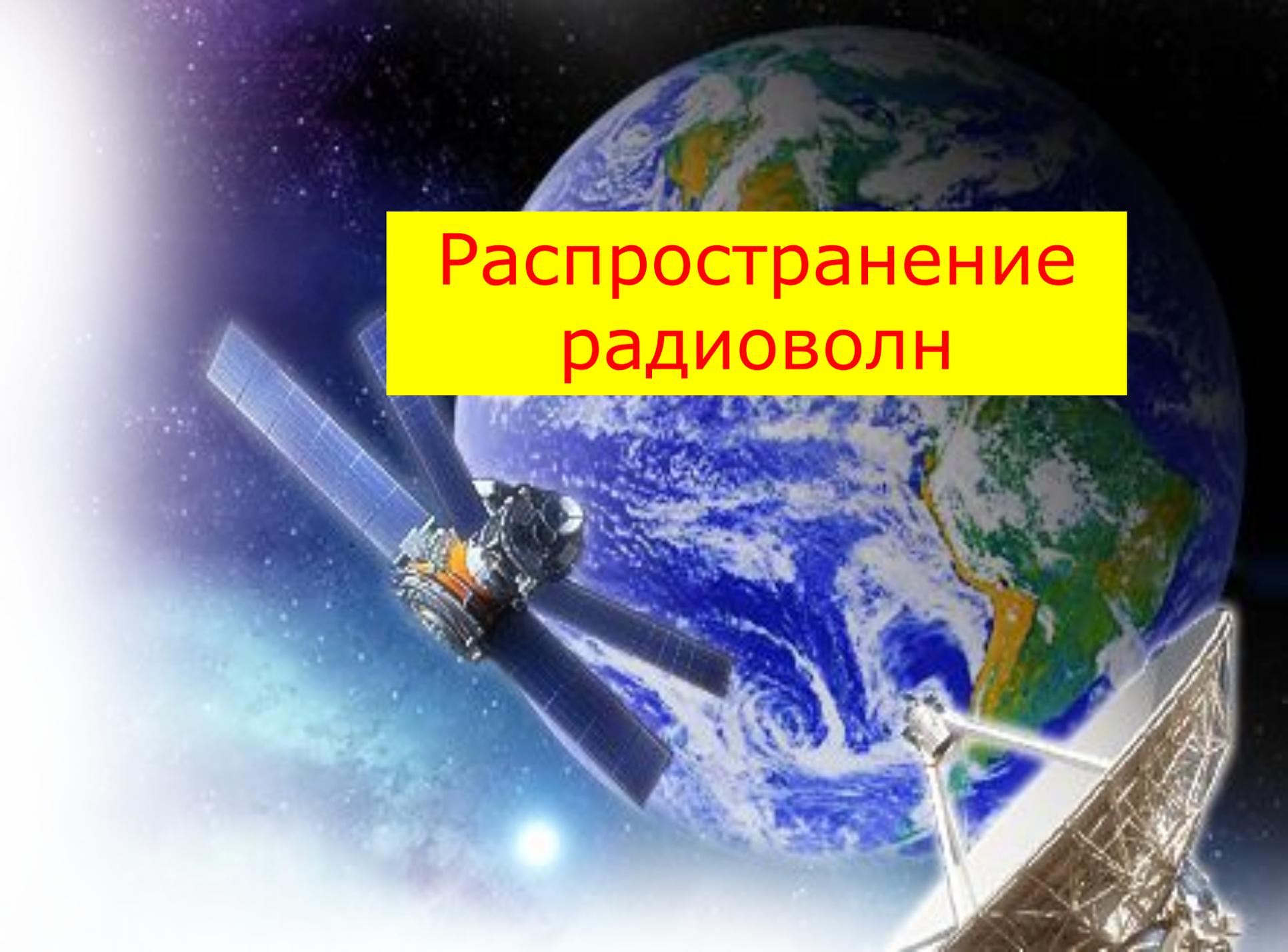


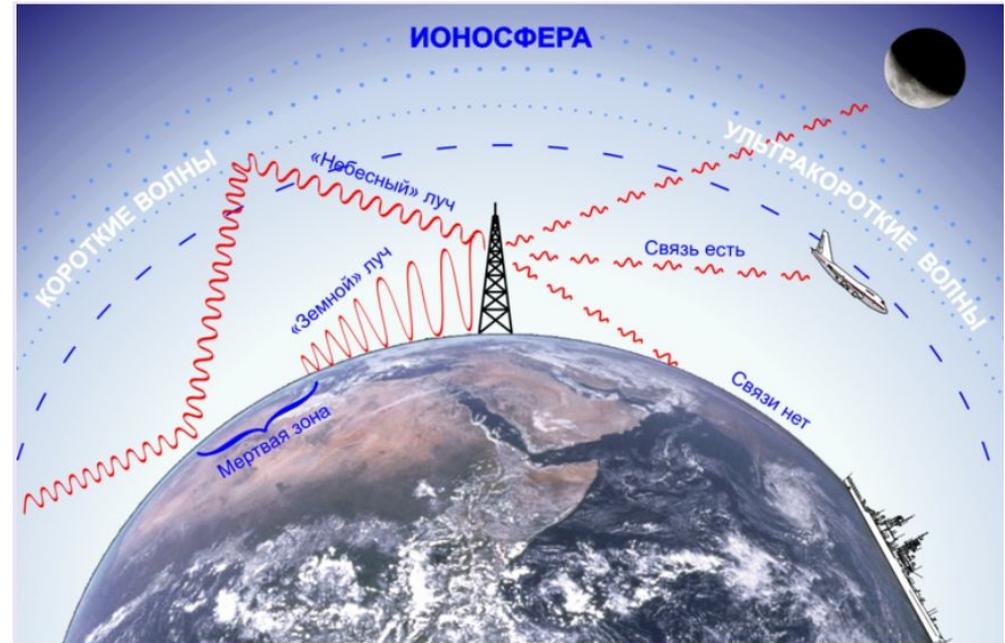
# Распространение радиоволн



# Распространение радиоволн (заголовок в тетрадь)

## ПЛАН конспекта:

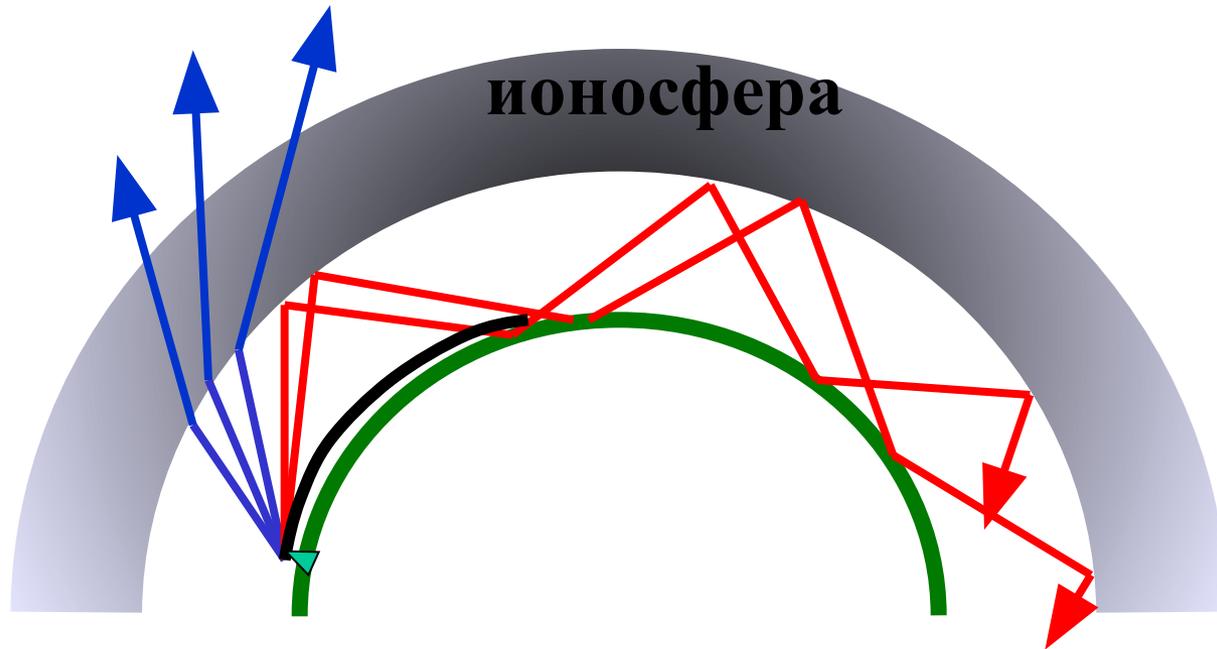
1. Сделать рисунок в тетради (следующий слайд), подписать название волн на рисунке.
2. Определение ионосферы
3. Факторы влияния на распространение радиоволн? (самостоятельно из интернета)
4. Заполнить таблицу по видам волн, используя слайды в презентации (и интернет).



Радиоволны имеют широкий диапазон (см таблицу дальше), но для связи используют:

1. Длинные
2. Средние
3. Короткие
4. Ультракороткие

# Распространение радиоволн



$\lambda > 100 м$  - длинные и средние волны

$100 м > \lambda > 10 м$  - **короткие волны**

$\lambda < 10 м$  - **ультракороткие волны**

Название диапазона		Длины волн, $\lambda$	Частоты, $\nu$	Источники
Радиоволны	Сверхдлинные	более 10 км	менее 30 кГц	Атмосферные явления. Переменные токи в проводниках и электронных потоках (колебательные контуры)
	Длинные	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц	
	Средние	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц	
	Короткие	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц	
	Ультракороткие	10 м — 2 мм	30 МГц — 150 ГГц	



# Деление всего диапазона радиоволн на меньшие диапазоны

Название поддиапазона	Длина волны, м	Частота колебаний, Гц
Сверхдлинные волны	более $10^4$	менее $3 \cdot 10^3$
<b>Длинные волны, м</b>	$10^4$ - $10^3$	$3 \cdot 10^4$ - $3 \cdot 10^5$
<b>Средние волны, м</b>	$10^3$ - $10^2$	$3 \cdot 10^5$ - $3 \cdot 10^6$
<b>Короткие волны, м</b>	$10^2$ — $10$	$3 \cdot 10^6$ - $3 \cdot 10^7$
Метровые волны, м	$10$ - $1$	$3 \cdot 10^7$ - $3 \cdot 10^8$
Дециметровые волны, дм	$1$ - $0,1$	$3 \cdot 10^8$ - $3 \cdot 10^{10}$
Сантиметровые волны, см	$0,1$ - $0,01$	$3 \cdot 10^{10}$ - $3 \cdot 10^{11}$
Миллиметровые волны, мм	$0,01$ - $0,001$	$3 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{12}$
Субмиллиметровые волны, мм	$10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-5}$	

УКВ

# Виды радиоволн

Вид	Длина волны	Условия распространения	Преимущества	Недостатки	Применение
<b>Длинные</b>					
<b>Средние</b>					
<b>Короткие</b>					
<b>Ультракороткие</b>					

# Длинные волны

Радиоволны длиной от 1000 до 10000 м называют длинными (частота 300—30 кГц), а радиоволны длиной свыше 10000 м — сверхдлинными (частота менее 30 кГц).

Длинные и особенно сверхдлинные волны мало поглощаются при прохождении в толще суши или моря. Так, волны длиной 20—30 км могут проникать в глубину моря на несколько десятков метров и, следовательно, могут использоваться для связи с погруженными подводными лодками, а также для подземной радиосвязи. Длинные волны хорошо дифрагируют (огивают) вокруг сферической поверхности Земли.

Это обуславливает возможность распространения длинных и сверхдлинных волн земной волной на расстояние порядка 3000 км.

Основное преимущество длинных волн — большая устойчивость напряженности электрического поля: сила сигнала на линии связи мало меняется в течение суток и в течение года и не подвержена случайным изменениям. Достаточную для приема напряженность электрического поля можно обеспечить на расстоянии более 20 000 км, но для этого требуются мощные передатчики и громоздкие антенны.

Недостатком длинных волн является невозможность передачи широкой полосы частот, необходимой для трансляции разговорной речи или музыки. В настоящее время длинные и сверхдлинные радиоволны применяются главным образом для телеграфной связи на дальние расстояния, а также для навигации.

Условия распространения сверхдлинных радиоволн исследуют, наблюдая за грозами. Грозовой разряд представляет собой импульс тока, содержащий колебания различных частот—от сотен герц до десятков мегагерц. Основная часть энергии импульса грозового разряда приходится на диапазон колебаний

# Средние волны

К средним волнам относятся радиоволны длиной от 100 до 1000 м (частоты 3—0,3 МГц). Средние волны используются главным образом для вещания. Они могут распространяться как земные и как ионосферные волны

Средние волны испытывают значительное поглощение в полупроводящей поверхности Земли, дальность распространения земной волны ограничена расстоянием 500—700 км. На большие расстояния радиоволны распространяются ионосферной волной

В ночное время средние волны распространяются путем отражения от слоя ионосферы, электронная плотность которого оказывается достаточной для этого. В дневные часы на пути распространения волны расположен слой, чрезвычайно сильно поглощающий средние волны. Поэтому при обычных мощностях передатчиков напряженность электрического поля недостаточна для приема, и в дневные часы распространение средних волн происходит практически только земной волной на сравнительно небольшие расстояния (порядка 1000 км).

В диапазоне средних волн более длинные волны испытывают меньшее поглощение, и напряженность электрического поля ионосферной волны больше на более длинных волнах. Поглощение увеличивается в летние месяцы и уменьшается в зимние месяцы. Ионосферные возмущения не влияют на распространение средних волн, так как слой мало нарушается во время ионосферно-магнитных бурь.

# *Короткие волны*

К коротким волнам относятся радиоволны длиной от 100 до 10 м (частоты 3—30 МГц). Преимуществом работы на коротких волнах по сравнению с работой на более длинных волнах является то, что в этом диапазоне можно создать направленные антенны. Короткие волны могут распространяться как земные и как ионосферные.

С повышением частоты сильно возрастает поглощение волн в полупроводящей поверхности Земли. Поэтому при обычных мощностях передатчика земные волны коротковолнового диапазона распространяются на расстояния, не превышающие нескольких десятков километров

Ионосферной волной короткие волны могут распространяться на многие тысячи километров, причем для этого не требуется передатчиков большой мощности. Поэтому в настоящее время короткие волны используются главным образом для связи и вещания на большие расстояния.

# Ультракороткие волны

Радиоволны длиной менее 10 м (более 30 МГц). Волны ультракороткие подразделяются на волны метровые (10-1 м), дециметровые (1 м- 10 см), сантиметровые (10-1 см) и миллиметровые (менее 1 см). Основное распространение в радиолокационной технике получили сантиметровые волны. При расчете дальности системы самолетовождения и бомбометания на ультракороткие волны предполагается, что последние распространяются по закону прямой (оптической) видимости, не отражаясь от ионизированных слоев. Системы на ультракоротких волнах более помехоустойчивы к искусственным радиопомехам, чем системы на средних и длинных волнах.

Ультракороткие волны по своим свойствам наиболее близки к световым лучам. Они в основном распространяются прямолинейно и сильно поглощаются землей, растительным миром, различными сооружениями, предметами. Поэтому уверенный прием сигналов ультракоротковолновых станций поверхностной волной возможен главным образом тогда, когда между антеннами передатчика и приемника можно мысленно провести прямую линию, не встречающую по всей длине каких-либо препятствий в виде гор, возвышенностей, лесов. Ионосфера же для ультракоротких волн подобно стеклу для света - "прозрачна". Ультракороткие волны почти беспрепятственно проходят через нее. Поэтому-то этот диапазон волн используют для связи с искусственными спутниками Земли, космическими кораблями и между ними.

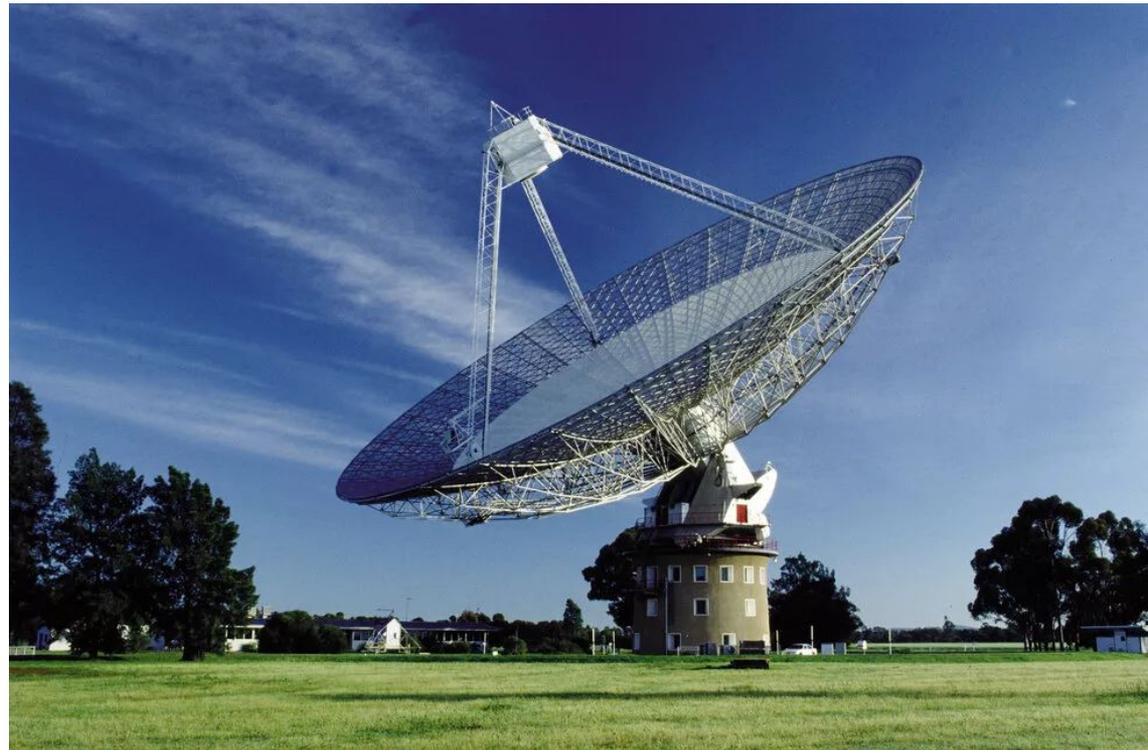
Но наземная дальность действия даже мощной ультракоротковолновой станции не превышает, как правило, 100-200 км. Лишь путь наиболее длинных волн этого диапазона (8-9 м) несколько искривляется нижним слоем ионосферы, который как бы пригибает их к земле. Благодаря этому расстояние, на котором возможен прием ультракоротковолнового передатчика, может быть большим. Иногда, однако, передачи ультракоротковолновых станций слышны на расстояниях в сотни и тысячи километров от них.

Следующий конспект пишет  
ТОЛЬКО ТОТ, КТО СИДИТ ДОМА НА  
БОЛЬНИЧНОМ

# Радиолокация

## План конспекта:

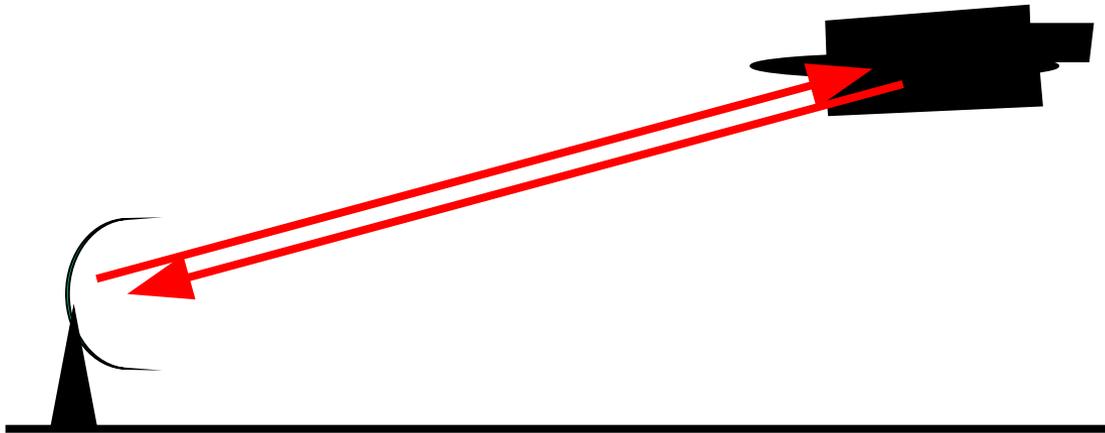
1. Определение
2. Радар – это
3. Рисунок с формулой
4. Режим работы
5. Глубина разведки
6. Применение
7. Задача



# Радиолокация

**Радиолокация** - обнаружение и точное определение местонахождения объектов с помощью радиоволн.

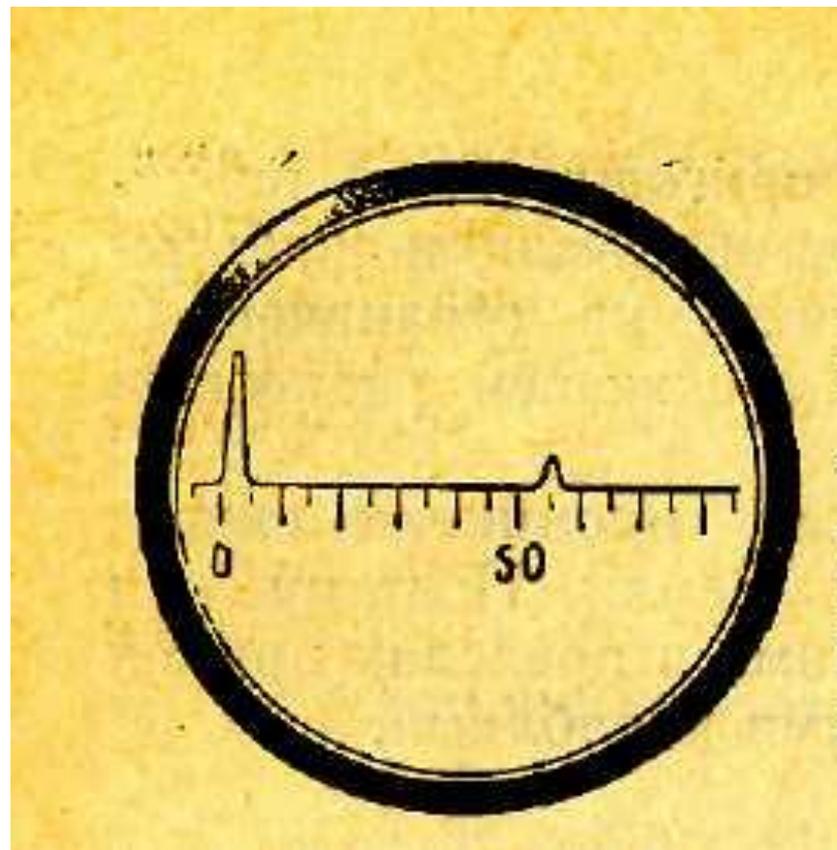
- В радиолокации используют электромагнитные волны сверхвысокой частоты (СВЧ). ( $10^8$  -  $10^{11}$  Гц.)
- Радиолокатор (радар) состоит из передающей и приемной части.



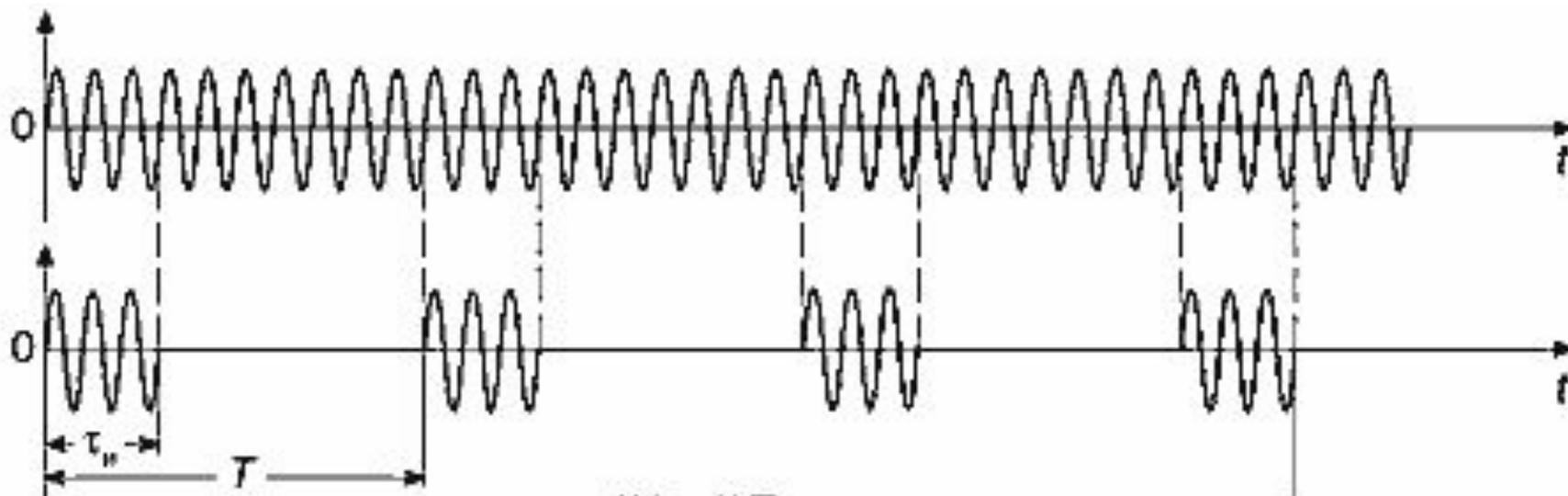
$$S = \frac{ct}{2}$$

Для определения расстояния до цели применяют **импульсный режим** излучения. Передатчик передает волны кратковременными импульсами. Определение расстояния производится путем измерения общего времени  $t$  прохождения радиоволн до цели и обратно. Так как скорость радиоволн  $c=3 \cdot 10^8$  м/с в атмосфере практически постоянна, то

$$R = \frac{ct}{2}$$



Волна отправляется в виде коротких **ИМПУЛЬСОВ**



$\tau$  – длительность импульса

$T$  – период следования импульсов  
(период повторения импульсов)

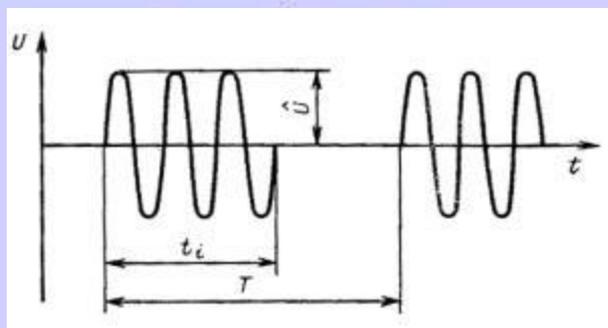
# Глубина разведки радиолокатора

**Минимальное расстояние, на котором можно обнаружить цель**  
( время распространения сигнала туда и обратно должно быть больше или равно длительности импульса)

$$l_{\min} = \frac{c\tau}{2} \quad \tau \text{ -длительность импульса}$$

**Максимальное расстояние, на котором можно обнаружить цель**  
( время распространения сигнала туда и обратно не должно быть больше периода следования импульсов)

$$l_{\max} = \frac{cT}{2} \quad T \text{ -период следования импульсов}$$



# Применение радиолокации

**Сельское и лесное хозяйство:** определение вида почв, температуры, обнаружение пожаров.

**Геофизика и география:** структура землепользования, распределение транспорта, поиски минеральных местонахождений.

**Гидрология:** исследование загрязнений поверхностей воды.

**Океанография:** определение рельефа поверхностей дна морей и океанов.

**Военное дело и космические исследования:** обеспечение полётов, обнаружение военных целей.



Радиолокатор работает в импульсном режиме. Частота повторения импульсов равна 1700 Гц, а длительность импульса — 0,8 мкс. Найти наибольшую и наименьшую дальность обнаружения цели данным радиолокатором

Дано: $\nu_1 = 1700 \text{ Гц}$ $T_2 = 0,8 \text{ мкс}$ $l_{\max} - ?$ $l_{\min} - ?$	Решение: Максимальную дальность $l_{\max}$ обнаружения цели найдем из условия, что время $T_1$ между излучением последовательных импульсов должно быть равно времени, необходимому для прохождения импульсом расстояния до цели и обратно: $T_1 = 2l_{\max}/c$ , где $c$ — скорость света. Так как $T_1 = 1/\nu_1$ , то
---	--

$$l_{\max} = \frac{c}{2\nu_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2 \cdot 1,7 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}} = 8,8 \cdot 10^4 \text{ м} = 88 \text{ км.}$$

Минимальное расстояние находится из условия:  $2l_{\min} = cT_2$ , где  $T_2$  — длительность импульса. Тогда

$$l_{\min} = \frac{cT_2}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ с}}{2} = 120 \text{ м.}$$

Если расстояние до цели будет меньше  $l_{\min}$ , то импульсы будут «накладываться» друг на друга.

Ответ:  $l_{\max} = 88 \text{ км}$ ,  $l_{\min} = 120 \text{ м}$ .