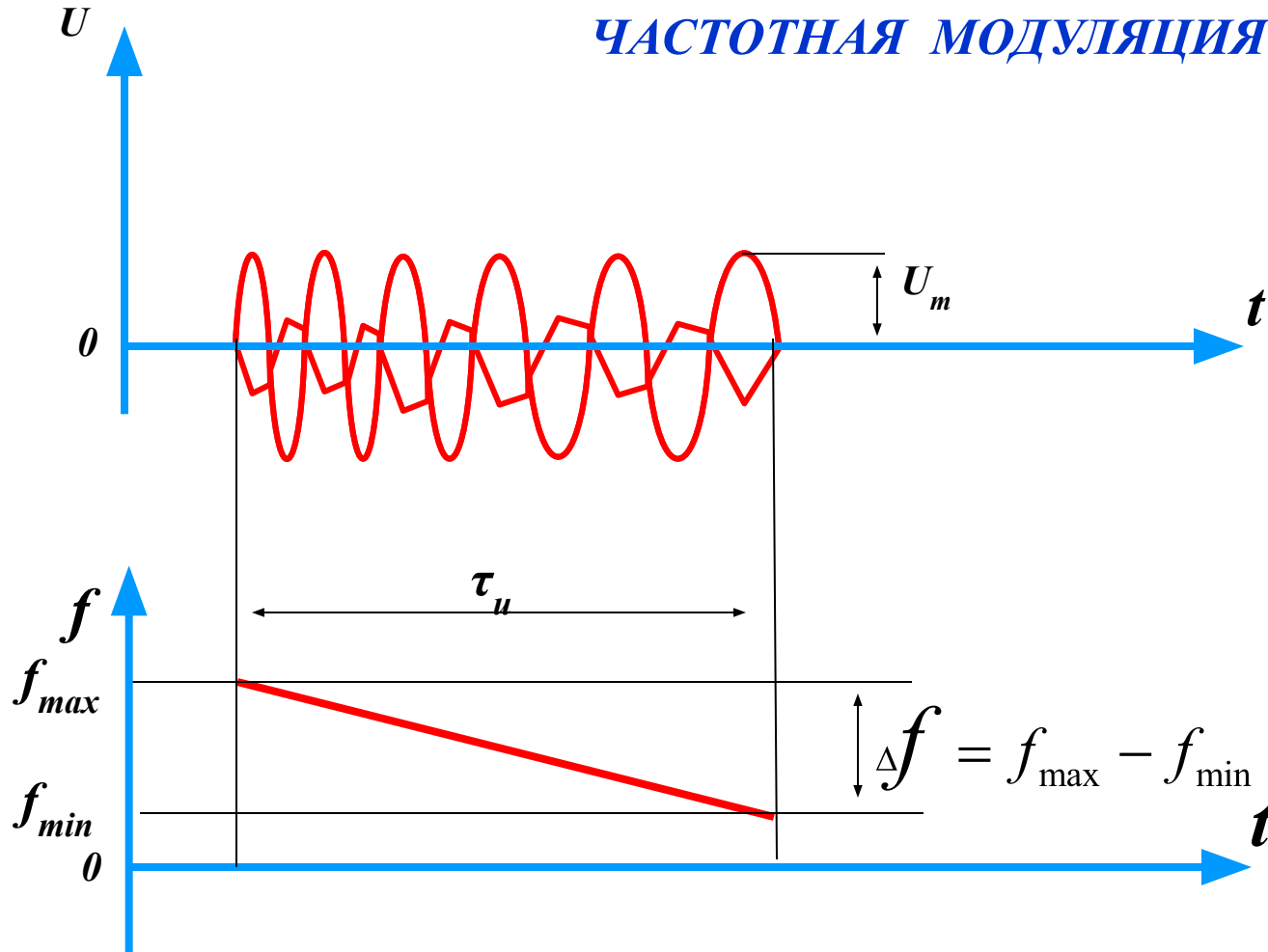
$$D_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_u \cdot \tau_u \cdot G_1 \cdot \delta \cdot \lambda^2}{(4\pi)^3 \cdot P^1_{np.min}}}$$

**$P_u \cdot \tau_u$  - Энергетический потенциал**

# Упрощенная структурная схема РЛС с внутриимпульсной линейной частотной модуляцией

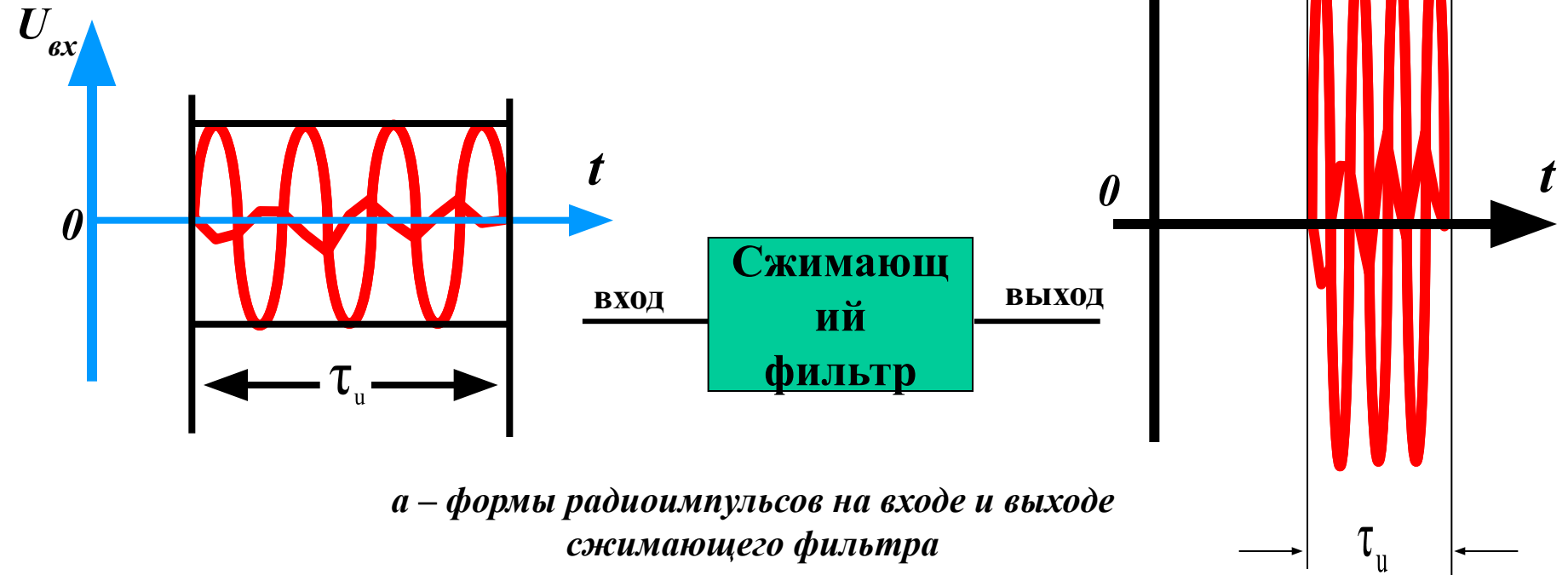


# ЧАСТОТНАЯ МОДУЛЯЦИЯ

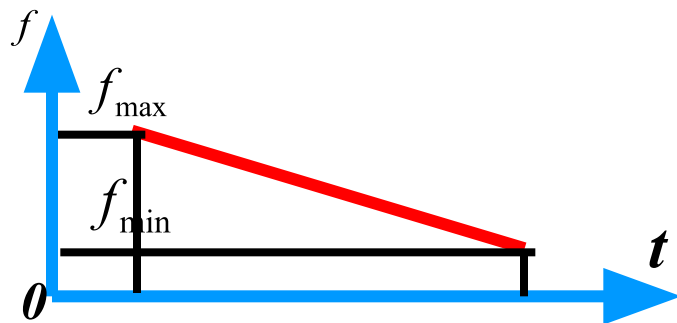


(девиация  
частоты)

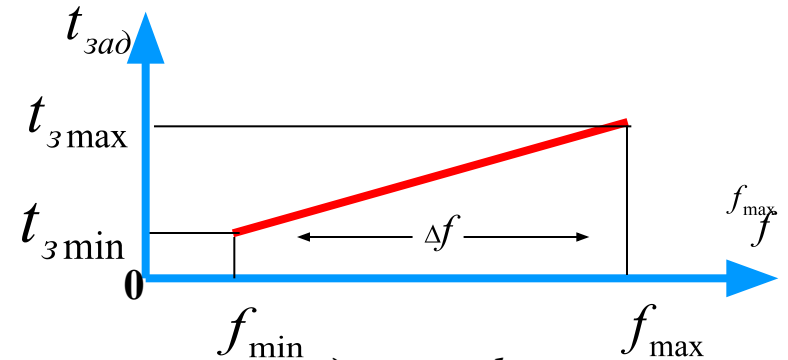
# ПРИНЦИП СЖАТИЯ ИМПУЛЬСА



*а – формы радиоимпульсов на входе и выходе сжимающего фильтра*



*б – закон изменения частоты радиоимпульса*



*в – зависимость времени задержки фильтра от частоты*

# ПРИНЦИП СЖАТИЯ ИМПУЛЬСА

$$\tau_{u2} = \frac{1}{\Delta f_m}$$

$\tau_u$  – длительность импульса на входе фильтра;

$$k = \frac{\tau_u}{\tau_{u2}}$$

$\tau_{u2}$  – длительность импульса на выходе фильтра;

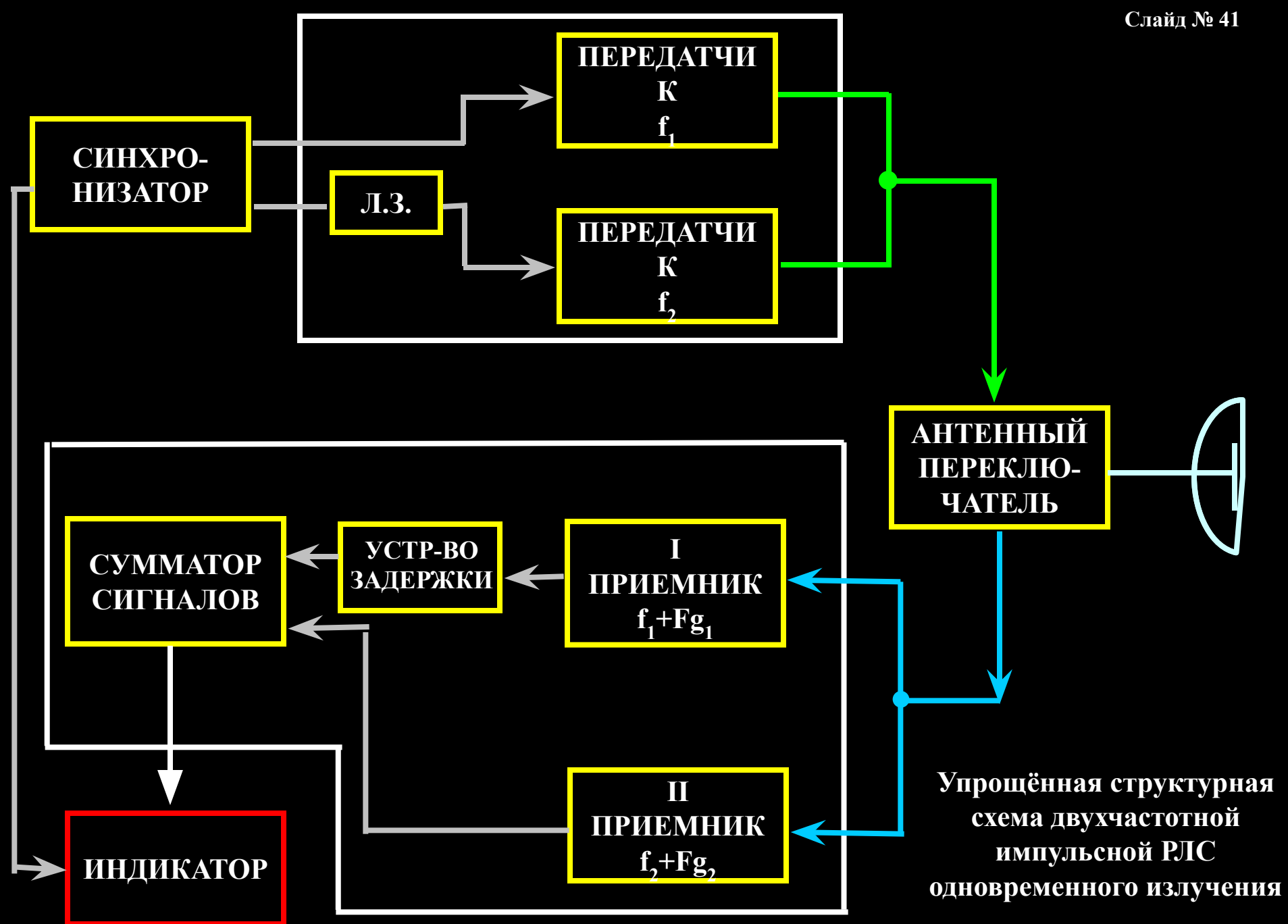
$k$  – коэффициент сжатия;

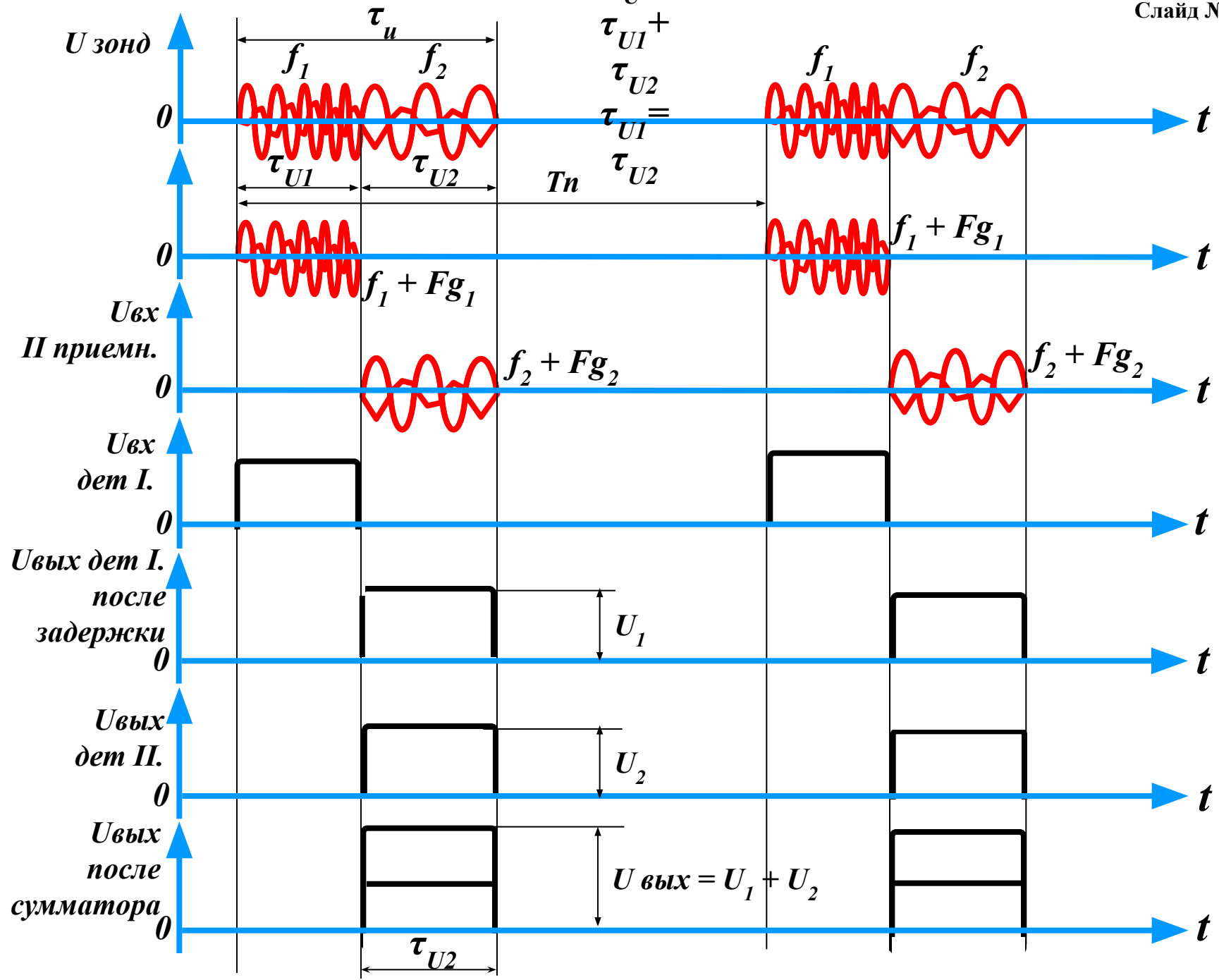
$$\tau_{u2} \bullet P_{u.вых} = \tau_u \bullet P_{u.вх} \quad P_{u.вых} = k \bullet P_{u.вх}$$

**ВЫВОД:**

**Мощность импульса на выходе фильтра возрастает в  $k$  раз.**







## ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА

$$U_{\text{з}} = U_{m\text{з}} \bullet \sin(\omega_0 t + \gamma_0)$$

$$U_{oc} = U_{mc} \bullet \sin[\omega_0(t + t_3) + \gamma_0]$$

$$t_3 = \frac{2D}{c}$$

$$U_{oc} = U_{mc} \bullet \sin\left(\omega_0 t + \frac{2D}{c} \omega_0 + \gamma_0\right)$$

$$\frac{2D}{c} \rightarrow \gamma_{\text{ц}} \equiv V_r$$

$$D = D_0 \pm V_r \bullet t$$

$$\gamma_{\text{ц}} = \frac{2(D_0 \pm V_r \bullet t)}{c} \bullet \omega_0 = \gamma_{\text{ц}0} \pm \frac{2V_r \bullet t}{c} \bullet \omega_0$$

$U_{m\text{з}}$  – амплитуда колебаний зондирующего сигнала

$\omega_0$  – рабочая частота РЛС

$\gamma_0$  – начальная фаза

$U_{mc}$  – амплитуда отраженного сигнала

$t_3$  – время запаздывания отраженного сигнала относительно начала излучения

$D_0$  – начальная дальность обнаружения

$V_r$  – радиальная скорость цели относительно РЛС

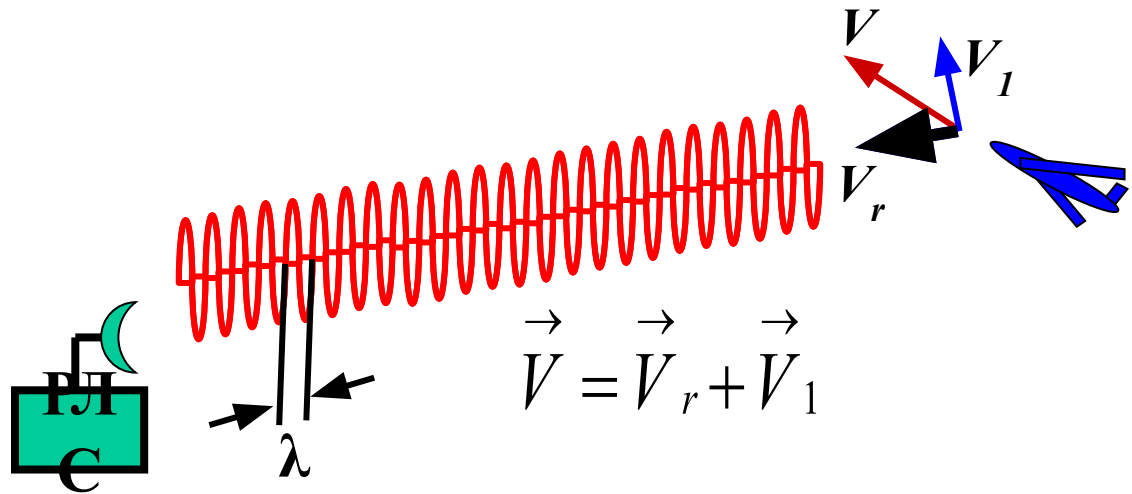
- постоянный фазовый сдвиг, определяемый дальностью до цели

$$\frac{d\gamma_{\psi}}{dt} = \pm \frac{2V_r}{c} \bullet \omega_0 = \Omega_{\partial}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} c$$

$$F = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

$$F\partial = \pm \frac{2V_r}{\lambda_0}$$



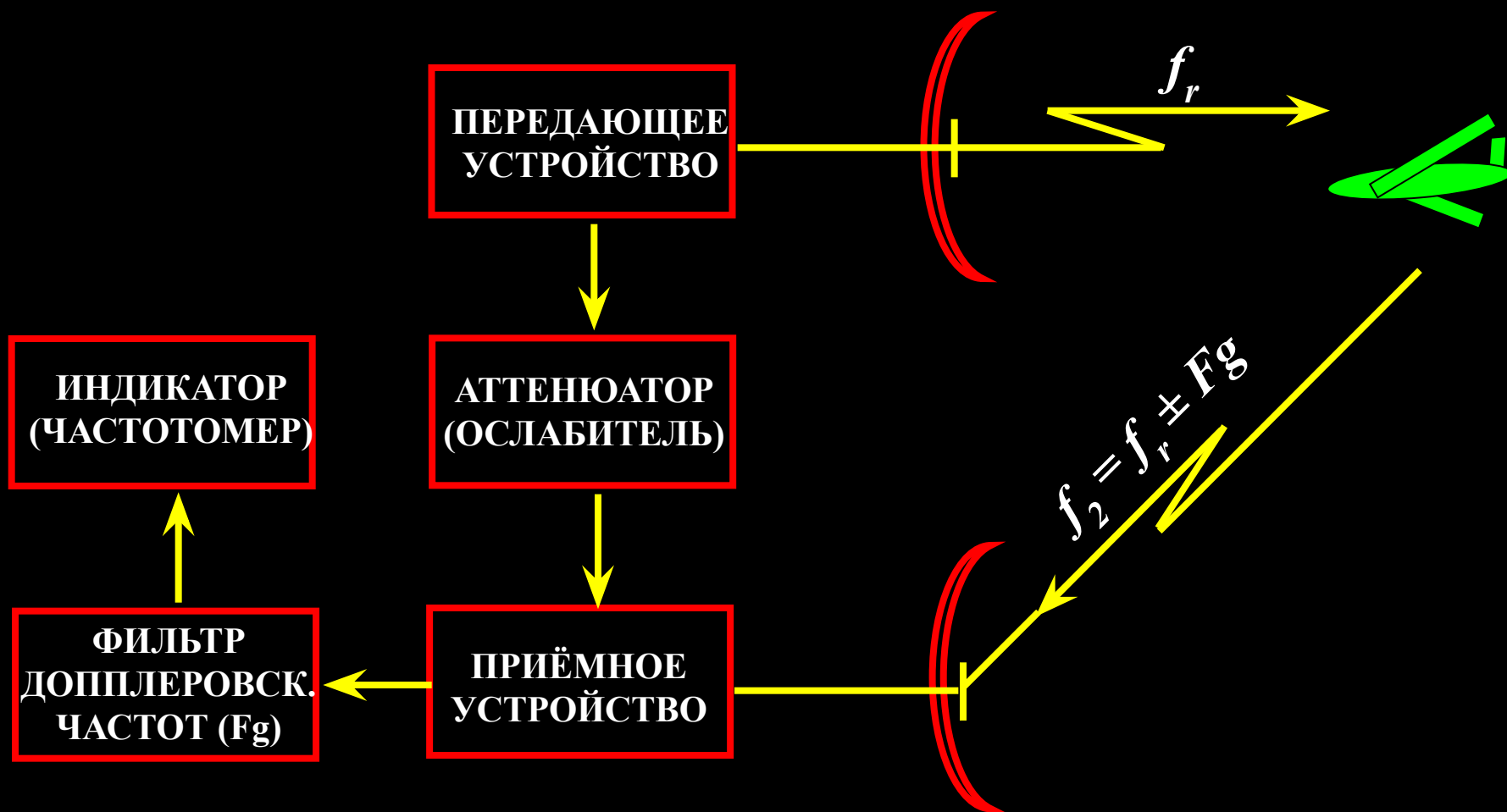
$$\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_1$$

$$U_{oc} = U_{mc} \bullet \sin\left[(\omega_0 \pm \Omega_{\partial})t - \gamma_{\psi 0} + \gamma_0\right]$$

### **Выводы:**

*-при отражении сигналов от подвижных целей частота принимаемых сигналов отличается от частоты излученных сигналов на величину доплеровской частоты;*

*-величина доплеровской добавки частоты отраженного сигнала зависит от радиальной скорости цели и от длины волны передатчика*



**СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РЛС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЦЕЛИ**

## **ВЫВОДЫ:**

*-Допплеровская частота обусловлена радиальной скоростью цели*

*-Для неподвижных объектов ( $v_r=0$ ) частота отраженного сигнала*

*равна частоте излучаемых колебаний*

*-При приближении цели частота отраженного сигнала повышается*

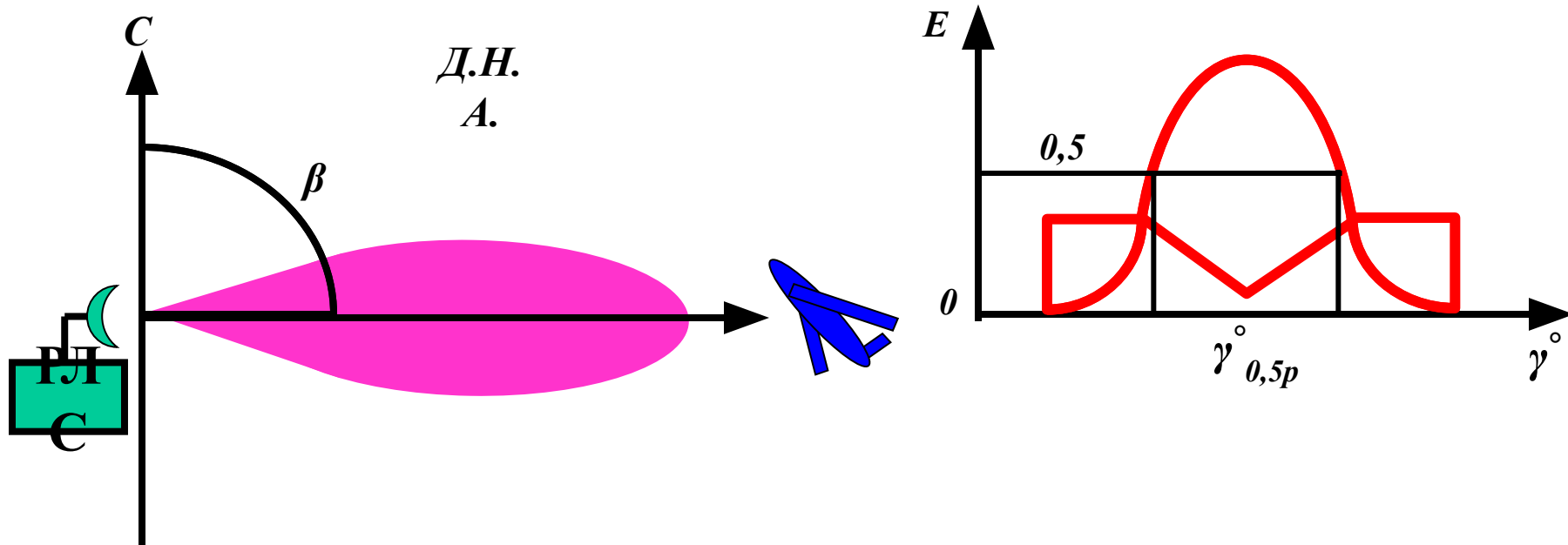
*( $f_{эс}=f_r+2\Delta f$ ), при удалении уменьшается ( $f_{эс}=f_r-2\Delta f$ ).*

*Эффект Допплера позволяет выделить отраженные сигналы от*

*подвижных целей на фоне отражений от неподвижных местных*

*предметов или медленно перемещающихся объектов*

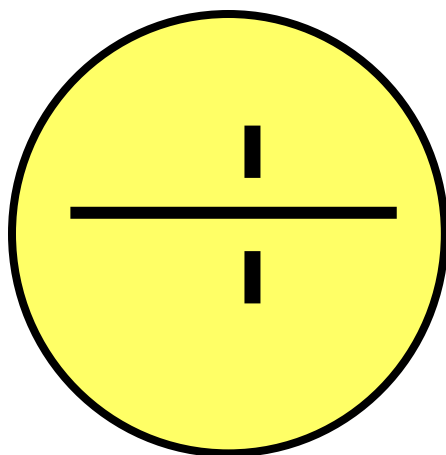
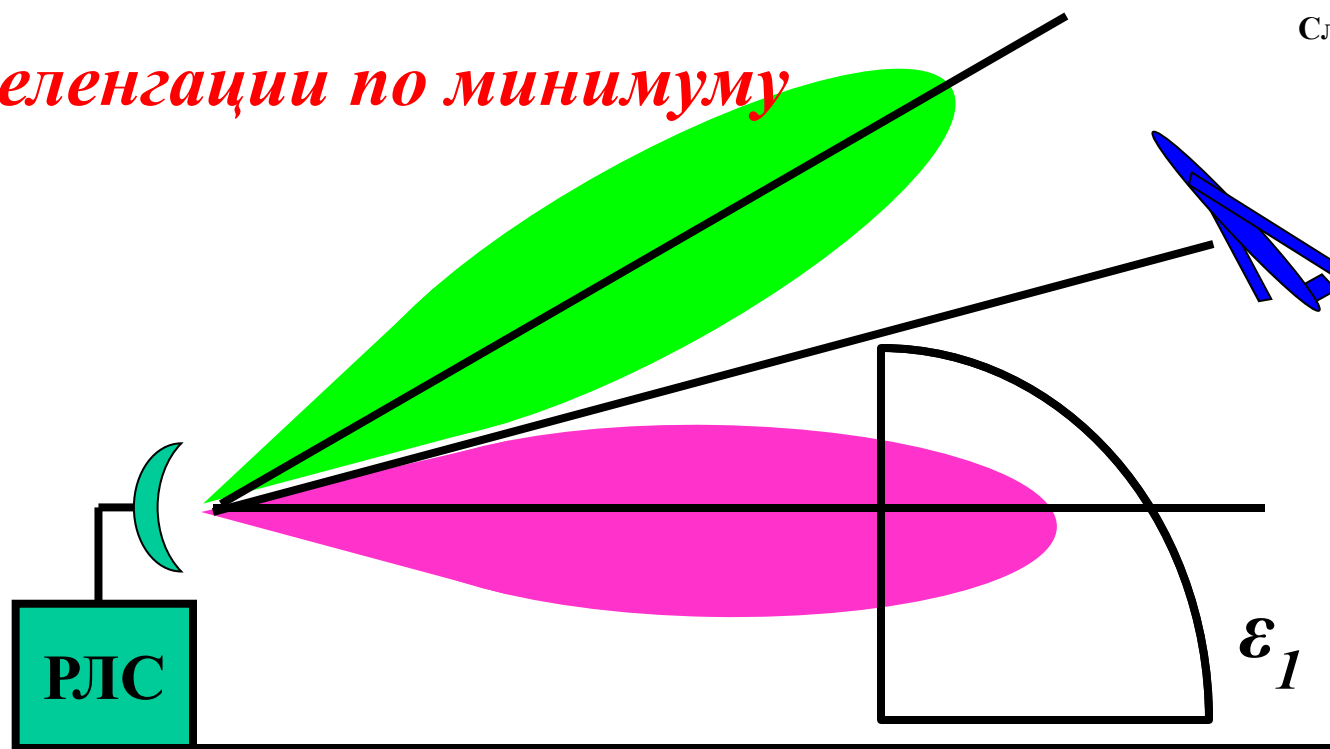
## Метод пеленгации по максимуму отраженного сигнала



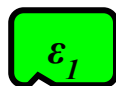
### ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА:

- простота определения угловых координат;
- пеленгация осуществляется при наиболее благоприятном отношении сигнал/шум, поскольку пеленг отсчитывается в момент максимума сигнала;
- малая точность определения координат, так как вблизи максимума ДНА небольшие отклонения цели от оси антенны мало сказываются на амплитуде отраженного сигнала.

# Метод пеленгации по минимуму



Индикатор  $\varepsilon - Д$

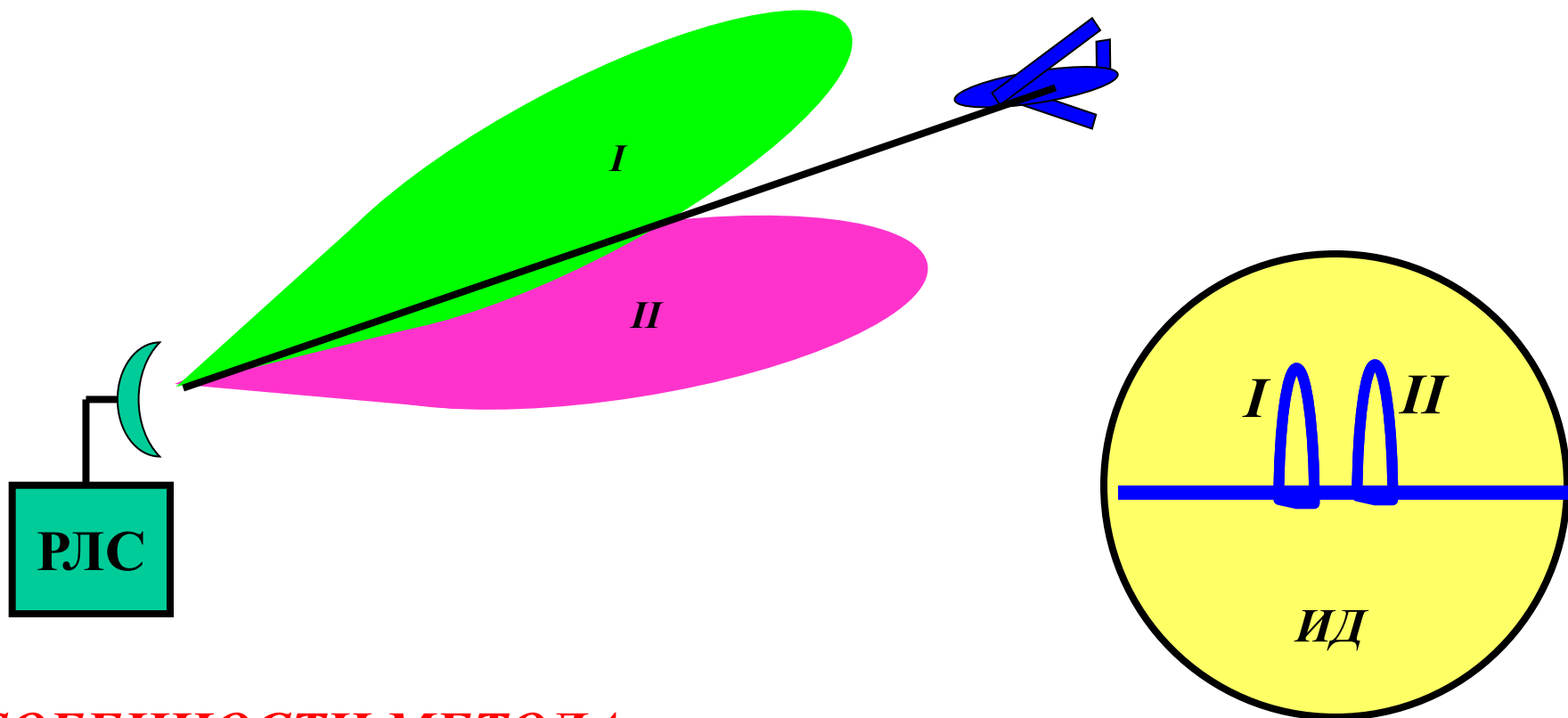


## ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА:

- высокая точность пеленгации, так как амплитуда отраженного сигнала в области нулевого приема изменяется более резко с изменением положения антенны;
- сокращение дальности действия станции в момент отсчета пеленга.



## РАВНОСИГНАЛЬНЫЙ МЕТОД



### ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА:

*-высокая точность определения координат без  
значительного*

*уменьшения дальности действия станции;*

*-меньшая дальность действия*

*-более сложное антенное устройство.*

## **ВЫВОДЫ:**

- **Метод сжатия импульсов позволяет повысить энергию в импульсе и тем самым увеличить дальность действия РЛС;**
- **Эффект Допплера, обусловленный движением цели, позволяет выделить отраженные сигналы от подвижных целей на фоне отражений от неподвижных местных предметов.**

**Тема 1.                   ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И  
МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

**Занятие 5.           МЕТОДЫ ОБЗОРА ПРОСТРАНСТВА.  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ПОЛЁТА ЦЕЛЕЙ.**

**Вопросы занятия.**

1. Методы обзора пространства.
2. Принцип определения высоты полёта целей.
3. Структурная схема радиовысотомера.

*Перемещение направленного электромагнитного луча антенны для последовательного облучения окружающего пространства называется радиолокационным обзором*

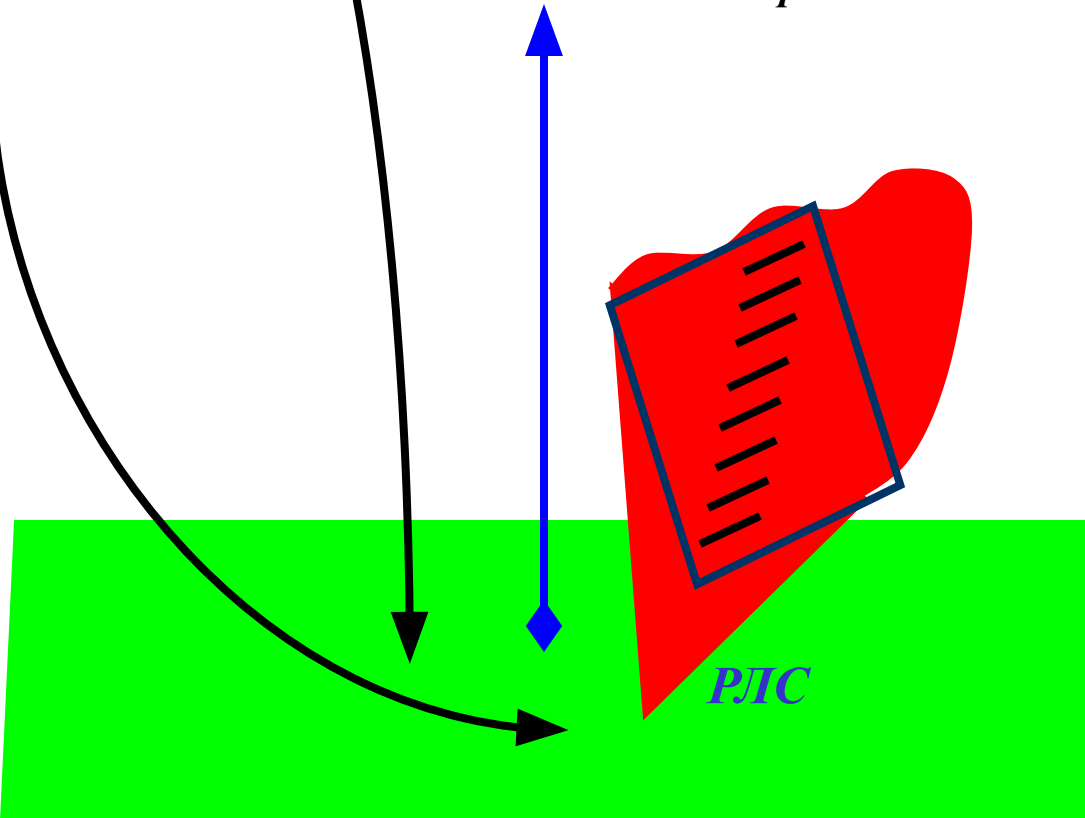
### ВИДЫ ОБЗОРА:

- круговой;
- секторный;
- винтовой;
- спиральный;
- конический;
- пилообразный;
- строчный.

# Круговой обзор

## ДОСТОИНСТВА МЕТОДА:

1. Простота
2. Минимальное время обзора пространства
3. Почти непрерывное отображение воздушной обстановки в заданной зоне обзора



$$n_{a.\max} = \frac{\gamma^{o}_{0,5p}}{6 \cdot (5...10)} \cdot F_n (\text{об} / \text{мин})$$

$$n_{A\max} = \frac{1^{\circ} \cdot 330}{6 \cdot (5...10)} = (5...10) \text{об} / \text{мин}$$

$$N_{\text{обл}} = 5...10 \text{имп.}$$

$$t_{\text{обл}} = \frac{\gamma_{0,5p}}{\Omega_a}$$

$$N = t_{\text{обл}} \cdot F_n = \frac{t_{\text{обл}}}{T_n}$$

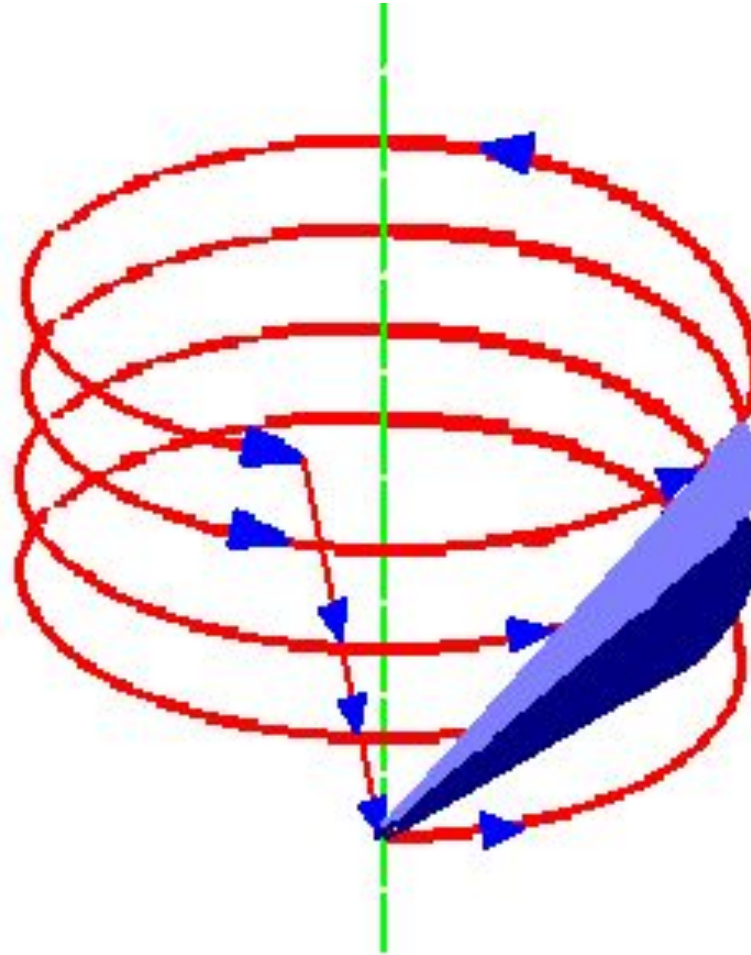
$$N_{\text{обл}} = \frac{\gamma_{0,5p}}{\Omega_a} \cdot F_n$$

$$\Omega_{\max} = \frac{\gamma_{0,5p} \cdot F_n}{N_{\text{обл. min}}}$$

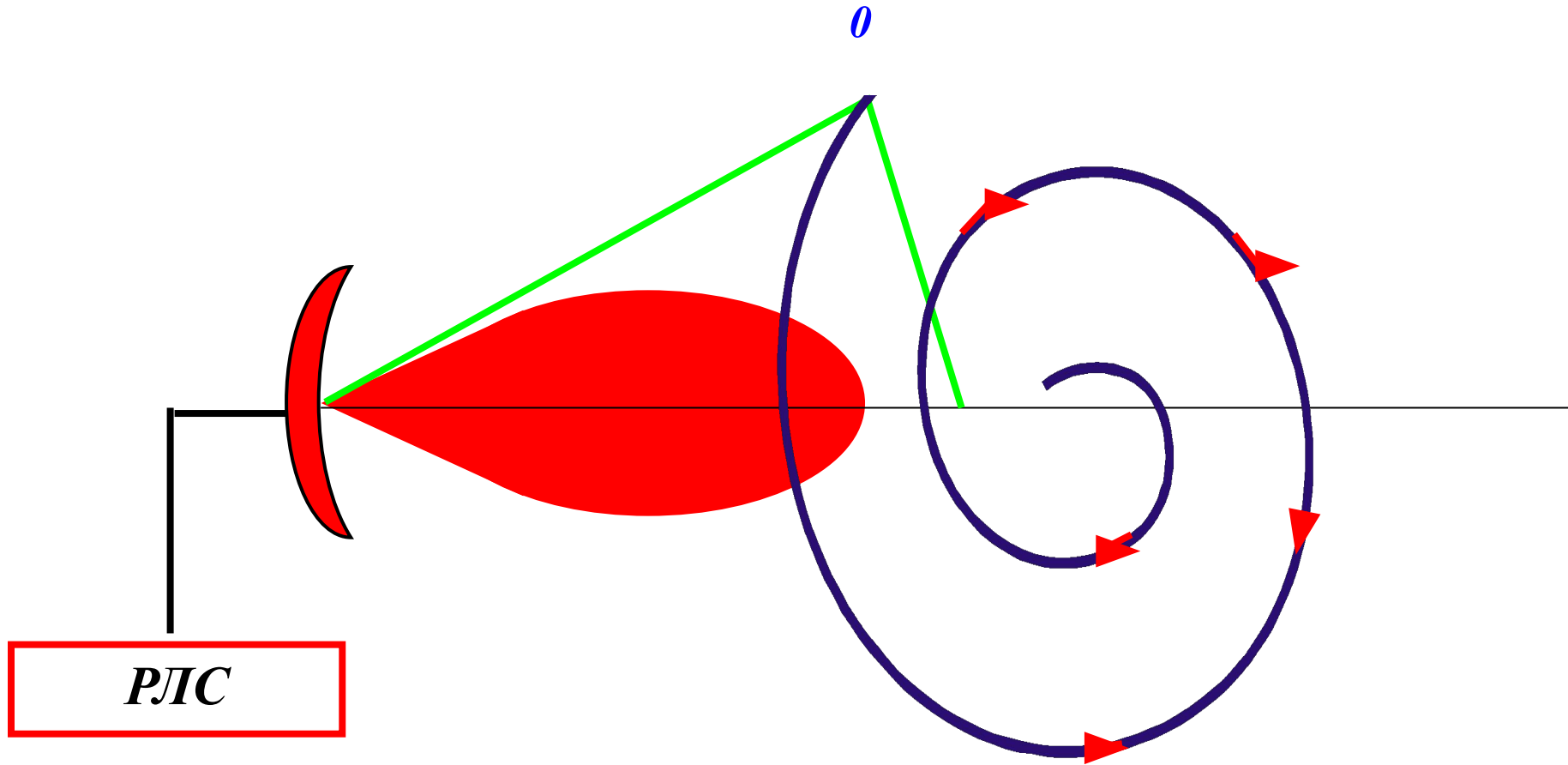
$$\Omega^{\circ/c} = 6 \cdot n (\text{об} / \text{мин})$$

$$n (\text{об} / \text{мин}) = \frac{\Omega (\text{об} / \text{с})}{6}$$

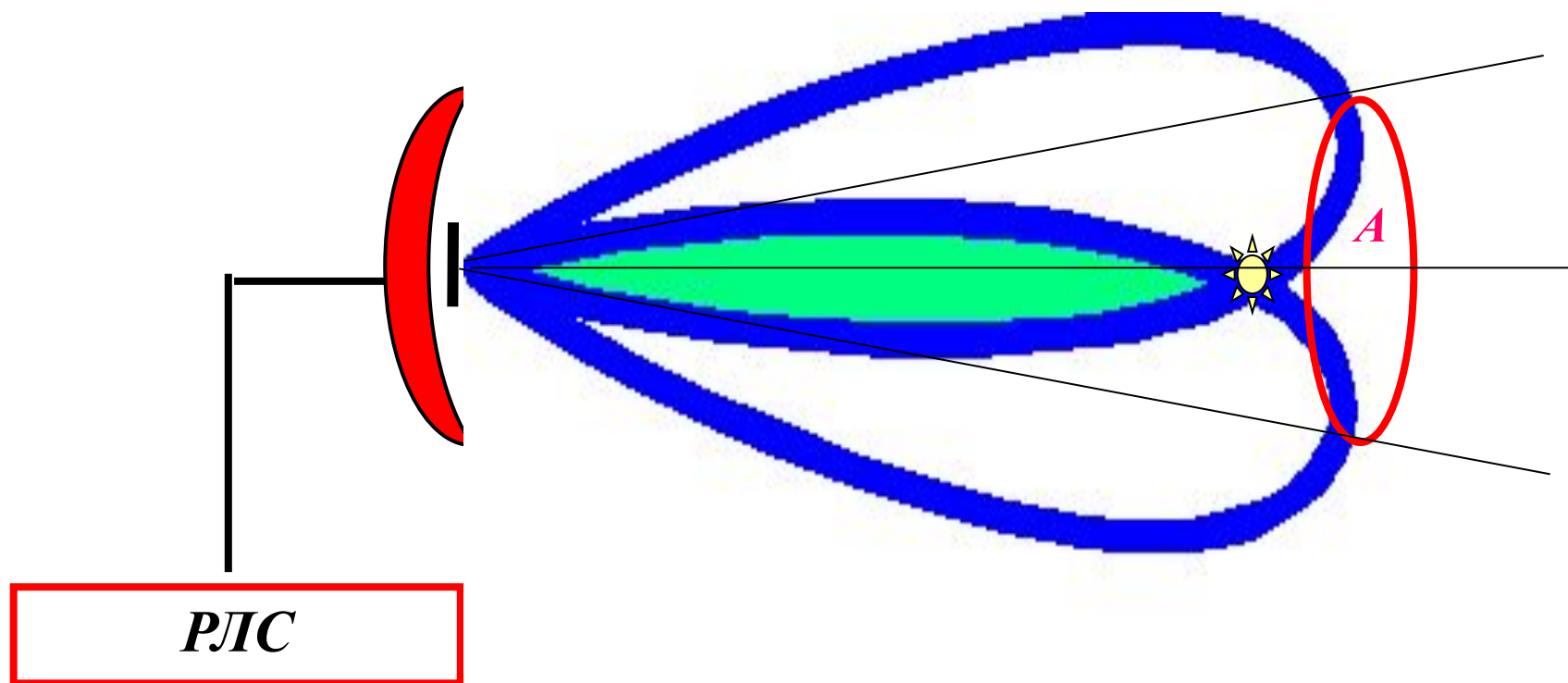
# *Винтовой обзор*



# Спиральный обзор



# *Конический обзор*





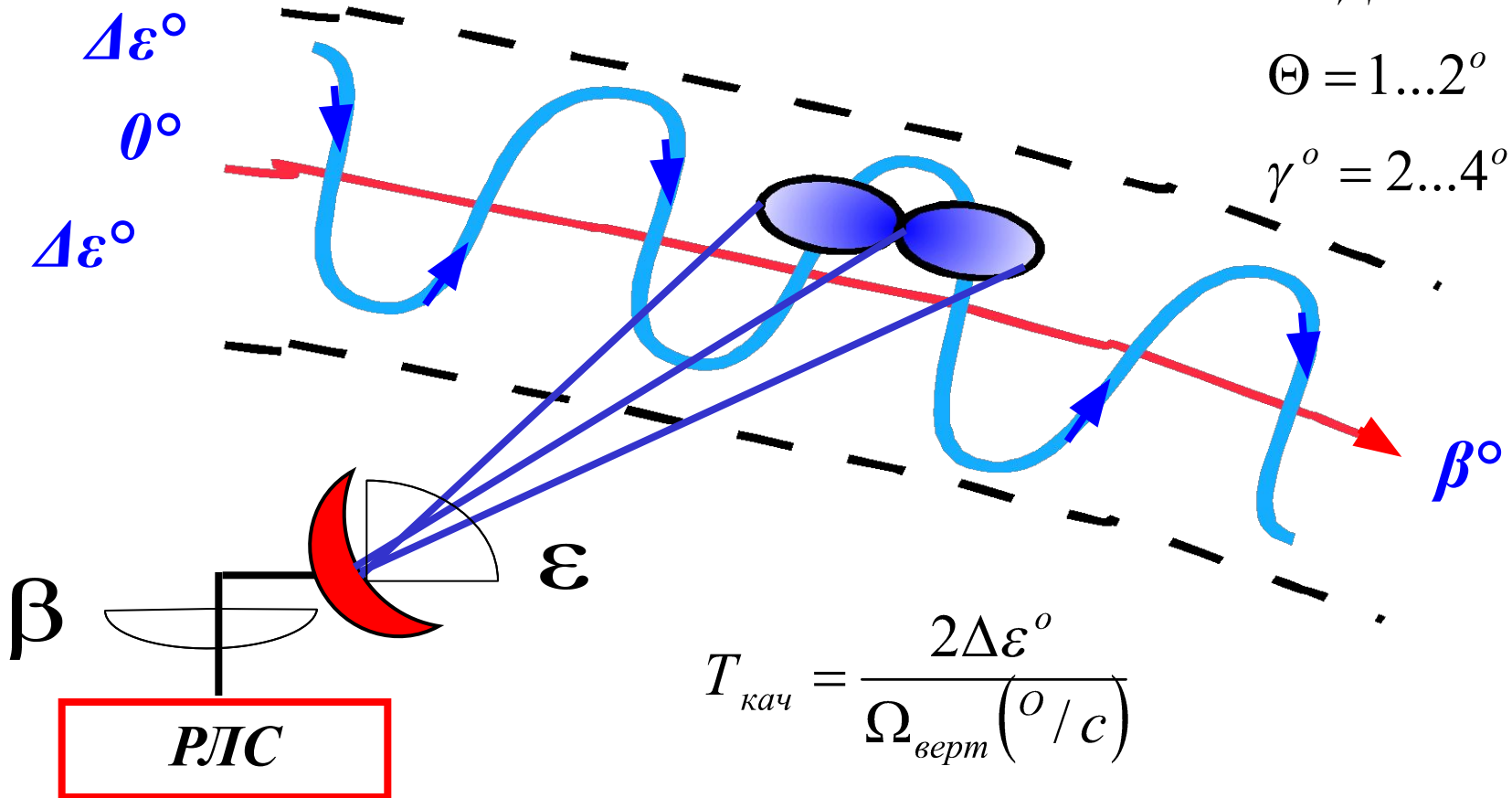
# Пилообразный обзор

ДНА

$$\Theta = 1 \dots 2^\circ$$

$$\gamma^\circ = 2 \dots 4^\circ$$

$\beta^\circ$

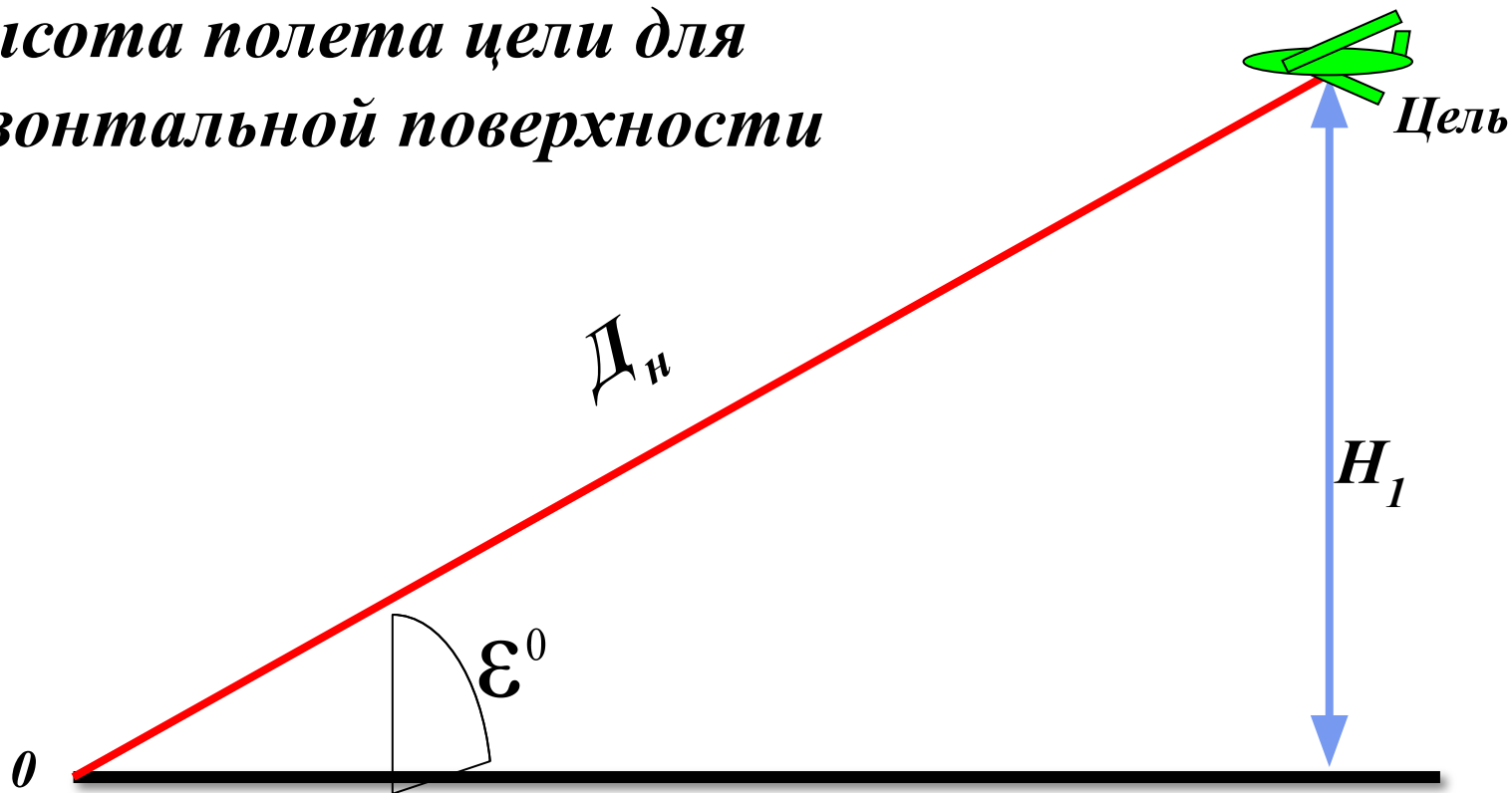


$$T_{\text{кач}} = \frac{2\Delta\epsilon^\circ}{\Omega_{\text{верт}} \left( \frac{^\circ}{c} \right)}$$

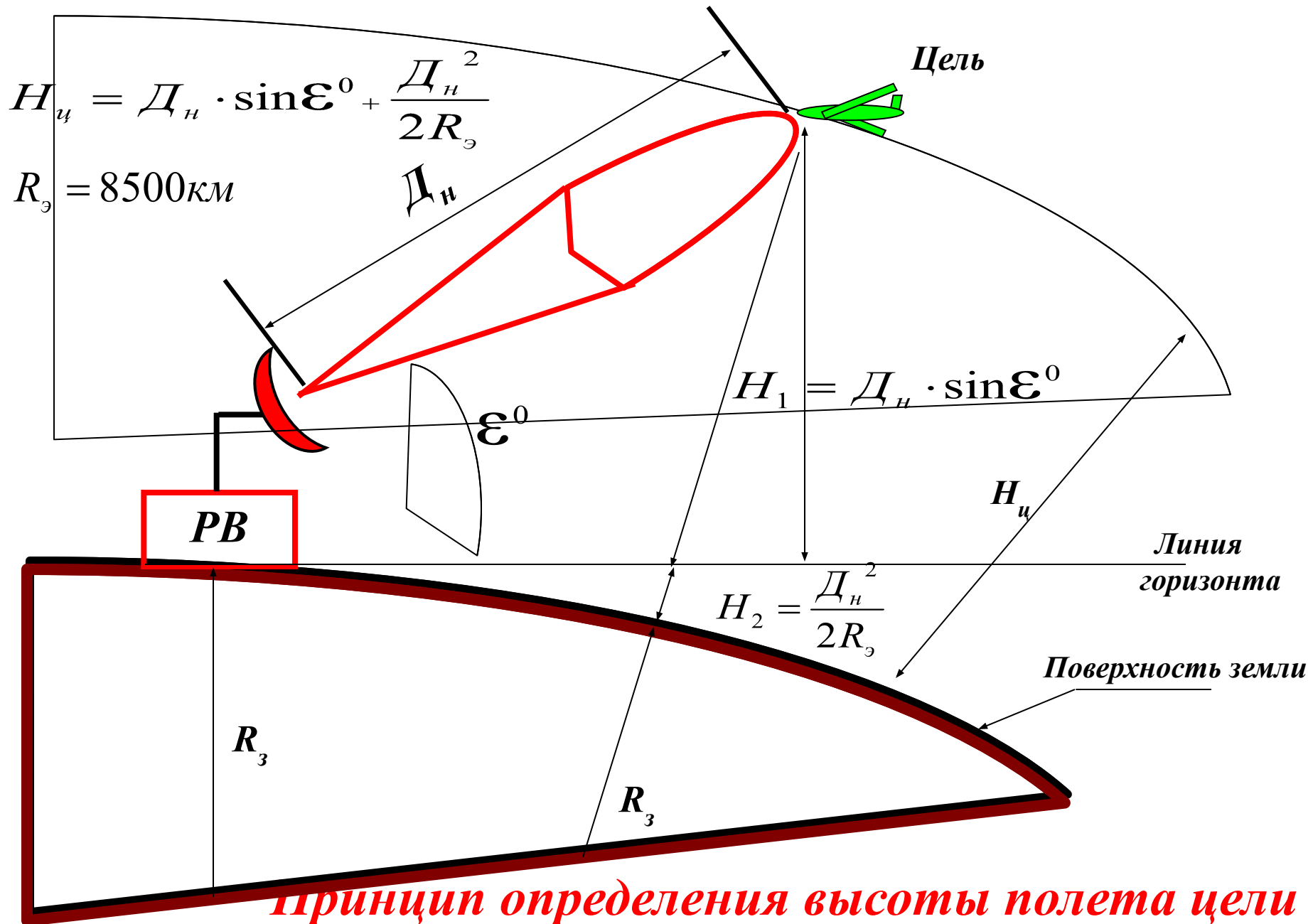
$$T_{\text{кач}} \geq \frac{2\Delta\epsilon^\circ \cdot N_{\text{обл}/\text{min}}}{\Theta^\circ_{0,5p} \cdot F_n}$$

$$T_{\text{обз}} = T_{\text{кач}} \cdot \frac{360^\circ}{K \cdot \gamma^\circ_{0,5p}}$$

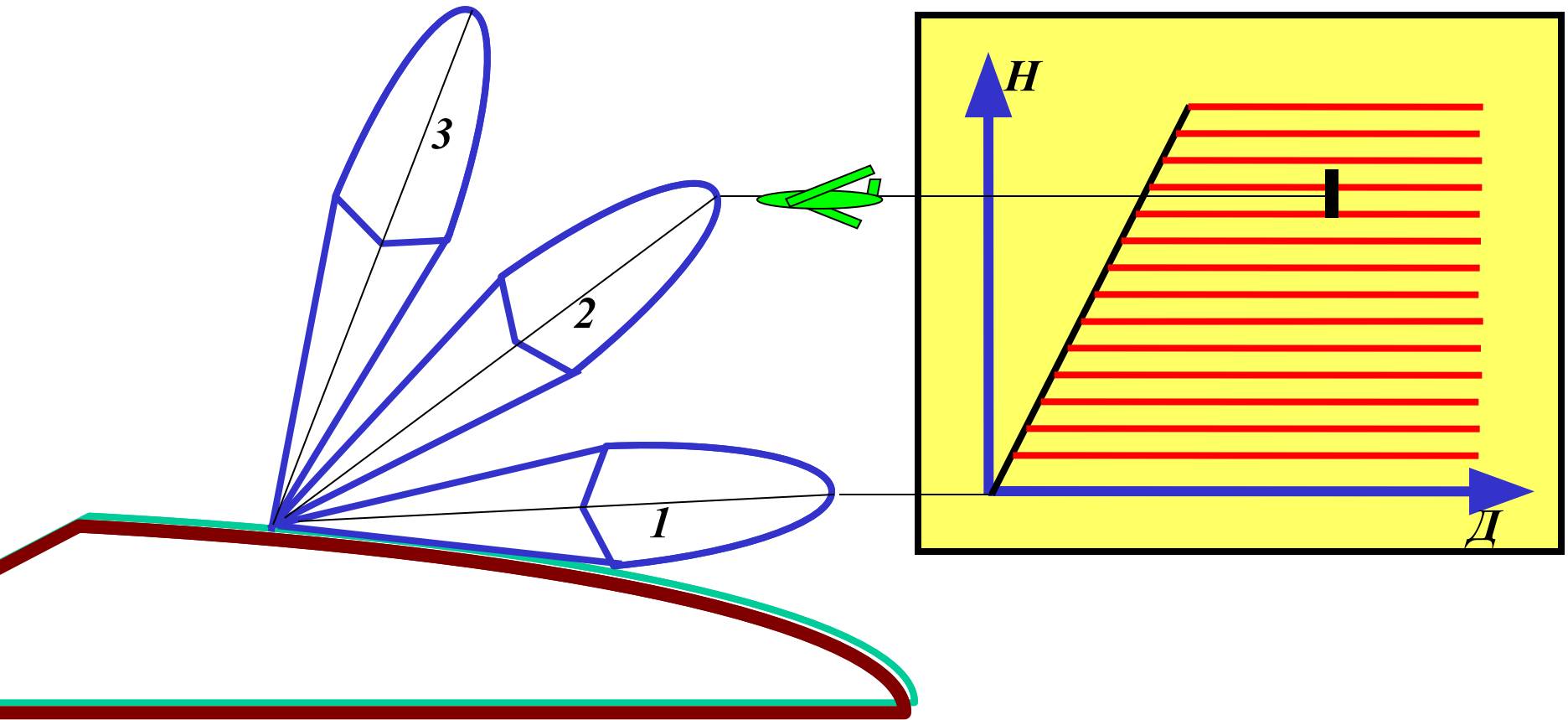
*Высота полета цели для  
горизонтальной поверхности*



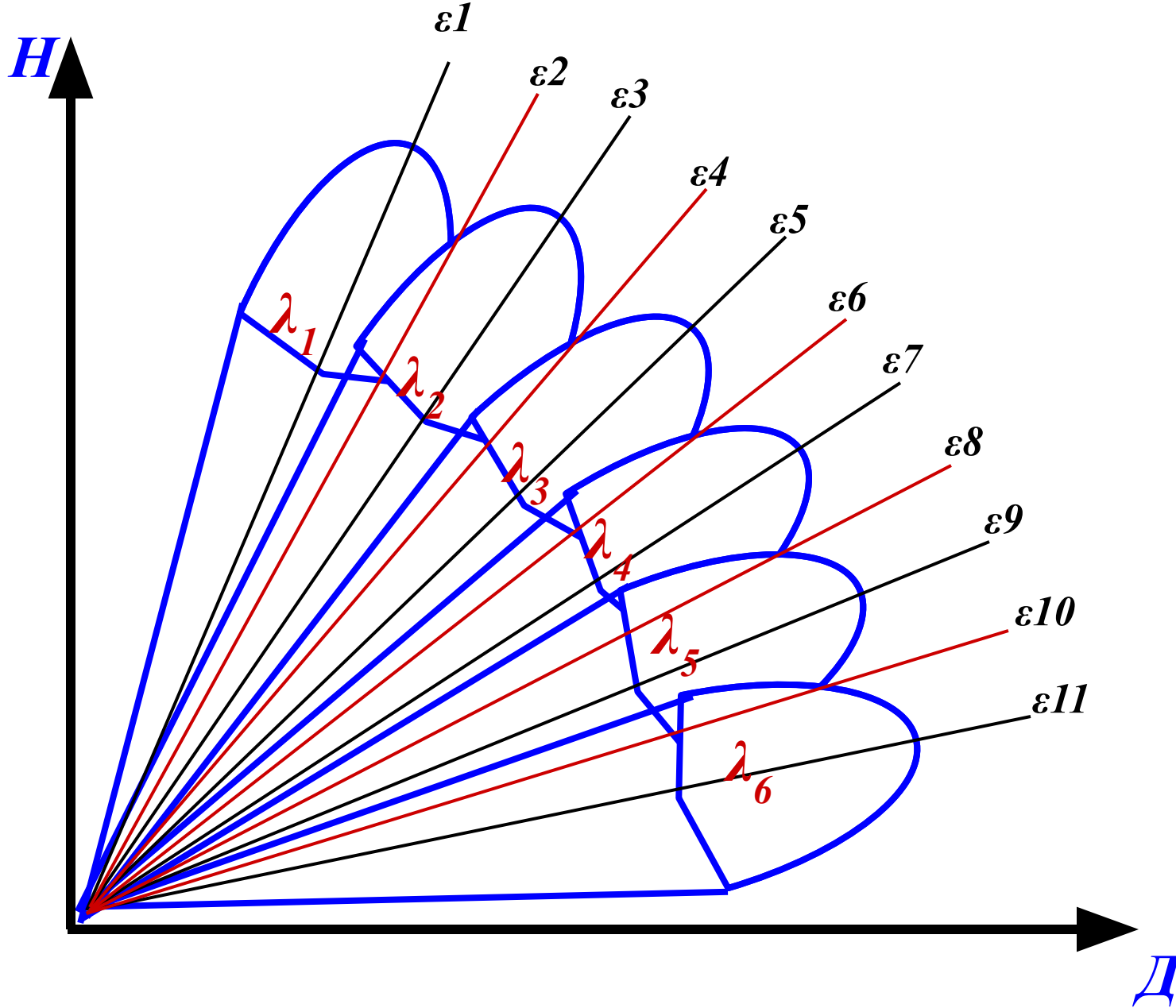
$$H_1 = D_n * \sin \epsilon^0$$



# Принцип измерения высоты



# Парциальная диаграмма направленности



**Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И  
МЕТОДЫ РАДИОЛОКАЦИИ**

**Занятие 6. ОСНОВНЫЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ РЛС  
И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ.**

**Вопросы занятия.**

1. Классификация РЛС и области применения радиолокации.
2. Тактические и технические характеристики импульсных РЛС.
3. Требования, предъявляемые к тактико-техническим характеристикам РЛС.

# *Основные тактические характеристики*

- 1. Максимальная дальность обнаружения.**
- 1. Зона обнаружения и её параметры.**
- 1. Состав радиолокационной и её качественные показатели.**
- 4. Темп выдачи радиолокационной информации.**
- 4. Помехозащищенность.**
- 4. Мобильность и эксплуатационная надежность.**

# МАКСИМАЛЬНАЯ ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ

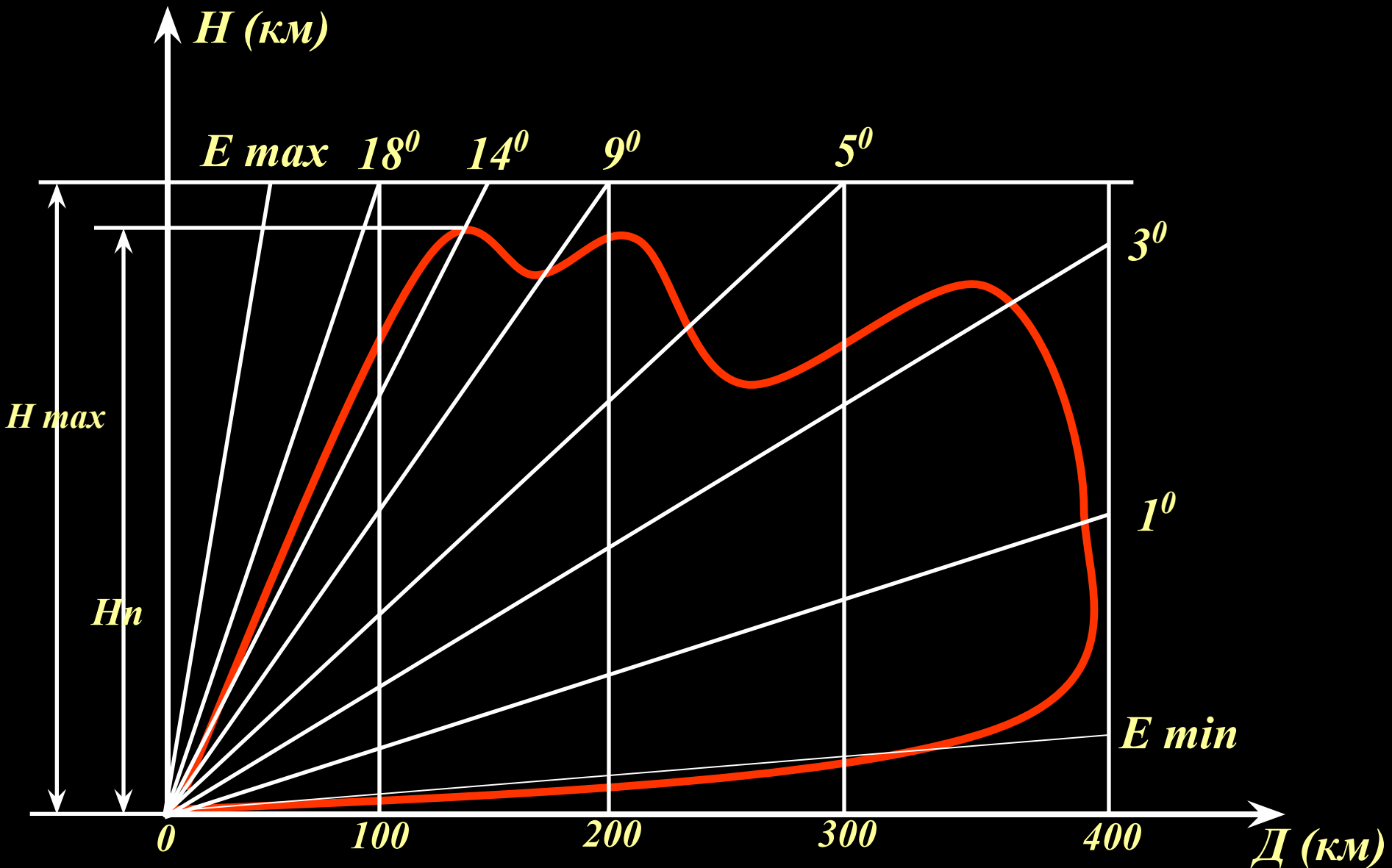
$$D_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_u \cdot G \cdot \sigma \cdot S_a}{(4\pi)^2 \cdot P_{\text{пр. min}}}}$$

$$D_{\text{пр}} = 127 \cdot (\sqrt{h_a} + \sqrt{H_{\text{Ц}}}), \text{ км}$$

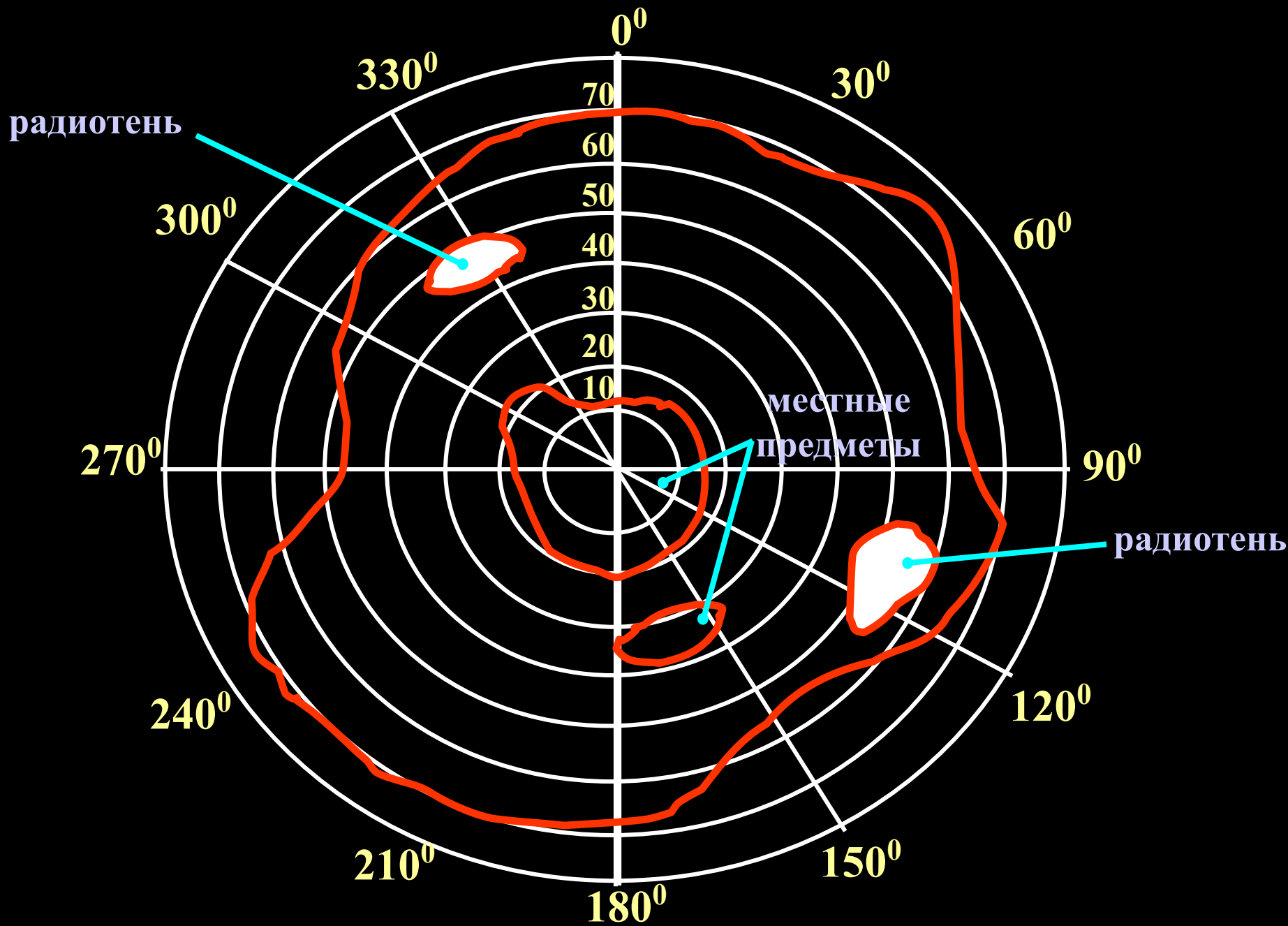
$$D_{\min} = \frac{C \cdot (\tau_u + t_v)}{2}$$



# ЗОНА ОБНАРУЖЕНИЯ РЛС В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ



# ЗОНА ОБНАРУЖЕНИЯ РЛС В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ



# СОСТАВ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

**РЛС МОЖЕТ ВЫДАВАТЬ СЛЕДУЮЩУЮ ИНФОРМАЦИЮ:**

- 1. КООРДИНАТЫ ОБНАРУЖИВАЕМЫХ ЦЕЛЕЙ;***
- 1. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛИ;***
- 1. СОСТАВ ЦЕЛИ (КОЛИЧЕСТВО САМОЛЁТОВ);***
- 1. ГОСУДАРСТВЕННУЮ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ЦЕЛИ;***
- 1. ИНТЕНСИВНОСТЬ И ВИД ПРИМЕНЯЕМЫХ ПОМЕХ;***
- 1. ДЕЙСТВИЯ, СОВЕРШАЕМЫЕ ЦЕЛЬЮ  
ПРИ ЕЁ СОПРОВОЖДЕНИИ, И ДР.***

# *Информационная способность РЛС*

**Под информационной способностью РЛС  
понимают количество одновременно  
сопровожаемых  
станцией целей, по которым выдается  
информация  
с заданной дискретностью**

# *Помехозащищенность РЛС*

**Под помехозащищенностью РЛС  
понимают  
ее способность выполнять свои  
функции при  
воздействии внешних помех**

# *Эксплуатационная надежность*

**Эксплуатационная надежность –  
способность**

**РЛС выполнять свои тактические  
функции**

**и сохранять значения параметров при  
заданных условиях эксплуатации**

# *Мобильность*

**Мобильность определяется  
возможностями**

**РЛС к передислокации на новую  
позицию, условиями транспортировки,  
сроками развертывания (свертывания) и  
готовностью к боевой работе**

# ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

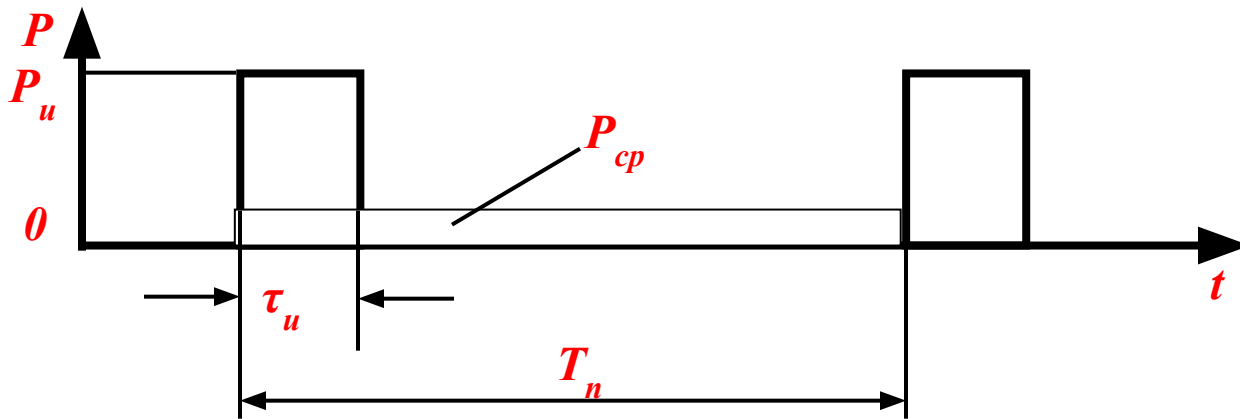
1. Мощность излучения (импульсная  $P_{И}$  и средняя  $P_{СР}$ );
2. Длительность импульса ;
3. Рабочая длина волны или несущая частота колебаний;
4. Частота повторения импульсов;
5. Чувствительность  $P_{ПР.МИН}$  и полоса пропускания приёмного устройства;



- 6. Углы раствора луча антенны (ДНА) в горизонтальной и вертикальной плоскостях, коэффициент направленного действия (усиления) антенны;**
- 7. Метод обзора пространства;**
- 8. Способы измерения дальности и угловых координат;**
- 9. Тип оконечного устройства (индикатора);**

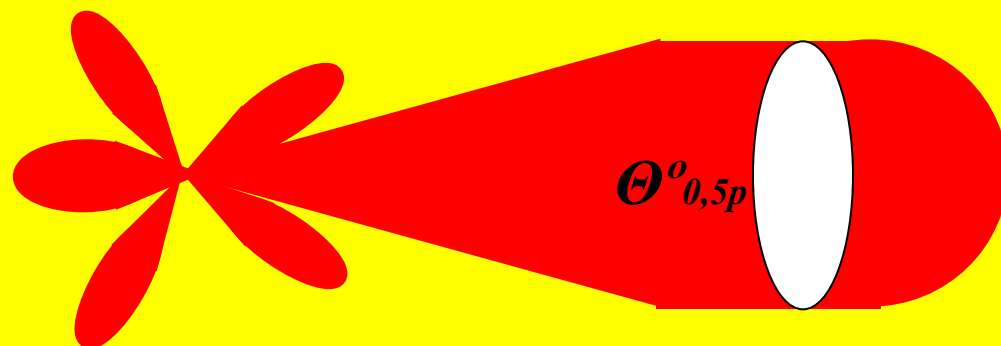
а) импульсная мощность зондирующего сигнала  $P_u$  – это средняя в течение импульса мощность, отдаваемая передатчиком в антенну  
-средняя мощность излучаемого сигнала  $P_{cp}$  – это усредненная мощность передатчика за период повторения  $T_n$

$$P_{cp} = P_u * \tau_u / T_n$$

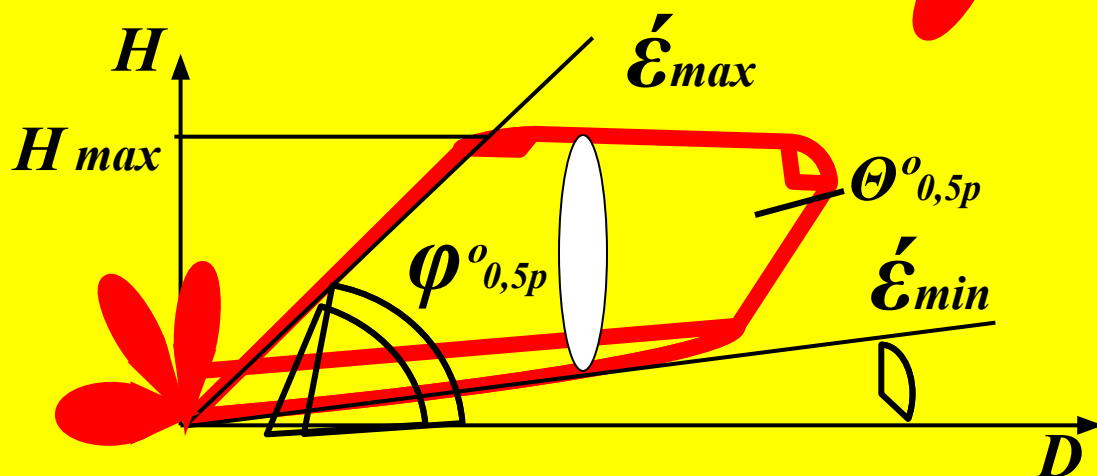


в) длительность зондирующего сигнала  $\tau_u$  – это время, в течение которого передатчик вырабатывает энергию СВЧ  
г) частота повторения зондирующего сигнала  $F_n$  – это величина, показывающая, какое количество импульсных посылок энергии СВЧ вырабатывается передатчиком в единицу времени

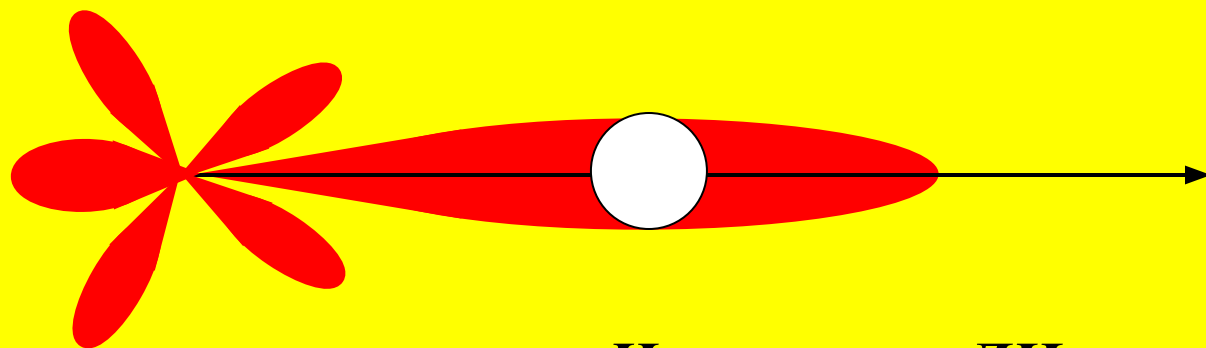
# Антенное устройство



Лопаточная ДН



Косекансная ДН



Игольчатая ДН

# Приемное устройство

1. *Чувствительность  $R_{пр.мин.}$  – это такая минимальная мощность или напряжение на входе приемника, при которой на его выходе обеспечивается обнаружение сигнала с заданным превышением над собственными шумами.*
2. *Коэффициент шума  $K_{ш}$  – это величина, показывающая, во сколько раз отношение мощности сигнала к мощности шума на входе приемника больше этого же отношения на его выходе:*

$$K_{ш} = \frac{(P_c / P_{ш})_{вх}}{(P_c / P_{ш})_{вых}} > 1$$

3. *Коэффициент усиления (K) показывает во сколько раз сигнал на выходе приемника больше, чем на его входе.*
4. *Полоса пропускания  $2\Delta F$  характеризует избирательные свойства приемника и определяет одновременно пропускаемую приемником область частот.*
5. *Динамический диапазон определяет способность приемника работать без перегрузки при воздействии сильных помех.*