

ОСНОВЫ РАДИОСВЯЗИ

Блинов Владислав 9А

Основные понятия и элементы радиосвязи

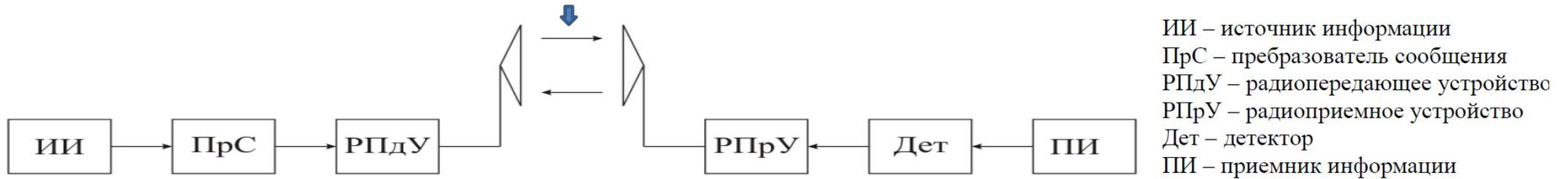
Радиосвязь – вид связи, осуществляемой посредством радиоволн, т.е. это обмен сообщениями между двумя и более абонентами с помощью электрических сигналов, переносимых через пространство радиоволнами.

В основе радиосвязи лежит преобразование электрической энергии высокой частоты в электромагнитные колебания радиопередатчиком, распространение их (радиоволн) в пространстве и обратное преобразование радиоприемником электромагнитных колебаний (радиоволн) в электрические колебания.



Принципы организации электросвязи

Среда распространения радиоволн



Комплекс из передатчика, передающей антенны, среды распространения волн, приемной антенны и приемника образует радиолинию.

Токи высокой частоты, проходя по антенне передатчика, образуют вокруг нее электромагнитное поле. Электромагнитные волны (радиоволны) отделяются от антенны и распространяются в пространстве со скоростью 300000 км/с.

С помощью специальных форм и конструкций передающих антенн добиваются направленного излучения радиоволн, т.е. излучения в сторону приемной радиостанции.

Антенны и антенно-фидерные устройства

Фидер – это электрическая цепь и вспомогательные устройства, с помощью которых осуществляется передача электрических колебаний радиочастоты от радиопередатчика ко входу антенны и от антенны к радиоприемнику.

По конструкции фидеры подразделяются на симметричные открытые линии из параллельных проводов, симметричные и коаксиальные кабели, волноводы и т. д.

Основные требования к фидеру сводятся к его электрогерметичности (отсутствию излучения энергии из фидера) и малым тепловым потерям.

Степень согласования фидера с антенной характеризуется **коэффициентом бегущей волны** и может изменяться от 0 до 1. В реальных антенно-фидерных устройствах он составляет 0,6–0,95. Нарушение согласования антенны с фидером вызывает большие потери мощности передатчика.

В качестве фидеров при УКВ-радиосвязи используются в основном коаксиальные кабели.

Антенно-фидерное устройство (АФУ) – совокупность антенны и фидерного тракта. Главным условием правильного выбора АФУ является согласование входного сопротивления антенны – R_a с волновым сопротивлением фидера $R_a = r_{\phi}$. При этом вдоль фидерной линии (от передатчика к антенне) будут распространяться только падающие волны напряжения и тока, а отраженные электромагнитные волны будут отсутствовать - **режим бегущих волн**. При этом в антенну будет поступать наибольшая часть вырабатываемой передатчиком мощности.

Если $R_a \neq r_{\phi}$, то в фидере часть энергии падающих радиоволн будет отражаться от нагрузки. В фидере произойдет взаимодействие падающей и отраженной волн, образуется **стоячая радиоволна**.



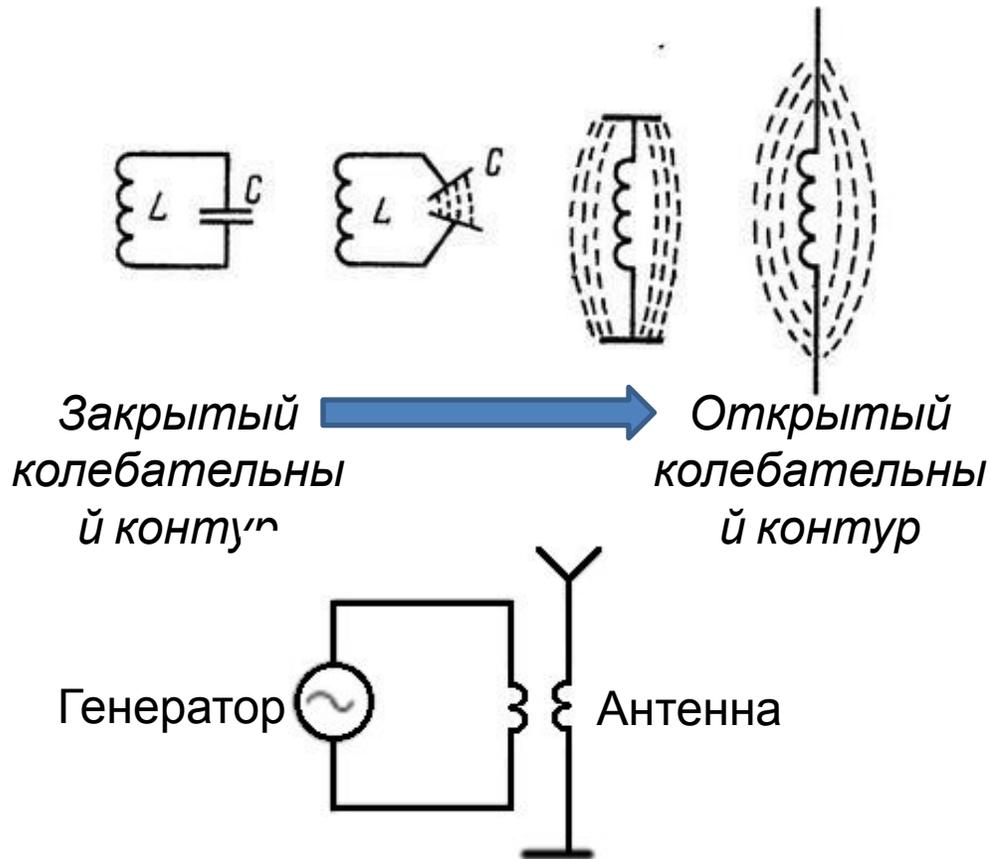
1. Центральный проводник ССС
2. Диэлектрическая прослойка из полиуретана
3. Экран из алюминиевой фольги
4. Экран из алюминиевой проволоки
5. Оболочка из УФ-стабилизированного ПВХ

Антенна - открытый колебательный контур

контур

Электромагнитные колебания, возникшие в замкнутом контуре, в окружающее его пространство практически не излучаются. Для этих целей примеряется открытый колебательный контур, который называется антенной или вибратором.

Если раздвигать пластины конденсатора, интенсивность излучения электромагнитных волн в окружающее пространство будет возрастать, а замкнутый колебательный контур превратится в открытый.



Емкость открытого колебательного контура образована двумя длинными проводами, отходящими от концов катушки. По всей длине любого провода распределено огромное количество элементарных индуктивностей и емкостей.

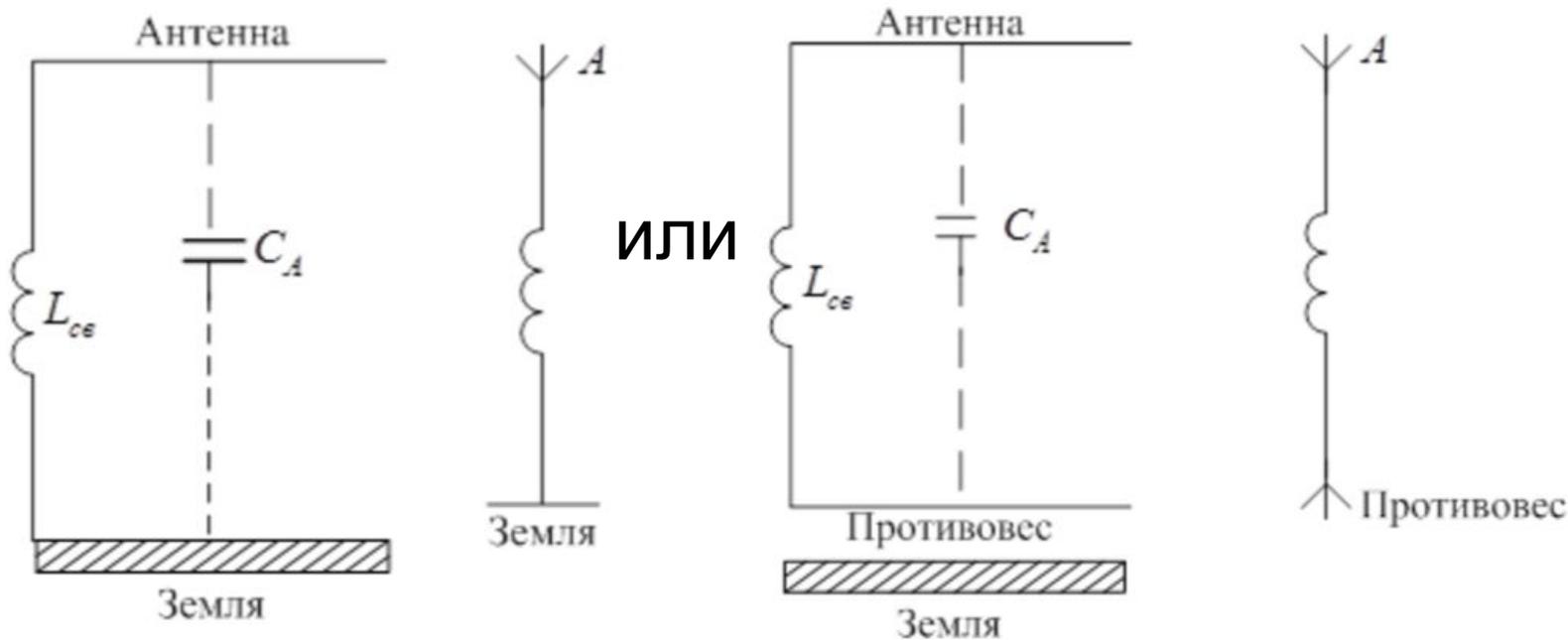
Колебательный контур называется симметричной полуволновой антенной или симметричным полуволновым вибратором. Антенна состоит из двух одинаковых половин, поэтому она симметричная. Полуволновой она называется потому, что резонанс на частоте сигнала будет в ней в том случае, если длина L будет равна половине длины волны принимаемого или передаваемого сигнала.

Чтобы электрические колебания были незатухающими, вибратор соединяют с генератором индуктивной связью.

Максимальная мощность, излучаемая антенной, может быть достигнута при условии равенства частоты генератора и частоты собственных колебаний открытого контура (антенны).

Антенна - Открытый колебательный контур

Антенна для длинных, средних, а иногда коротких волн представляет собой провод или систему проводов, играющую роль одной обкладки конденсатора. Она подвешивается над землей на некоторой высоте (чем выше, тем эффективнее излучение). Второй обкладкой является земля или второй провод – противовес, подвешенный невысоко над землей. Вибратор является главной частью антенн, работающих на коротких и ультракоротких волнах.



Мощность излучаемых электромагнитных волн :

$$P_{\text{изл}} = I_a^2 \cdot R_{\text{изл}}$$

I_a – ток в пучности вибратора;
 $R_{\text{изл}}$ – сопротивление излучения вибратора, (73 – 80 Ом).

Сопротивление излучения вибратора:

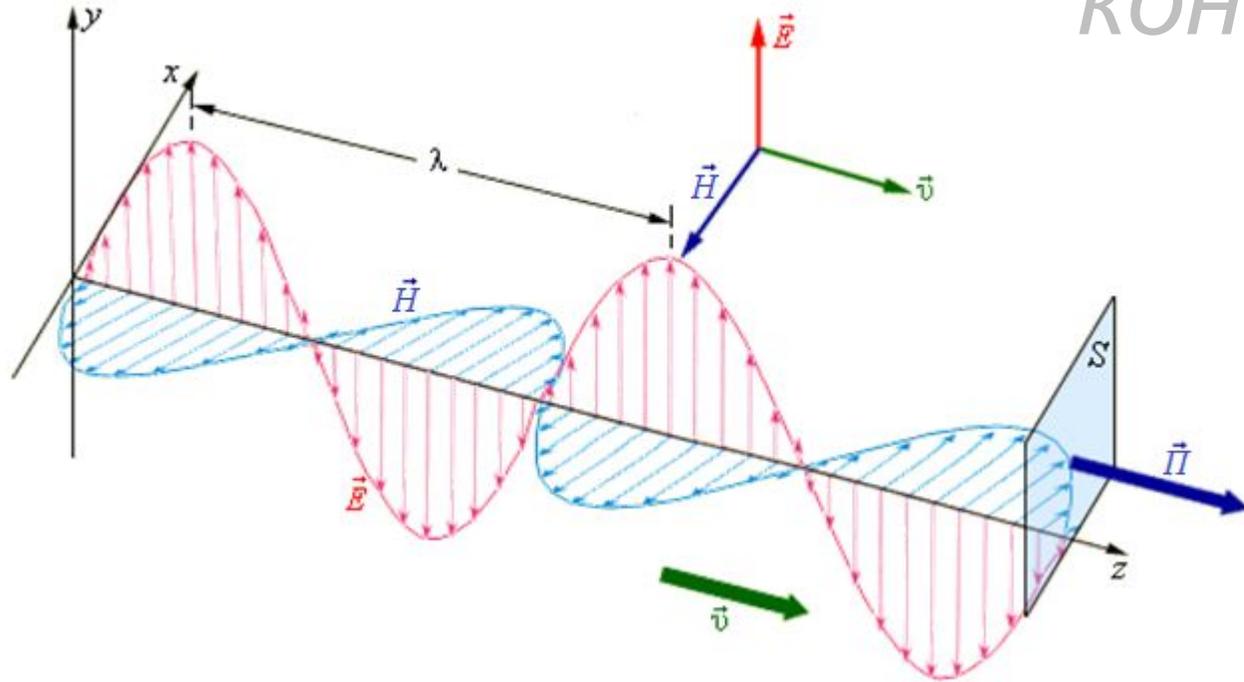
$$R_{\text{изл}} = 80 \cdot \pi^2 \cdot (l/\lambda)$$

l – длина провода антенны [м];
 λ – длина электромагнитной волны.

Частота собственных колебаний обратно пропорциональна длине провода антенны :

$$f = \frac{150000}{l} \text{ [кГц]}$$

Антенна - открытый колебательный контур



\vec{E} – вектор напряженности электрического поля [В/м]

\vec{H} – вектор напряженности магнитного поля [А/м]

Распространяющиеся от вибратора электромагнитные **волны поперечные**, т.е. колебания векторов \vec{E} и \vec{H} происходят в плоскостях перпендикулярных направлению распространения волн.

Векторы \vec{E} и \vec{H} перпендикулярны вектору Умова – Пойнтинга $\vec{\Pi}$, направление которого совпадает с направлением распространения электромагнитных волн, а его длина соответствует количеству электромагнитной энергии, которую переносят радиоволны:

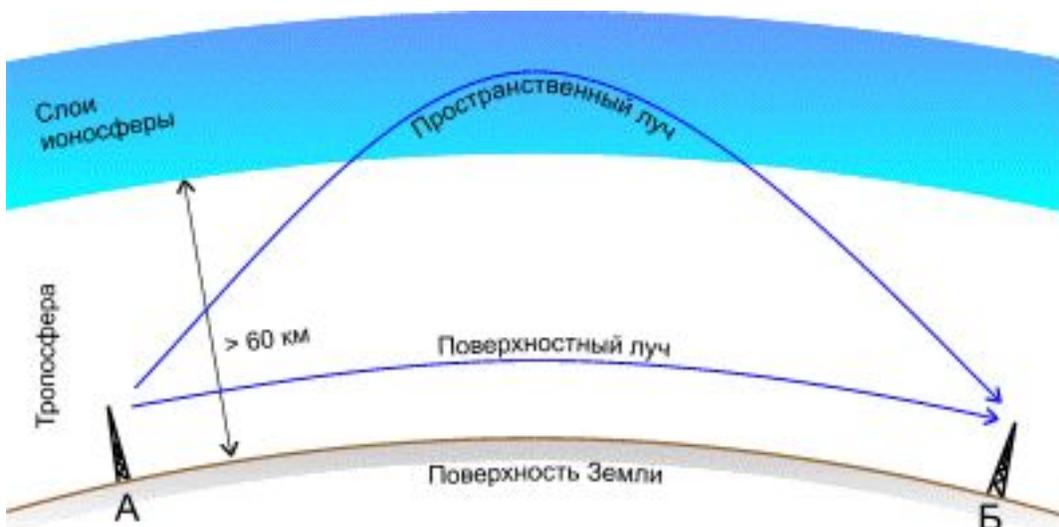
$$\vec{\Pi} = \vec{E} \times \vec{H}$$

По мере удаления от излучающей антенны плотность потока энергии радиоволны уменьшается:

$$\Pi = \frac{P_{\text{изл}}}{4\pi r^2}$$

r – расстояние от источника излучения

ВОЛН



Поверхностные радиоволны - распространяются вблизи от поверхности Земли (расстояние соизмеримо с длиной волны).

Распространение радиоволн естественным путем вблизи поверхности Земли зависит от многих факторов:

- ✓ поглощение энергии волн земной поверхностью,
- ✓ различные препятствия на пути поверхностных волн,
- ✓ наличие атмосферы,
- ✓ поглощение энергии волн в дожде, снеге, тумане,

смоге.

В окружающей земной шар атмосфере различают две области, оказывающие влияние на распространение радиоволн: тропосферу и ионосферу.

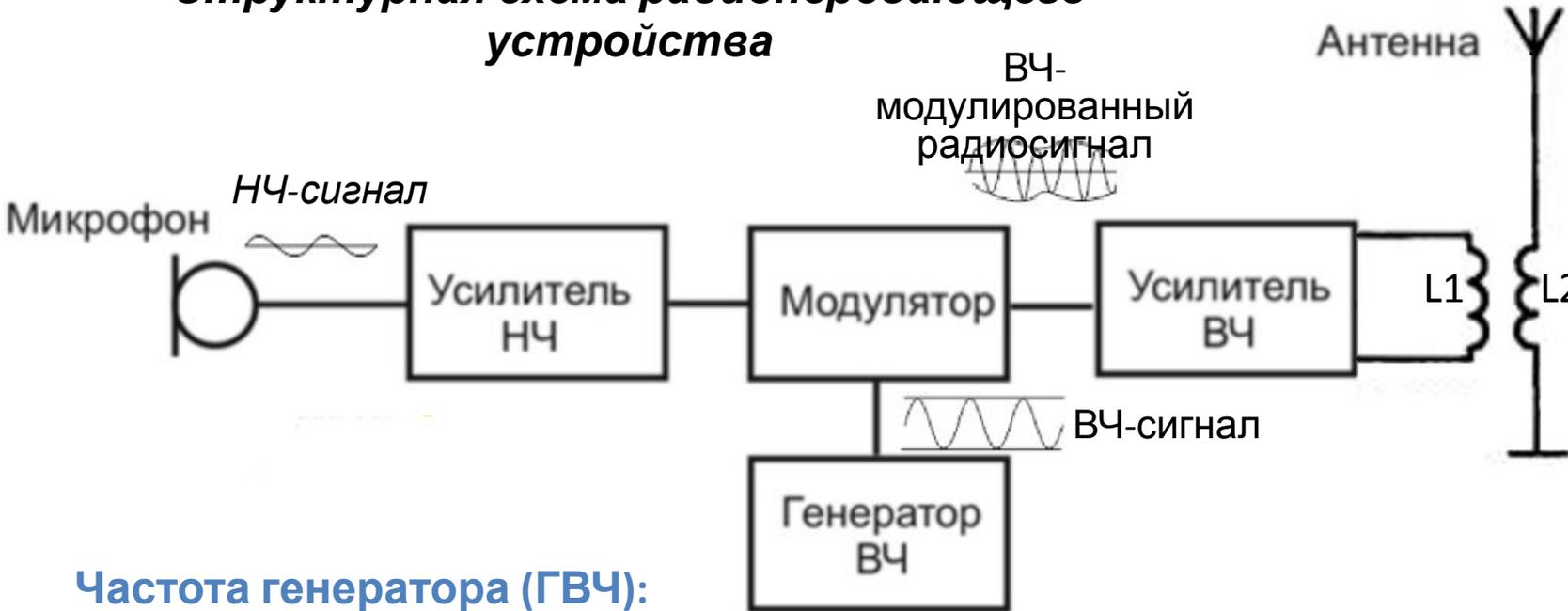
Тропосфера - приземная область атмосферы (высота 10—15 км). Она неоднородна, ее электрические параметры меняются при изменении метеорологических условий. Распространение тропосферных волн связано с рефракцией (искривлением траектории волны) в неоднородной среде, а также с рассеянием и отражением радиоволн от различных неоднородностей.

Ионосфера - от 50—80 км до 10000 км над поверхностью Земли. Плотность газа весьма мала и газ ионизирован, т. е. имеется большое число свободных электронов. Это обуславливает возможность отражения радио-волн от ионосферы. При последовательном отражении от ионосферы и поверхности Земли радиоволны распространяются на очень большие расстояния (могут несколько раз огибать земной шар).

Пространственные радиоволны - распространяются путем отражения от ионосферы или

Устройство радиопередатчика

Структурная схема радиопередающего устройства



Звуковые колебания, создаваемые микрофоном (М), незначительны по величине, поэтому их предварительно усиливают усилителем звуковой (низкой) частоты (УНЧ).

Затем сигналы НЧ и ВЧ от задающего генератора (ГВЧ) поступают в модулятор. В модуляторе ВЧ сигнал изменяет свою амплитуду (при амплитудной модуляции), частоту (при частотной модуляции) или фазу (при фазовой модуляции).

На выходе передатчика стоит усилитель мощности (УВЧ), с которого через согласующее устройство (L1-L2) высокочастотные сигналы подаются в антенну. В антенне происходит преобразование высокочастотных электрических колебаний в

Частота генератора (ГВЧ):

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{C \cdot L} \cdot \left(1 - \frac{1}{4 \cdot Q^2}\right)}$$

C – емкость колебательного контура;

L – индуктивность колебательного контура;

Q – добротность колебательного контура ($Q = \omega L / r$),

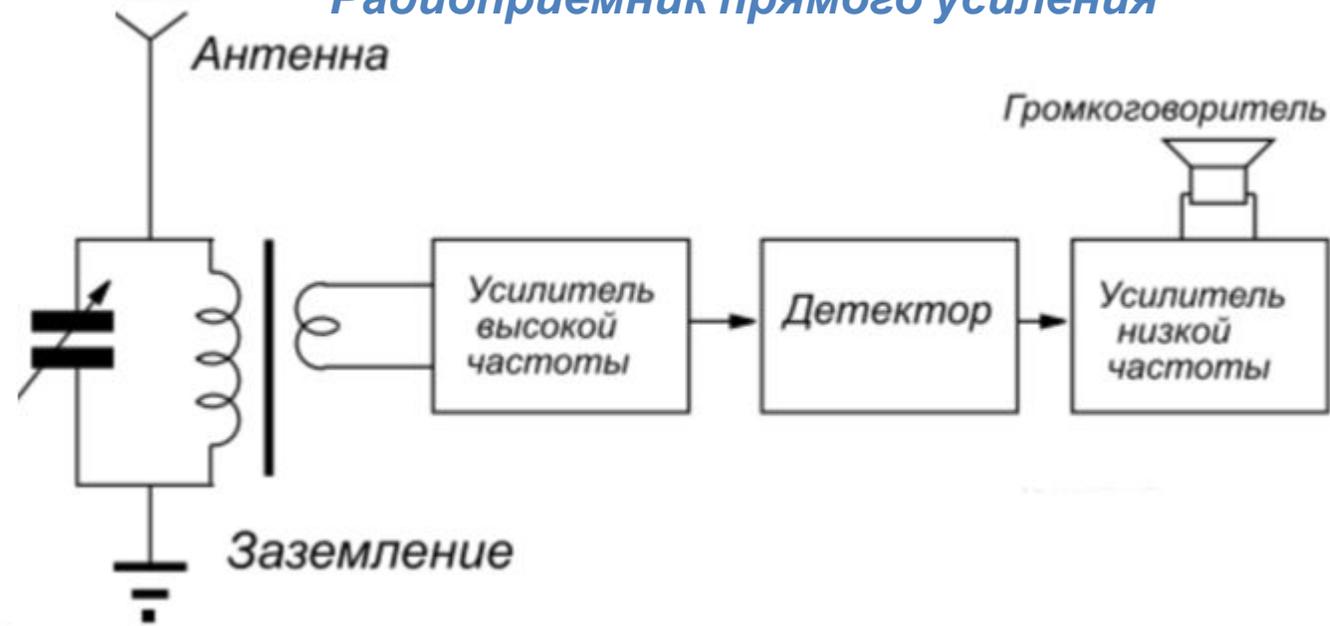
r – активное сопротивление катушки?

ω – угловая частота колебаний.

Чем меньше затухание колебаний в контуре, тем выше его качество. Хорошими контурами считаются контуры с $Q >$

Устройство радиоприемника

Радиоприемник прямого усиления



Излучаемые передающей антенной радиоволны, достигнув приёмной антенны, наводят в ней эдс. Её частота равна частоте тока передающей антенны. Мощность колебаний в приёмной антенне мала, поэтому принимаемые колебания усиливаются с помощью усилителя. Различают радиоприёмники, приёмники прямого усиления и супергетеродинные.

Наиболее простым является **радиоприёмник прямого усиления**. Для выделения полезного сигнала из совокупности сигналов, принимаемых антенной приёмника, используется колебательный контур, настраиваемый на частоту полезного сигнала.

Супергетеродинный приёмник обладает большей чувствительностью и избирательностью и позволяет осуществлять ряд автоматических регулировок.

Супергетеродинный приём заключается в преобразовании принятых колебаний радиочастоты в колебания промежуточной частоты ниже частоты входящих сигналов.

Это облегчает построение схем усиления

Гетеродинный радиоприемник



Многоканальная радиосистема Виола

Система УКВ радиосвязи “Виола” является симплексной многоканальной системой, обеспечивающей связь на любом из 40 каналов в полосе частот 1 МГц в диапазонах 148-149 или 172-173 МГц. Она позволяет организовать взаимодействие и абонентов нескольких радиосетей, полуавтоматическое сопряжение абонентов АТС с радиоабонентами по инициативе любого из них.

В систему входят:

1. Центральное оборудование “Виола-Ц”: 40-канальный приемопередатчик; одноканальное приемное оборудование (комплект из двух приемников).
2. Аппаратура циркулярной связи (АПРС).
3. Комплект абонентских радиостанций “Виола-А”: автомобильная радиостанция “Виола-АА”; мотоциклетная радиостанция “Виола-АМ”; радиостанция с питанием от сети 220 В “Виола-АС”; радиостанция для установки на автомобилях пожарной охраны “Виола-АП”; специальная автомобильная радиостанция “Виола-АО”; абонентская радиостанция с дистанционным управлением по телефонной паре “Струна”.
4. Носимые радиостанции “Виола-Н”.
5. Аппаратура ретрансляции “Виола-Л”.

Транкинговые системы радиосвязи

Цифровые транкинговые системы по сравнению с аналоговыми имеют ряд преимуществ за счет реализации требований по повышенной оперативности и безопасности связи, предоставления широких возможностей по передаче данных, более широкого спектра услуг связи (включая специфические услуги связи для реализации специальных требований служб общественной безопасности), возможностей организации взаимодействия абонентов различных сетей.

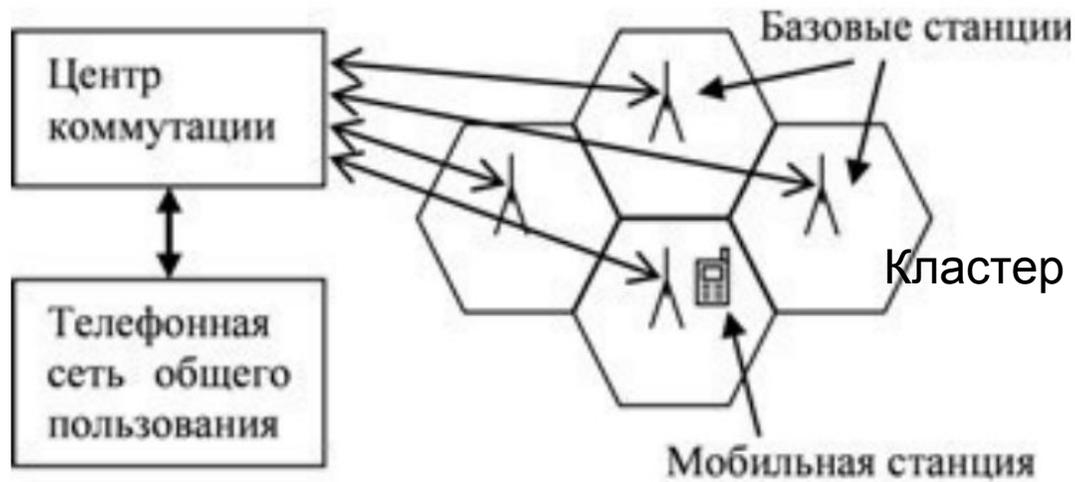
С 1997 г. стали применяться системы общеевропейского стандарта TETRA (Trans European Trunked Radio) – ETS 300.392, ETS 300.394, разработанные Европейским институтом стандартов связи (ETSI). Системы этого нового стандарта обеспечивают передачу речевых сообщений в цифровой форме и используют частотно-временное разделение каналов. Этим стандартом предусматривается опознавание абонента и организация прямой связи между абонентами без участия базовых станций. Передача данных происходит со скоростью до 28,8 Кбит/с.

Создание транкинговой системы остается одним из эффективных способов организации сети профессиональной радиосвязи. В сфере аналоговых технологий перспективным остается стандарт МРТ1327, а цифровых – создание систем на базе открытых международных стандартов TETRA и APCO 25.

ПОДВИЖНЫЕ СИСТЕМЫ СОТОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

Основные принципиальные отличия сотовой связи:

- ❑ низкая мощность передатчиков и небольшие зоны передачи сигналов;
- ❑ повторное использование частот для повышения эффективности эксплуатации всего частотного диапазона;
- ❑ разбиение области охвата на соты с целью повышения пропускной способности сети;



для обеспечения мобильной связи между разными Ядром системы является центр коммутации, к которому подключена каждая базовая станция специальным каналом связи. Центр коммутации имеет выход на телефонную сеть общего пользования и управляет установлением соединений, как между мобильными станциями, так и стационарными телефонами.

В системах подвижной связи должна быть обеспечена непрерывность связи при перемещении абонента из одной ячейки в другую. Для этого мобильная станция (мобильный телефон) постоянно сканирует каналы управления соседних базовых станций и выбирает канал с самым сильным сигналом. Это позволяет следить за перемещением мобильной станции, и если мобильная станция входит в другую ячейку, выбирается новая базовая станция.

Процесс передачи абонента во время вызова или сессии передачи данных от одной базовой станции к другой называется **хэндовер** (handover)

Структура спутниковых систем персональной связи

