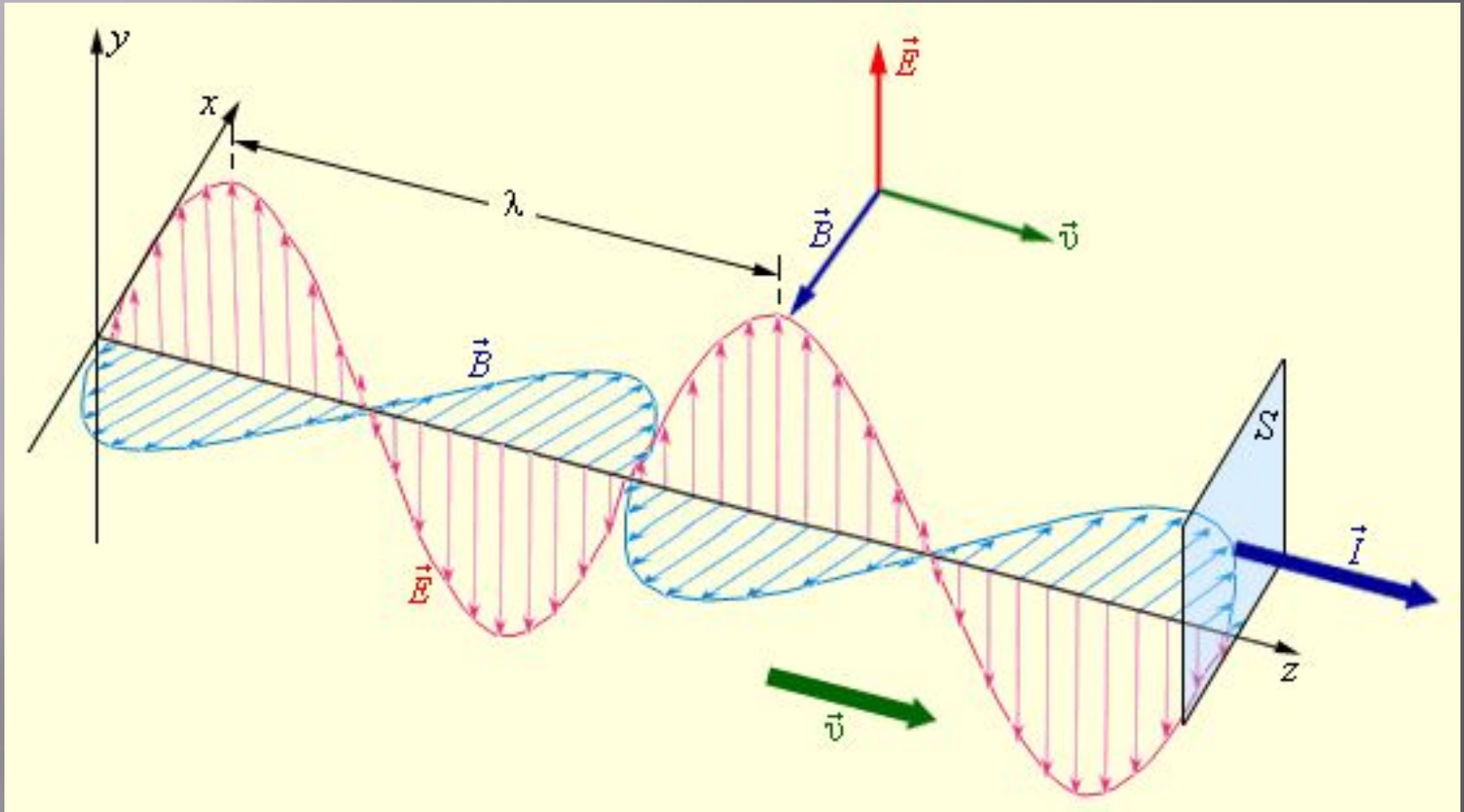


Понятие о радиоволнах. Деление волн на диапазоны. Основные физические свойства радиоволн. Строение атмосферы. Распространение радиоволн.

Радиоволны – это электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве со скоростью света (300 000 км/сек).



$$E_x = E_0 \sin (\omega t - kx + \alpha_0)$$

$$B_x = B_0 \sin (\omega t - kx + \alpha_0)$$

Длина волны (в метрах) рассчитывается по формуле:

$$\lambda = c \backslash F$$

или примерно $\lambda = 300 \backslash F$

где F – частота электромагнитного излучения в МГц.

Энергия, которую несут электромагнитные волны, зависит от мощности генератора (излучателя) и расстояния до него. Интенсивность излучения точечного источника обратно пропорциональна квадрату расстояния до источника, т. к. площадь сферы, внутри которой распространяется поле

$$S = 4 \pi R^2$$

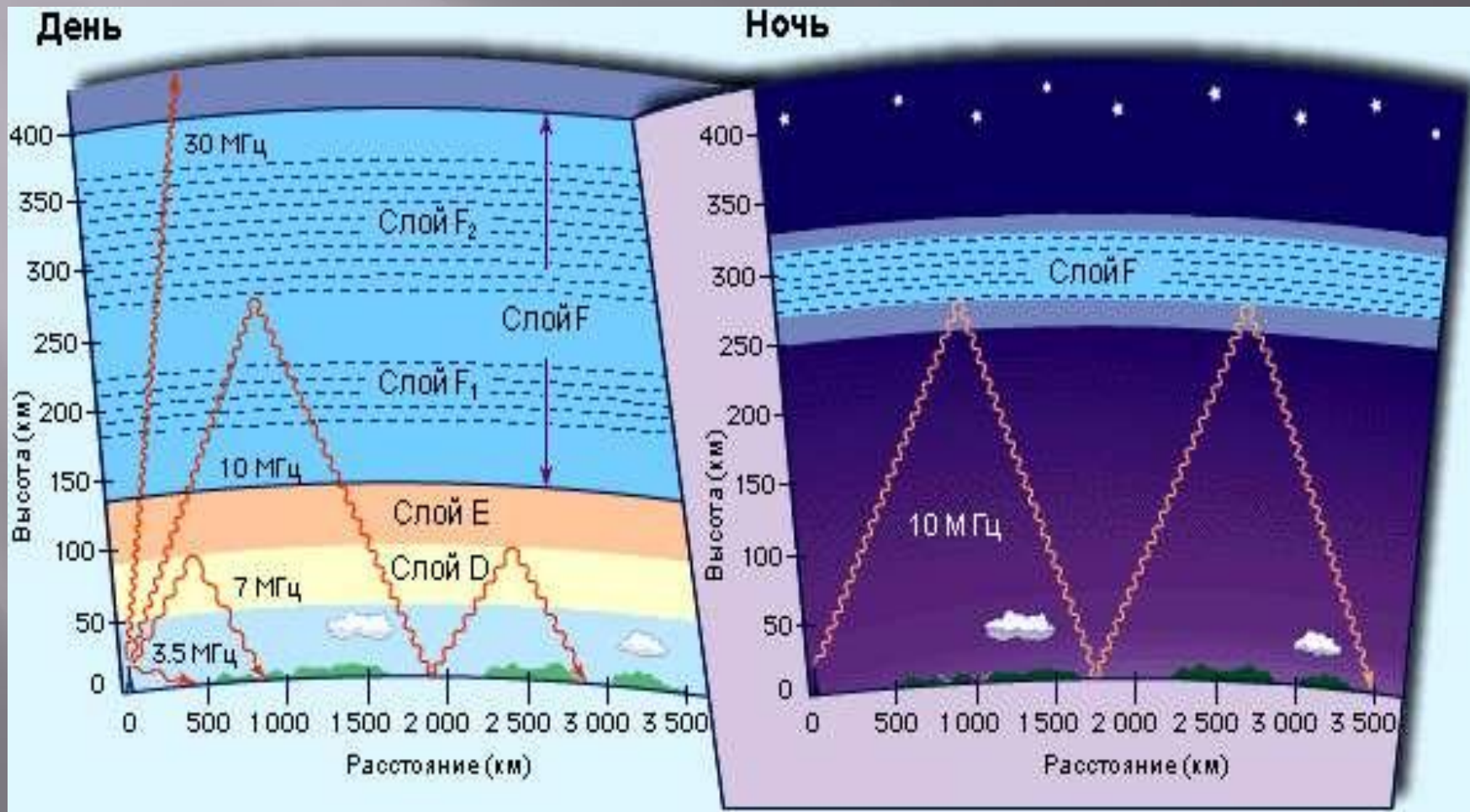
Диапазон радиочастот

| Наименование диапазона частот | | Границы диапазонов |
|-------------------------------|---------------------|--------------------|
| основной термин | параллельный термин | |
| 1-й диапазон частот | Крайне низкие КНЧ | 3—30 гц |
| 2-й диапазон частот | Сверхнизкие СНЧ | 30—300 гц |
| 3-й диапазон частот | Инфранизкие ИНЧ | 0,3—3 кгц |
| 4-й диапазон частот | Очень низкие ОНЧ | 3—30 кгц |
| 5-й диапазон частот | Низкие частоты НЧ | 30—300 кгц |
| 6-й диапазон частот | Средние частоты СЧ | 0,3—3 Мгц |
| 7-й диапазон частот | Высокие частоты ВЧ | 3—30 Мгц |
| 8-й диапазон частот | Очень высокие ОВЧ | 30—300 Мгц |
| 9-й диапазон частот | Ультравысокие УВЧ | 0,3—3 Ггц |
| 10-й диапазон частот | Сверхвысокие СВЧ | 3—30 Ггц |
| 11-й диапазон частот | Крайне высокие КВЧ | 30—300 Ггц |
| 12-й диапазон частот | Гипервысокие ГВЧ | 0,3—3 Тгц |

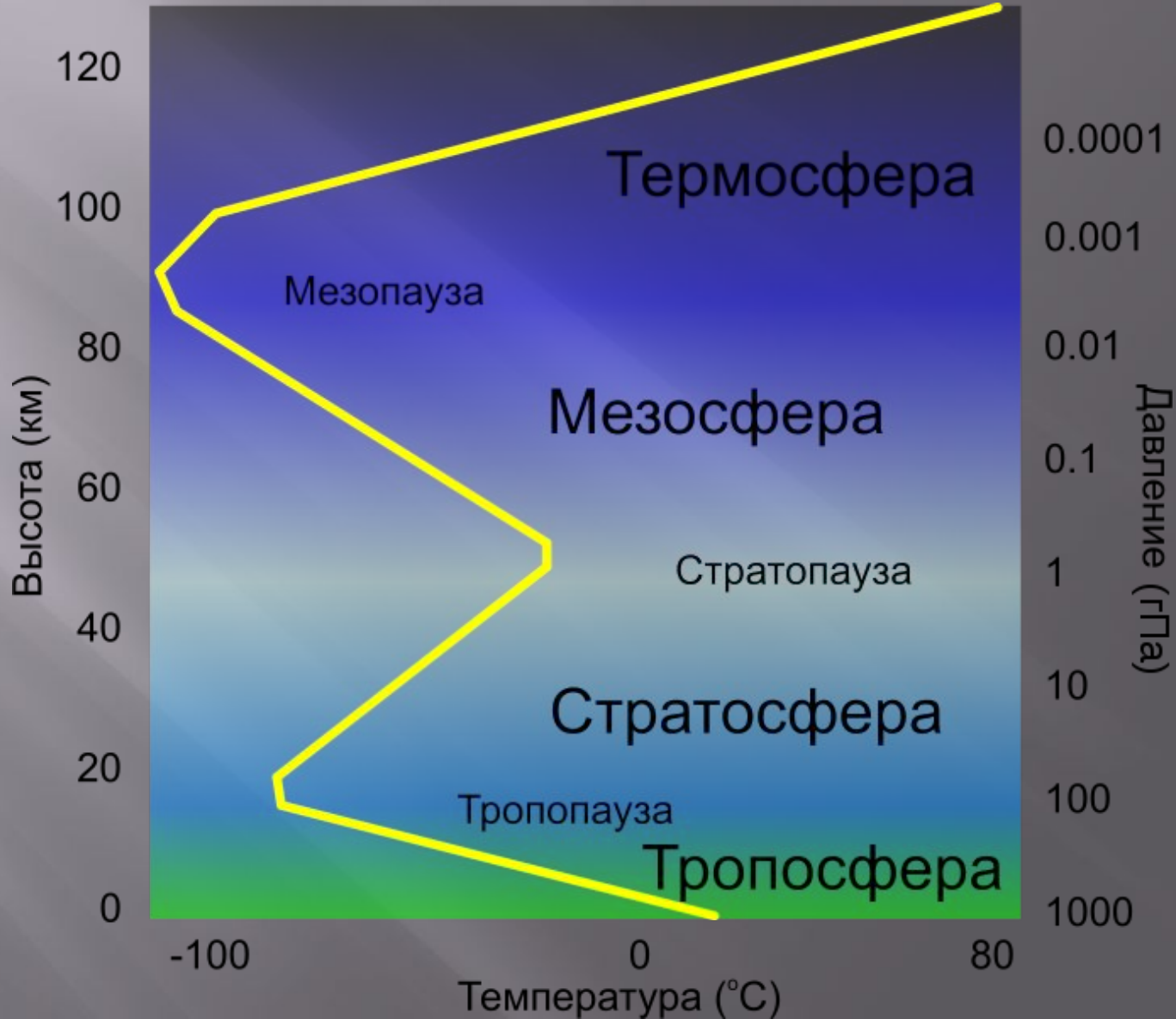
Диапазон радиоволн

| Наименование диапазона волн | | Границы диапазонов |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| основной термин | параллельный термин | |
| 1-й диапазон частот | Декамегаметровые | 100—10 мм |
| 2-й диапазон частот | Мегаметровые | 10—1 мм |
| 3-й диапазон частот | Гектокилометровые | 1000—100 км |
| 4-й диапазон частот | Мириаметровые | 100—10 км |
| 5-й диапазон частот | Километровые | 10—1 км |
| 6-й диапазон частот | Гектометровые | 1—0,1 км |
| 7-й диапазон частот | Декаметровые | 100—10 м |
| 8-й диапазон частот | Метровые | 10—1 м |
| 9-й диапазон частот | Дециметровые | 1—0,1 м |
| 10-й диапазон частот | Сантиметровые | 10—1 см |
| 11-й диапазон частот | Миллиметровые | 10—1 мм |
| 12-й диапазон частот | Децимиллиметровые | 1—0,1 мм |

Отражательные слои ионосферы и распространение коротких волн в зависимости от частоты и времени суток.



Строение атмосферы



Распространение радиоволн подчиняется определенным общим законам

Прямолинейное распространение в однородной среде, т.е. среде, свойства которой во всех точках одинаковы.

Отражение и преломление при переходе из одной среды в другую. Угол падения равен углу отражения.

Дифракция. Встречая на своем пути непрозрачное тело, радиоволны огибают его. Дифракция проявляется в разной мере в зависимости от соотношения геометрических размеров препятствия и длины волны.

Рефракция. В неоднородных средах, свойства которых плавно изменяются от точки к точке, радиоволны распространяются по криволинейным траекториям. Чем резче изменяются свойства среды, тем больше кривизна траектории.

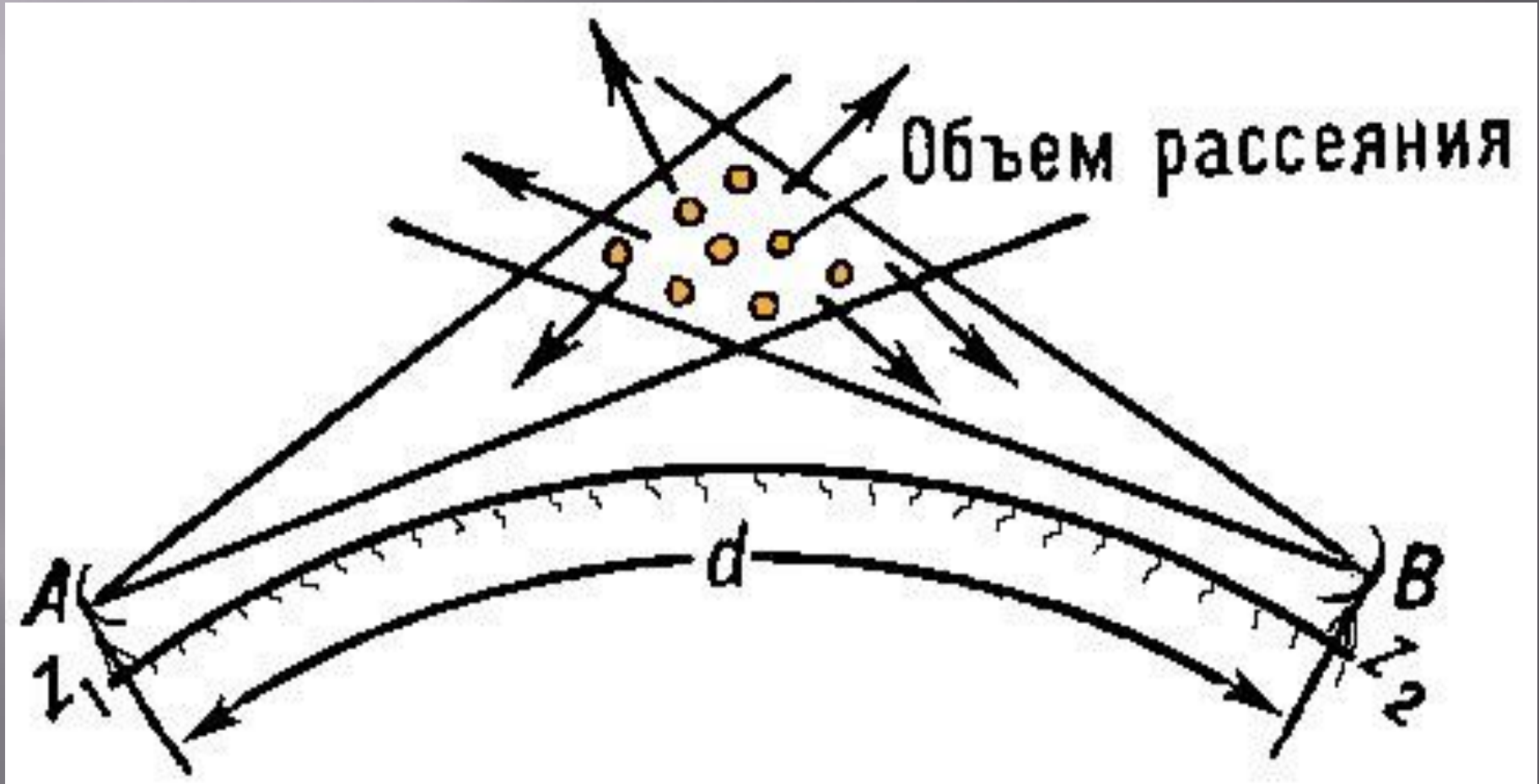
Полное внутреннее отражение. Если при переходе из оптически более плотной среды в менее плотную, угол падения превышает некоторые критические значения, то луч во вторую среду не проникает и полностью отражается от границы раздела сред. Критический угол падения называют углом полного внутреннего отражения.

Интерференция. Это явление наблюдается при сложении в пространстве нескольких волн. В различных точках пространства получается увеличение или уменьшение амплитуды результирующей волны в зависимости от

Распространение коротких и ультракоротких волн



Рассеяние радиоволн на неоднородностях тропосферы.



Предельная дальность связи на линиях радиорелейной связи – дальность прямой видимости (без ретрансляции)

$$D = 4,12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

Предельная дальность связи на линиях ДТР (без ретрансляции)

$$r_{\max} = 2\sqrt{a \cdot h}$$

$$h_T \cong 15$$

- высота тропосферы

$$a_{\text{Э}} = 8500$$

- эффективный радиус Земли,

$$r_{\max} = 2\sqrt{8500 \cdot 15} \cong 700$$

Достоинства УКВ

1. Условия РРВ не зависят от уровня солнечной активности
2. Большая частотная емкость
3. Резкое уменьшение взаимных помех

Недостатки УКВ

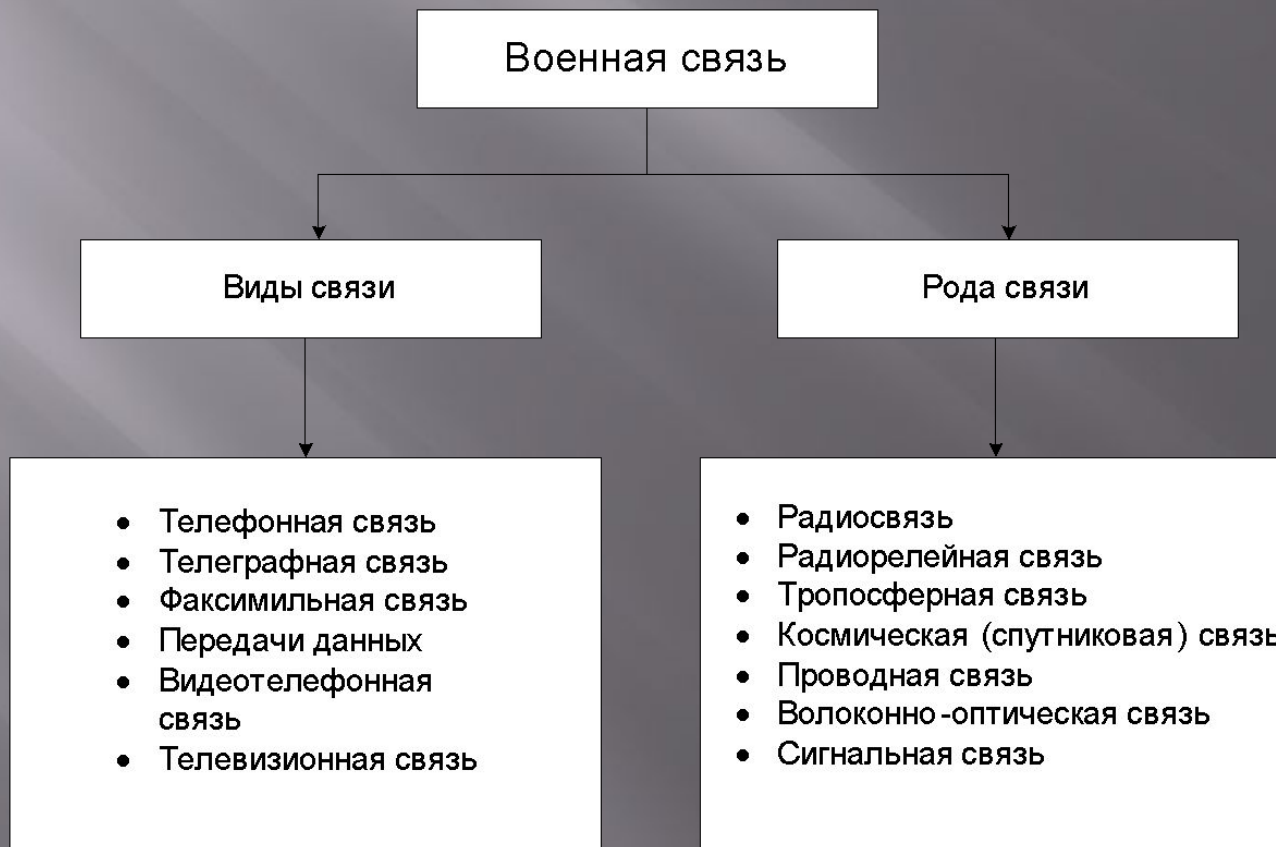
1. Малая дальность связи $D = 4,12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$

Связь

процесс обмена информацией в системах управления

Род связи – классификационная группировка военной связи, выделенная по среде распространения сигналов и типу линейных средств.

Вид связи – это классификационная группировка военной связи, выделенная по виду передаваемого сообщения (оконечного оборудования или средства связи).



Радиосвязь – это способ передачи информации на расстояние с помощью электрических сигналов, которые излучаются в окружающее пространство в виде электромагнитных волн

Совокупность технических средств и среды распространения радиоволн, представляющие собой путь, по которому обеспечивается передача высокочастотного сигнала (радиосигнала) на расстояние образуют **канал радиосвязи** или **радиоканал**.



Совокупность технических устройств (радиопередающие, радиоприемные, антенно-фидерные устройства), среды распространения сигнала, образующие канал связи в одном азимутальном направлении называется **линией радиосвязи**.

Свойства канала радиосвязи

1. Канал радиосвязи обладает очень большим затуханием;
2. Затухание канала радиосвязи оказывается переменным в широких пределах т.к. напряженность поля электромагнитной волны в точке приема обратно пропорциональна квадрату длины пути, совершенного ею;
3. Затухание канала радиосвязи оказывается переменным в силу изменчивости параметров земной атмосферы;
4. Канал радиосвязи, ограниченный только средой распространения радиоволн, является физически общим для всех существующих средств радиосвязи, радиовещания, радионавигации и т.д.;
5. Радиоканал вносит искажения в передаваемый сигнал за счет ограничения его спектра частот.

Радиоканал характеризуется, с одной стороны, широким диапазоном медленных и быстрых изменений затухания, с другой — действием большого количества помех от внешних источников.

Помехи в канале радиосвязи

1. Атмосферные помехи
2. Шумы космического происхождения
3. Промышленные помехи
4. Взаимные помехи между различными радиотехническими устройствами

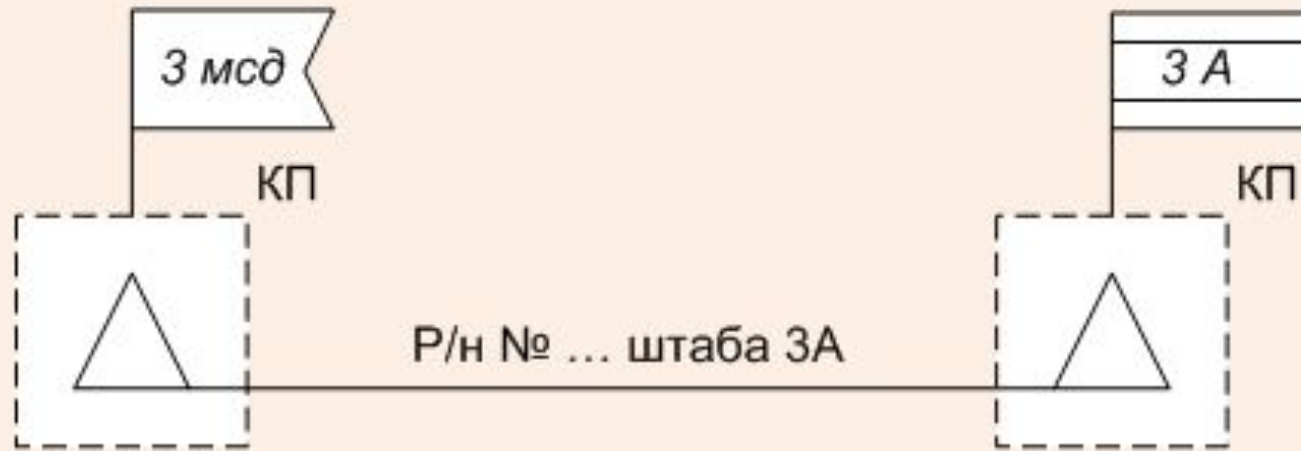
Достоинства радиосвязи :

- возможность установления радиосвязи с объектами, местоположение которых не известно, через территорию, занятую противником, через непроходимые и зараженные участки местности;
- возможность установления радиосвязи с объектами, находящимися в движении на земле, в воздухе и в море;
- возможность передачи боевых приказов, распоряжений, донесений и сигналов большому числу корреспондентов.

Недостатки радиосвязи :

- возможность перехвата переговоров и передач;
- возможность определения противником мест нахождения работающих радиостанций и создания им преднамеренных помех;
- зависимость состояния связи от условий прохождения радиоволн и возможных помех в пункте приема;
- возможность создания непреднамеренных помех при совместной работе;
- сильное влияние на связь высотных ядерных взрывов;
 - уменьшение дистанции связи между радиостанциями, работающими в движении.

Организация связи по радионаправлению



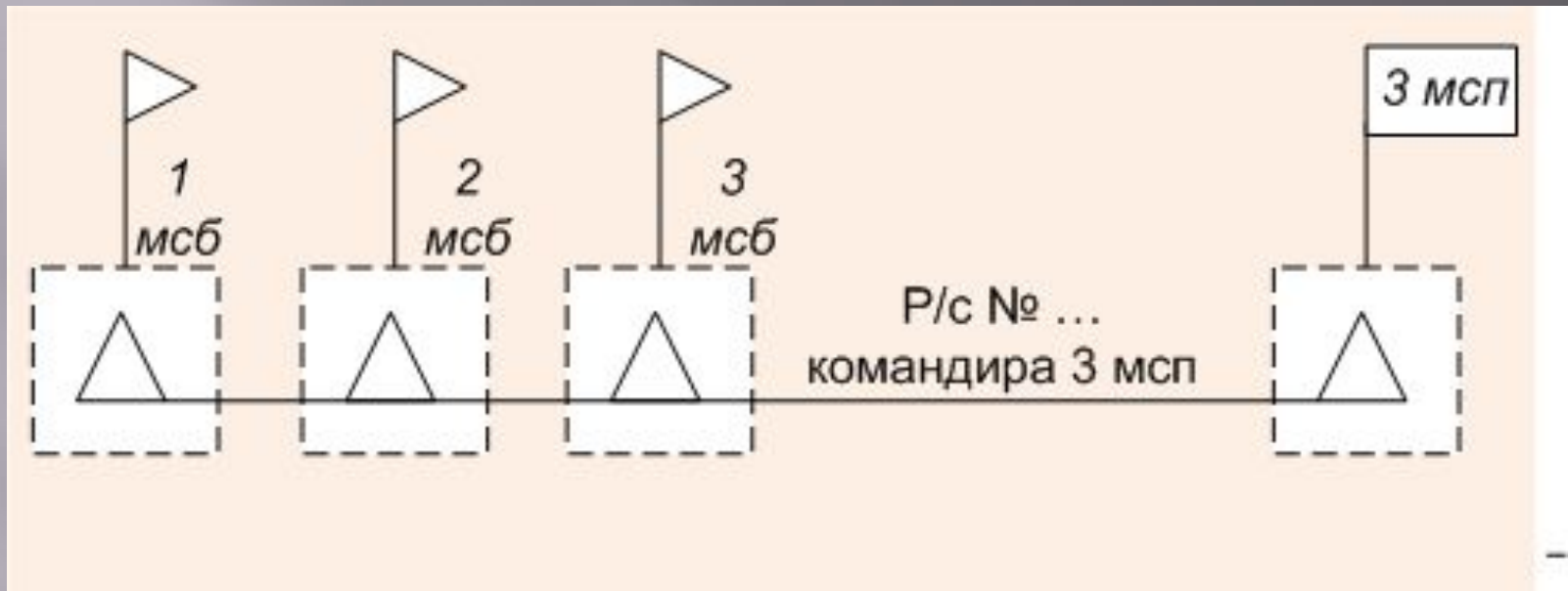
Достоинства:

- быстрота и простота установления связи;
- увеличение скорости передачи сообщений;
- повышение разведзащищенности ;
- увеличение дальности связи при использовании направленных антенн.

Недостатки :

- повышенный расход средств радиосвязи.

Организация связи в радиосети



По сравнению с радионаправлением радиосеть обладает меньшей устойчивостью, пропускной способностью и разведзащищенностью.

В то же время радиосеть обеспечивает возможность циркулярной передачи и поддержания связи между всеми корреспондентами сети с наименьшим расходом сил и средств.

Симплексная радиосвязь -

это двухсторонняя радиосвязь, при которой передача и прием каждой радиостанции осуществляется поочередно

Дуплексная радиосвязь -

это двухсторонняя радиосвязь, при которой каждой радиостанцией передача может осуществляться одновременно с приемом

Под **радиорелейной связью** понимают радиосвязь, основанную на ретрансляции радиосигналов дециметровых и более коротких волн станциями, расположенными на поверхности Земли. Совокупность технических средств и среды распространения радиоволн для обеспечения радиорелейной связи образует **радиорелейную линию связи**. Радиорелейные станции делятся на два типа - радиорелейные станции прямой видимости и радиорелейные станции тропосферного рассеяния.

а). Все радиорелейные линии в зависимости от области использования делятся на :

- стационарные
- мобильные или передвижные (полевые).

б) По используемым средствам радиорелейные линии делятся на:

- радиорелейные линии прямой видимости;
- тропосферные радиорелейные линии.

в) По назначению радиорелейные линии делятся на:

- осевые радиорелейные линии;
- рокадные радиорелейные линии;
- радиорелейные линии привязки;
- радиорелейные линии прямой связи;
- радиорелейные линии дистанционного управления.

г) По способу уплотнения каналов и типу модуляции ВЧ колебаний передатчиков радиорелейные линии делятся на:

- радиорелейные линии с частотным уплотнением и частотной модуляцией

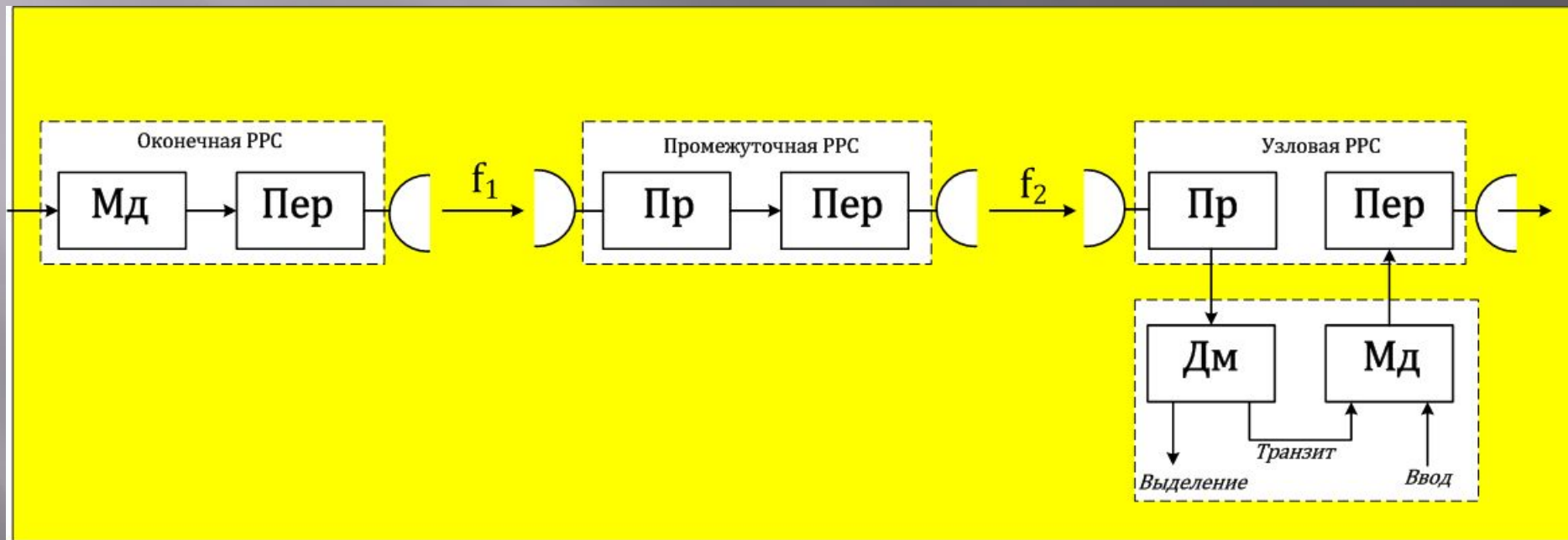
;

- радиорелейные линии с передачей сообщений в аналоговой форме;
- радиорелейные линии с передачей сообщений в цифровой форме.

д) По диапазону используемых частот радиорелейные линии делятся на:

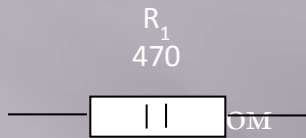
- радиорелейные линии метрового диапазона;
- радиорелейные линии дециметрового диапазона;
- радиорелейные линии сантиметрового диапазона;
- радиорелейные линии миллиметрового диапазона;

Структурная схема РРЛ



Резисторы

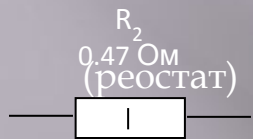
Обозначение резисторов на схемах. Резисторы сопротивлением от 1 до 1000 Ом обозначаются на схемах в омах целыми числами без указания единицы измерения. Сопротивление, составляющее долю или число с долями Ом, обозначают в омах с указанием единицы измерения.



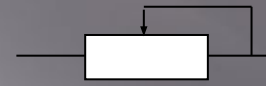
сопротивление 470 Ом,
мощностью 2 Вт



нерегулируемый резистор



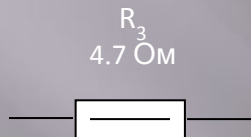
сопротивление 0,47 Ом,
мощностью 1 Вт



регулируемый резистор



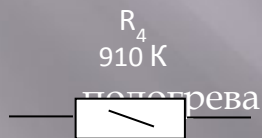
потенциометр



сопротивление 4,7 Ом,
мощностью 0,5 Вт



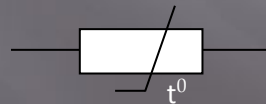
подстроечный резистор



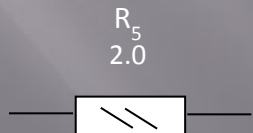
сопротивление 910 кОм,
мощностью 0,25 Вт



варистор



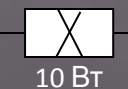
терморезистор прямого



сопротивление 2 МОм,
мощностью 0,125 Вт



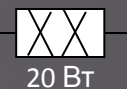
5 Вт



10 Вт



15 Вт

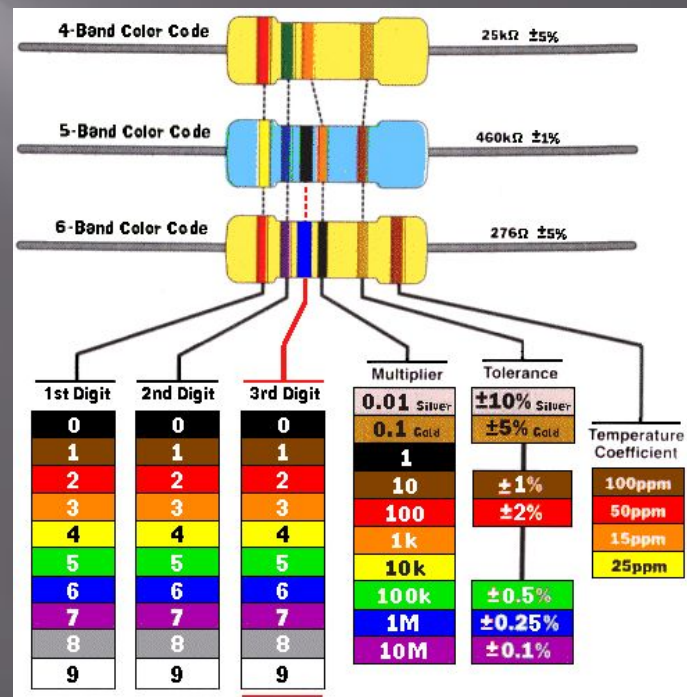
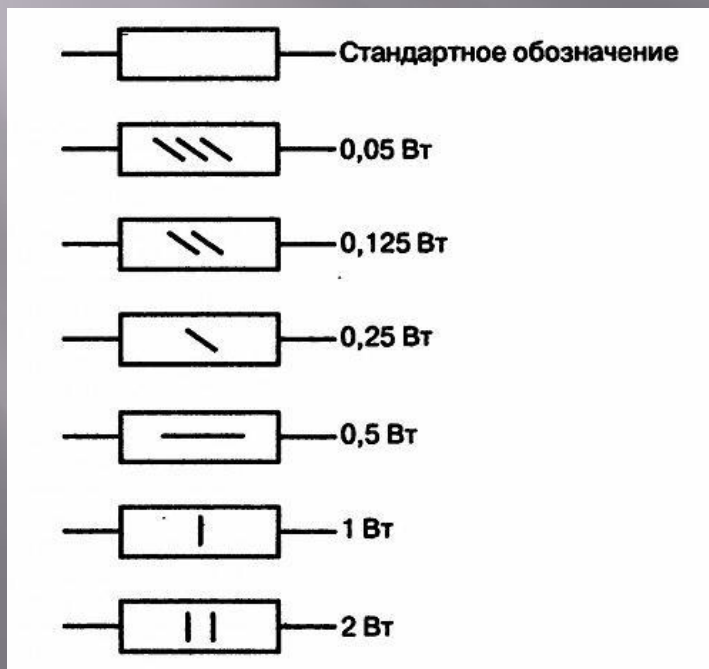
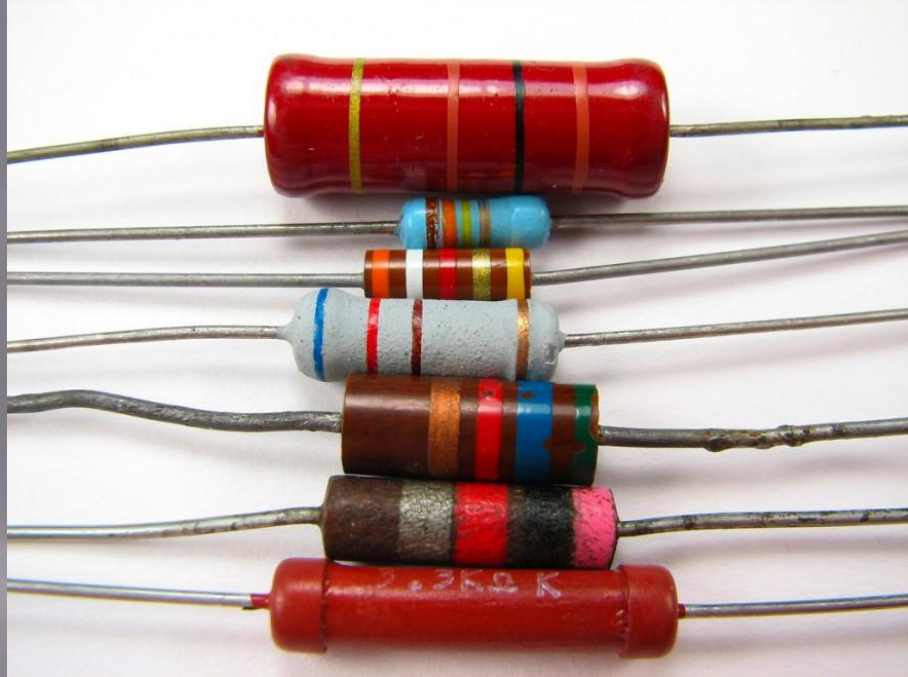


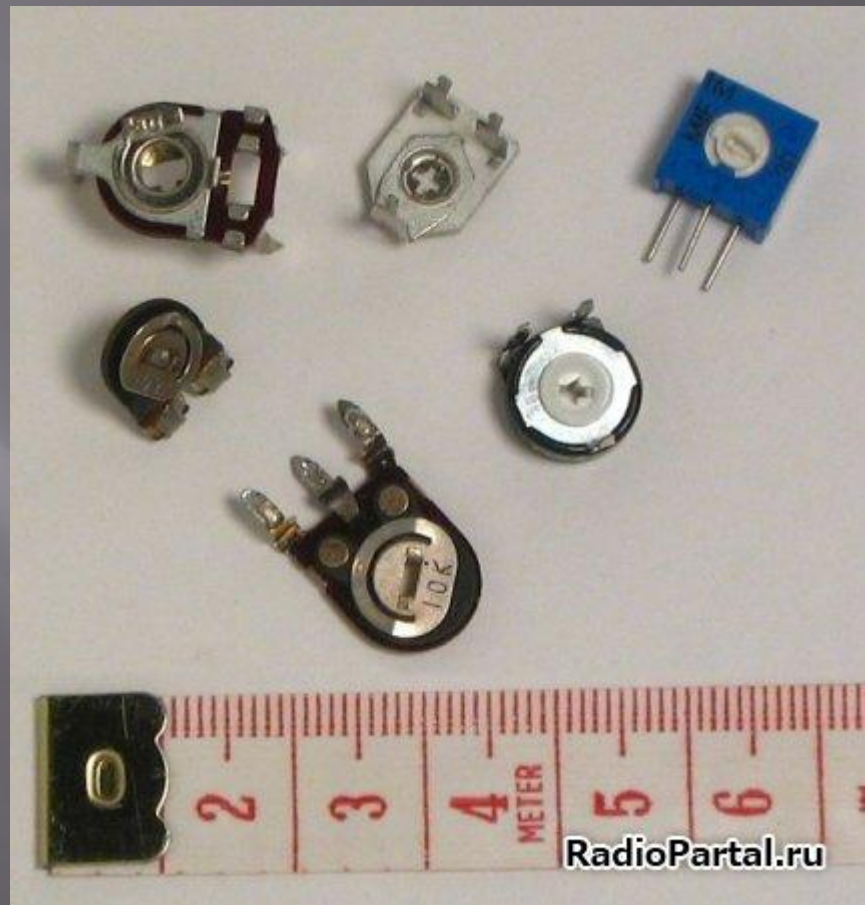
20 Вт

Последовательное соединение: $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Параллельное соедине

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

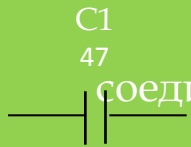








Обозначение на схемах



емкость конденсатора C1 =47 пФ

Параллельное

соединение:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



емкость конденсатора C2=0,1 мкФ

Последовательное

соединение:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



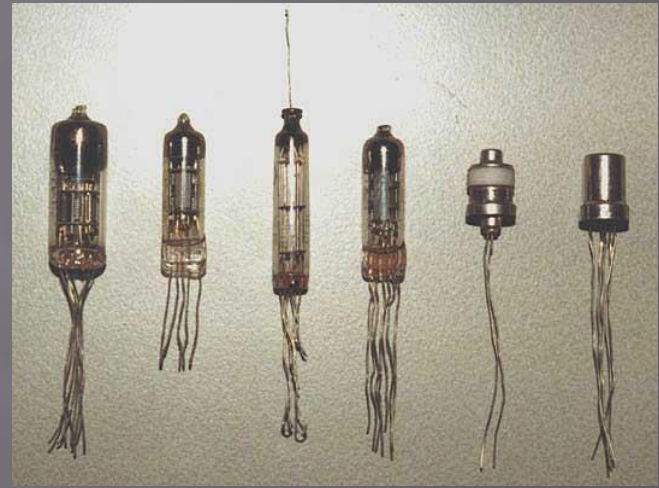
емкость конденсатора C3= 20 мкФ



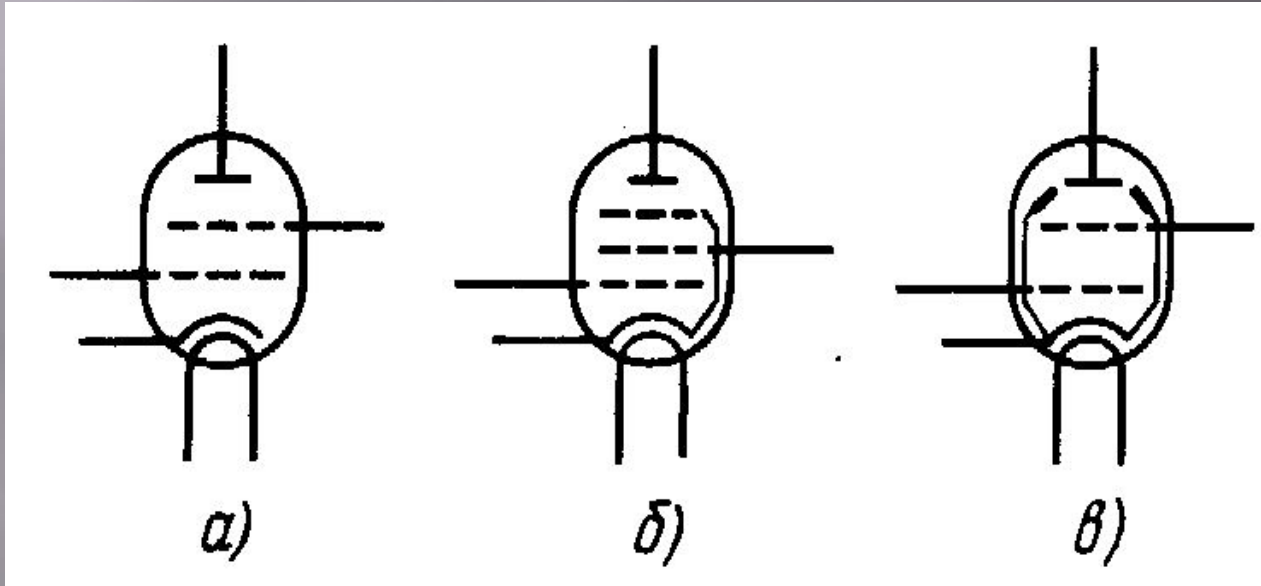
конденсатор переменной емкости C4,
наименьшая емкость 4 пФ, наибольшая 15 пФ



подстроечный конденсатор C5, наименьшая емкость 6 пФ,
наибольшая 30 пФ

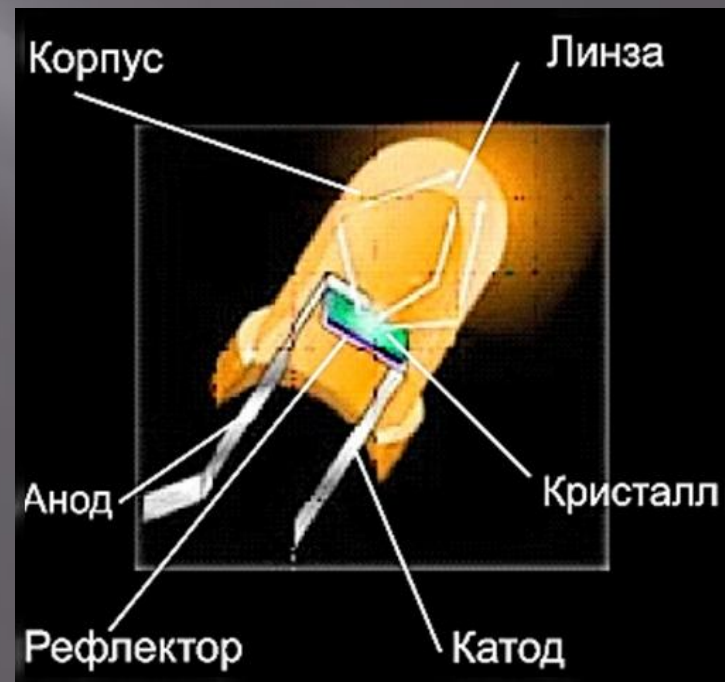


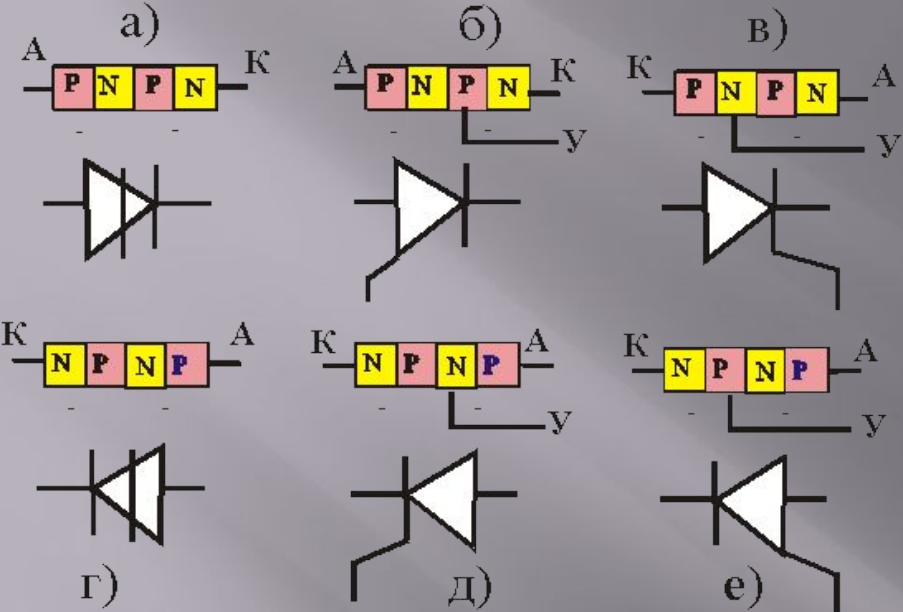
Многоэлектродные и комбинированные электронные лампы



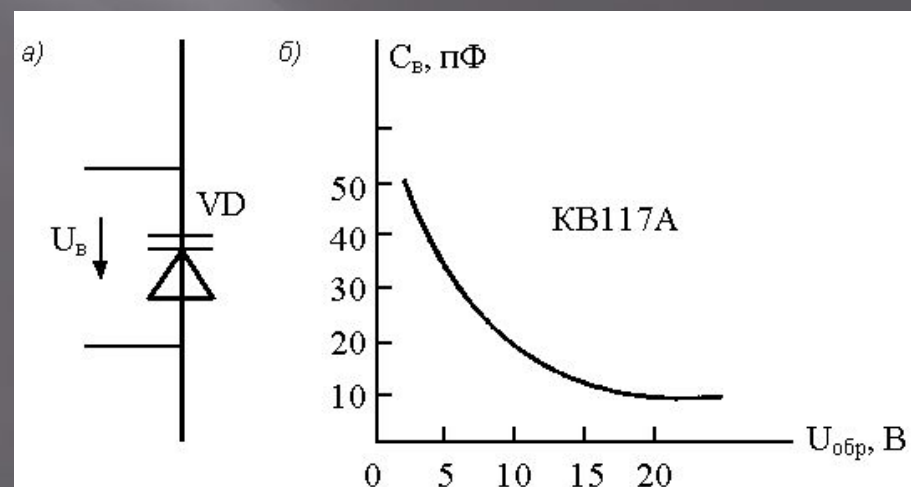
Тетрод (а), пентод (б) и лучевой тетрод (в)

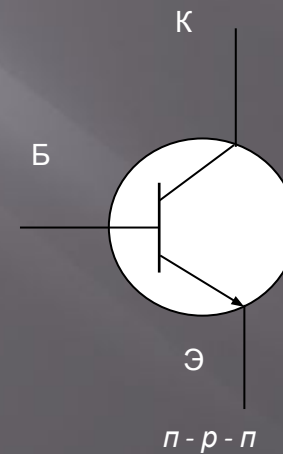
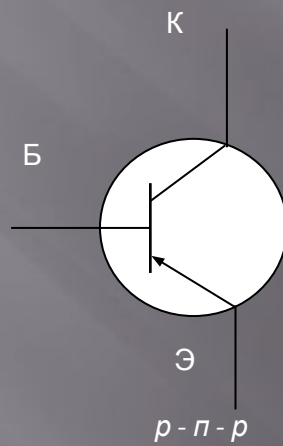
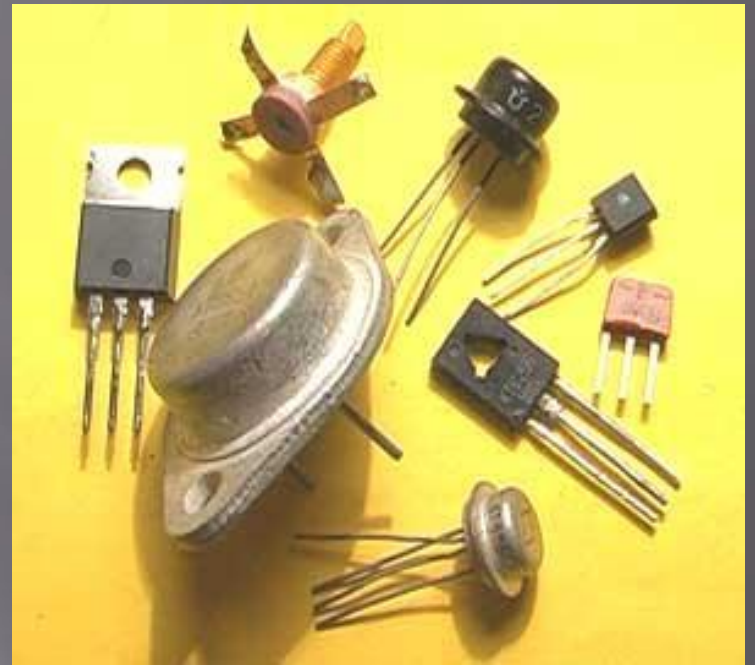
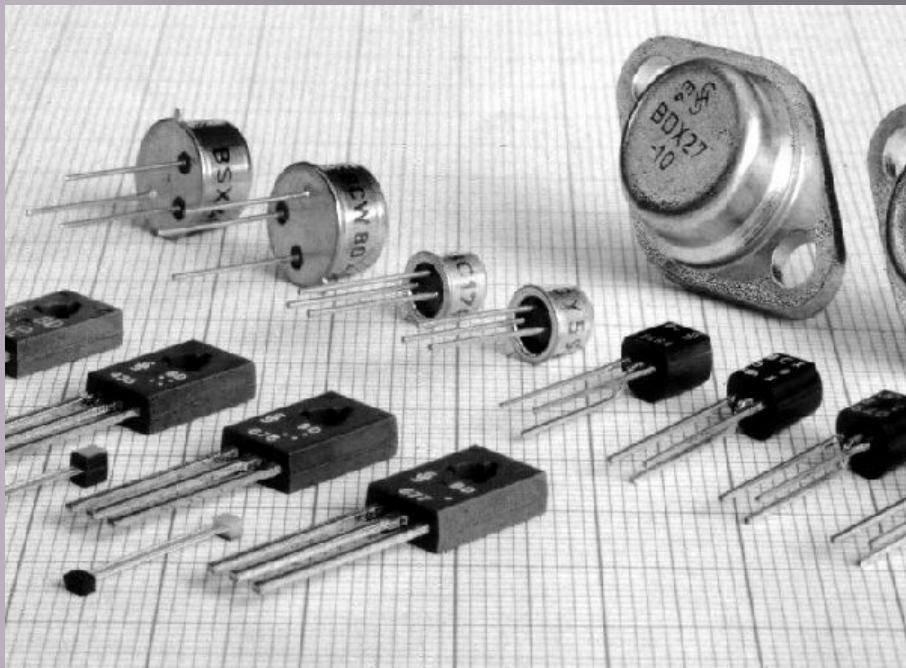
g1-управляющая сетка; g2-экранная сетка;
g3-защитная сетка



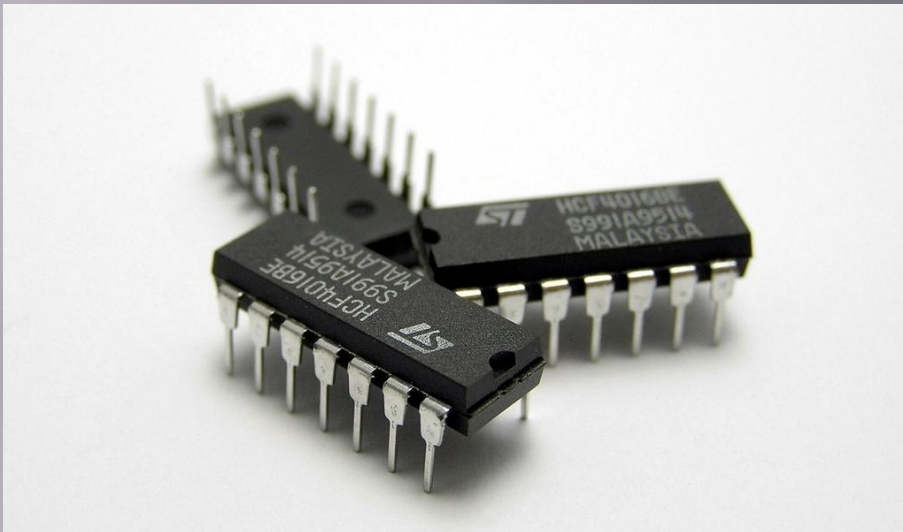


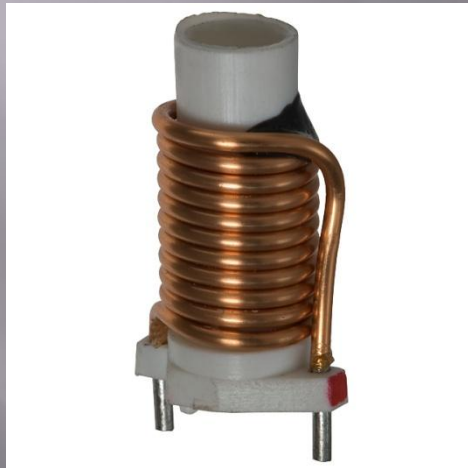
[Увеличить](#)





Условное обозначение
биполярных транзисторов на схемах

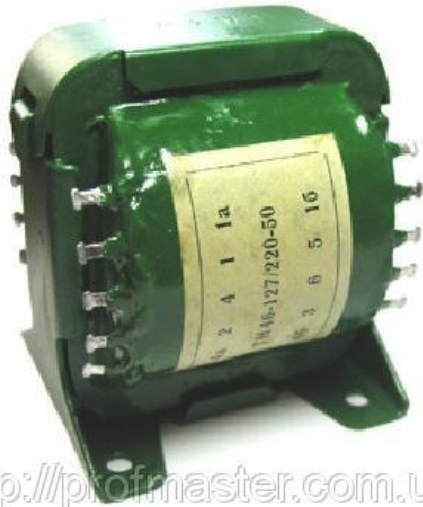




При параллельном соединении :

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

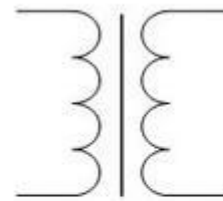
При последовательном соединении: $L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$



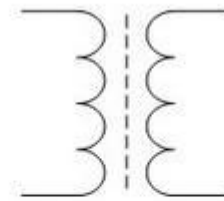
<http://profmaster.com.ua/>



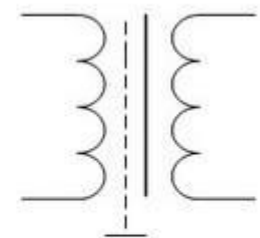
<http://metz.deal.by/>



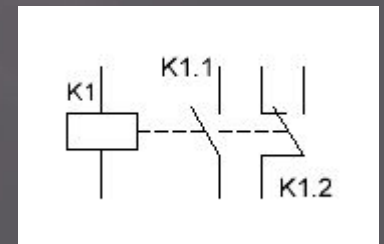
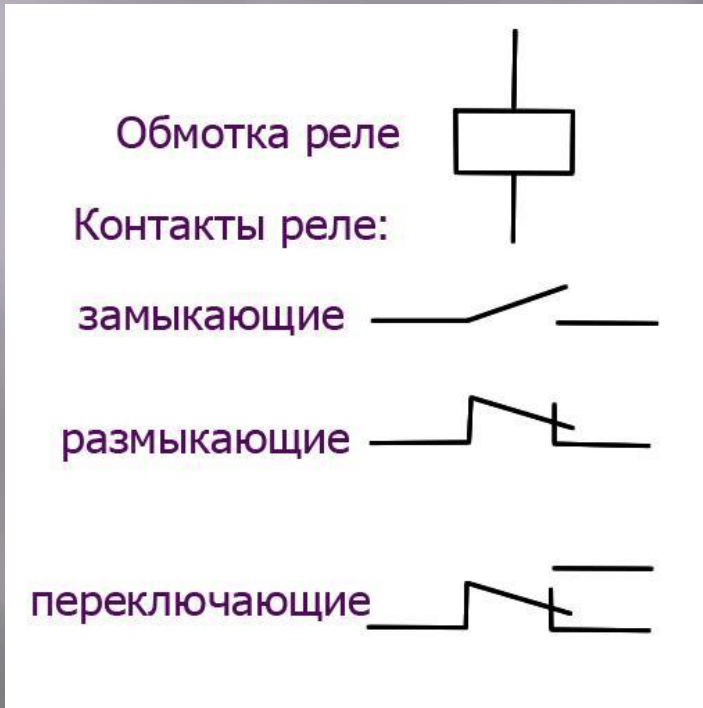
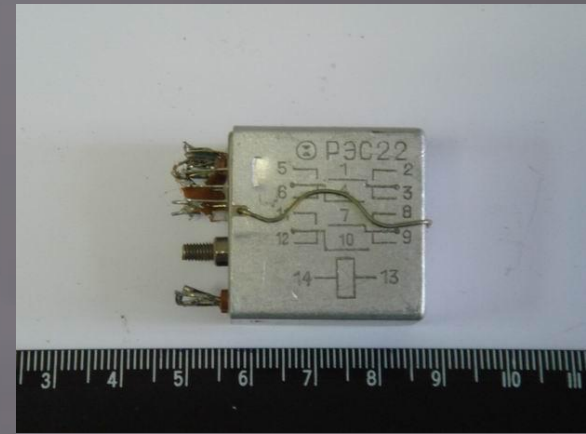
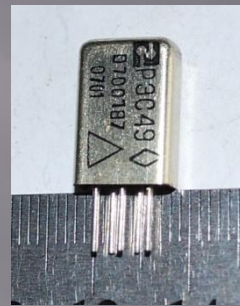
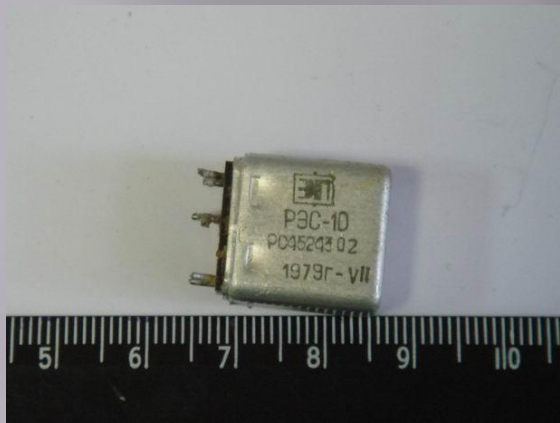
Трансформатор с
стальным
сердечником

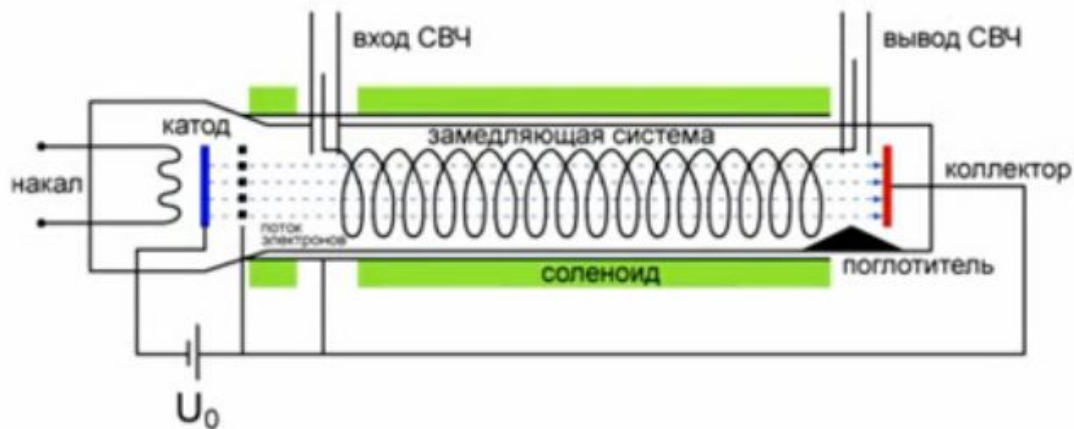


Трансформатор с
сердечником из
феррита



Трансформатор с
экраном





Если $v_e = v_{\phi}$, то электроны группируются в области нулевого значения высокочастотного поля и электронный поток не обменивается энергией с бегущей волной.

Если $V_e < V_{\phi}$, то электроны отстают от волны и группируются в области ускоряющего высокочастотного поля, которое сообщает электронам дополнительную скорость. В результате входной сигнал не усиливается, а ослабляется.

Если $V_e > V_{\phi}$, то электроны, находящиеся в ускоряющем поле, приобретают ускорение и перемещаются в область тормозящего поля, где их движение замедляется. Следовательно, электроны будут сосредоточены в тормозящем поле и передадут частично свою кинетическую энергию бегущей волне. Амплитуда электромагнитной волны по мере распространения вдоль замедляющей системы будет возрастать. Поэтому необходимым условием усиления ЛБВ является такое соотношение между скоростями V_e и V_{ϕ} , при котором скорость электронов V_e немного превышает скорость электромагнитной волны.



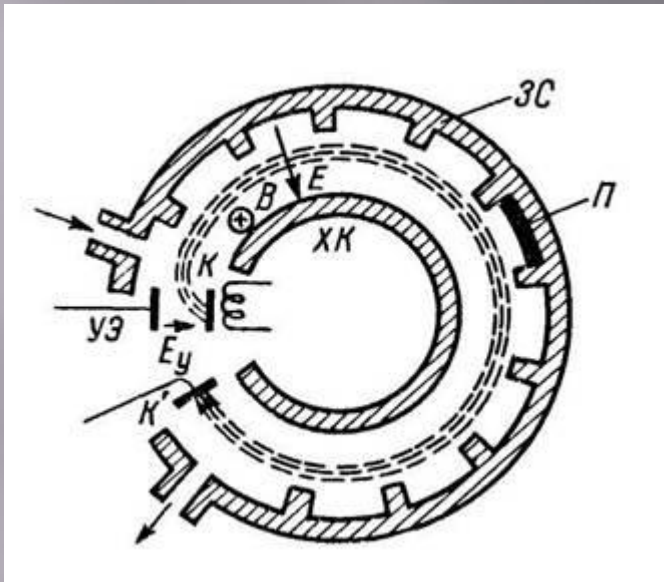
УВ-25

5

УВ-

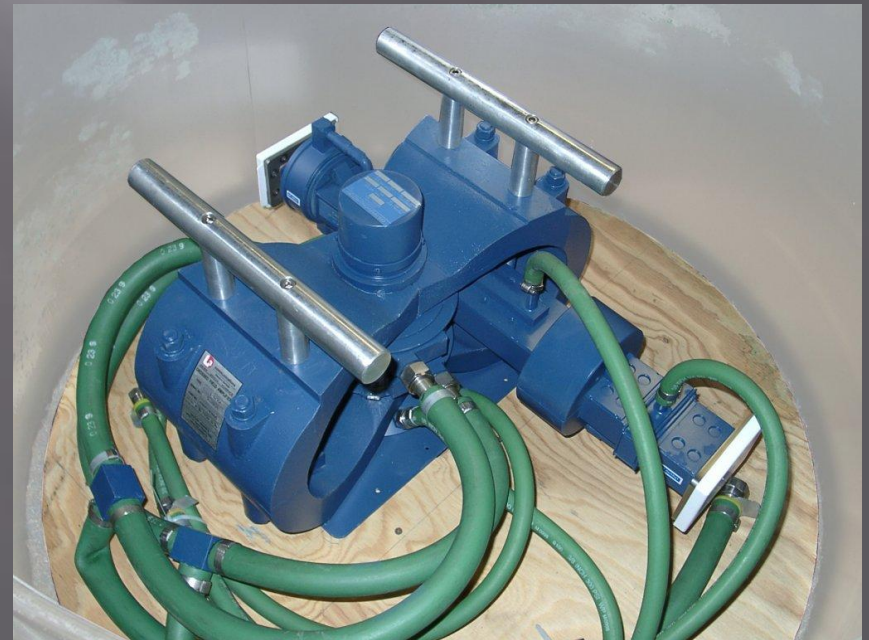
4

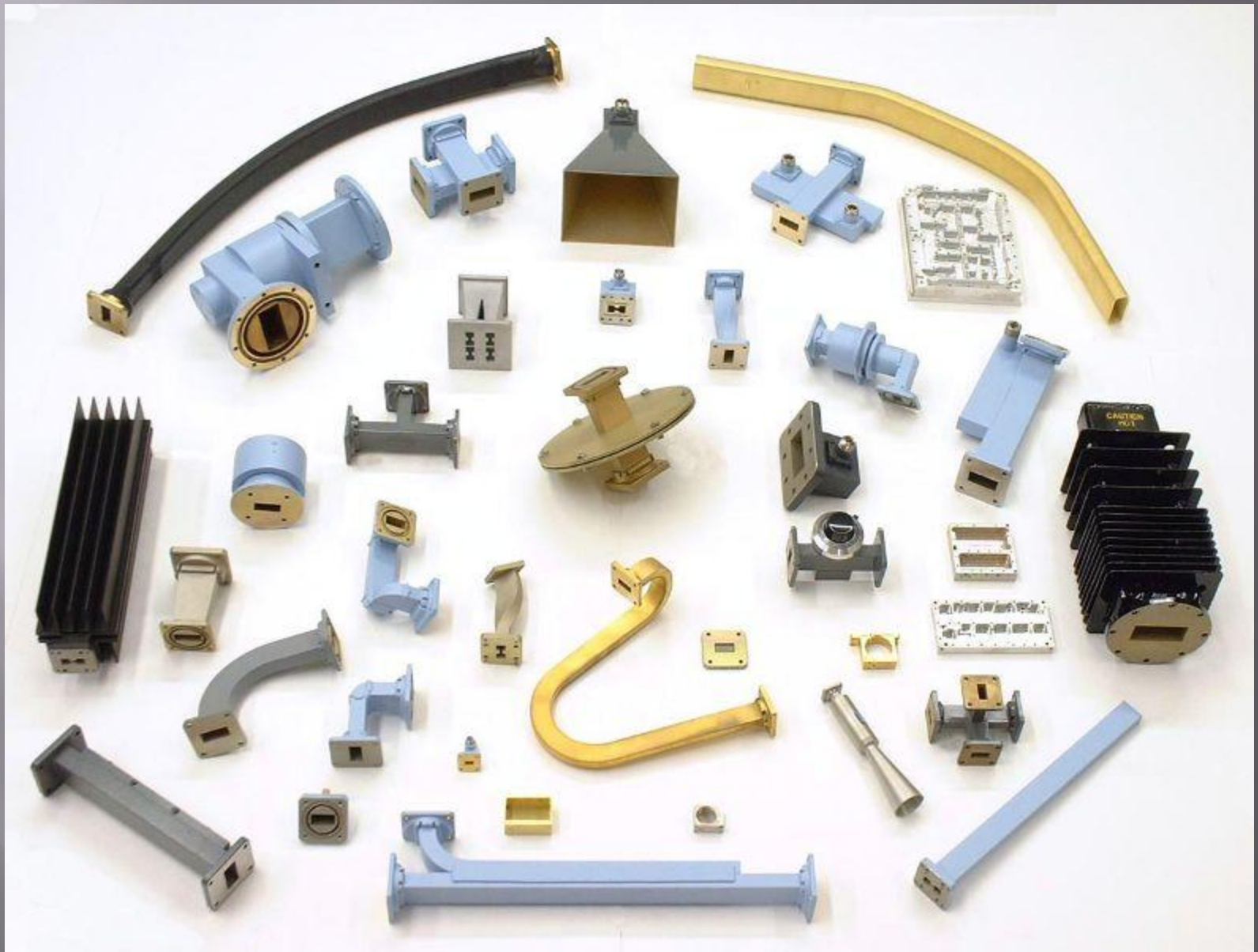




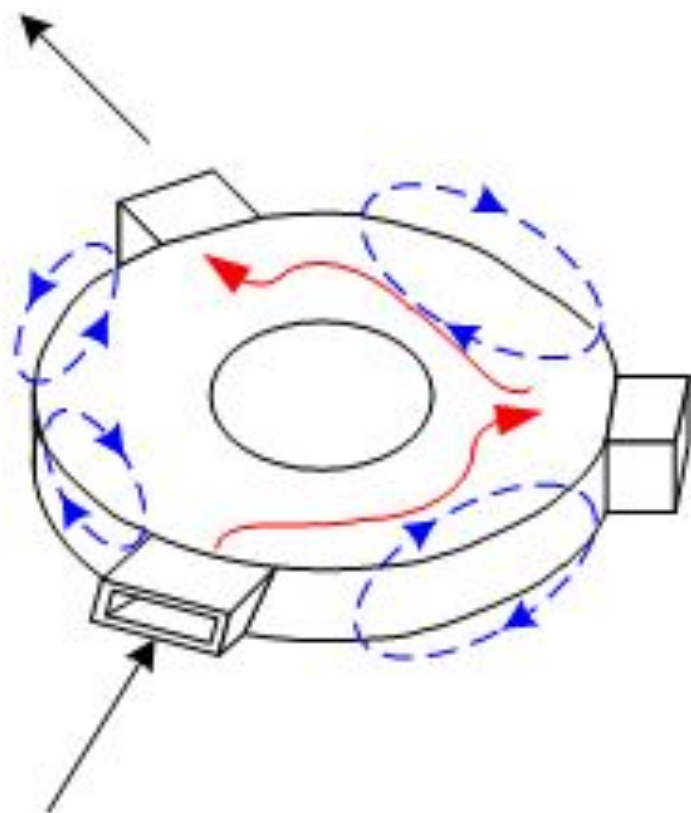
Принцип устройства амплитрона

Амплитрон имеет замедляющую систему в виде цепочки резонаторов, в анодном блоке образованы вход и выход. Возникающее замкнутое вращающееся электронное «облачко», взаимодействует с движущейся навстречу электромагнитной волной. При передаче энергии электронов этой волне происходит усиление колебаний.





К приемнику



К антенне

К передатчику