

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Модуль военно-технической (военно-специальной) подготовки

Раздел №2. «Основы радиоэлектроники.

Радиосвязное оборудование воздушных судов»

Тема № 4. *Основы радиоэлектроники*

Лекция № 20. Способы и устройства формирования и обработки аналоговых сигналов.

лектор - кандидат физико-математических наук,
подполковник запаса
Межетов Муслим Амирович

Способы и устройства формирования

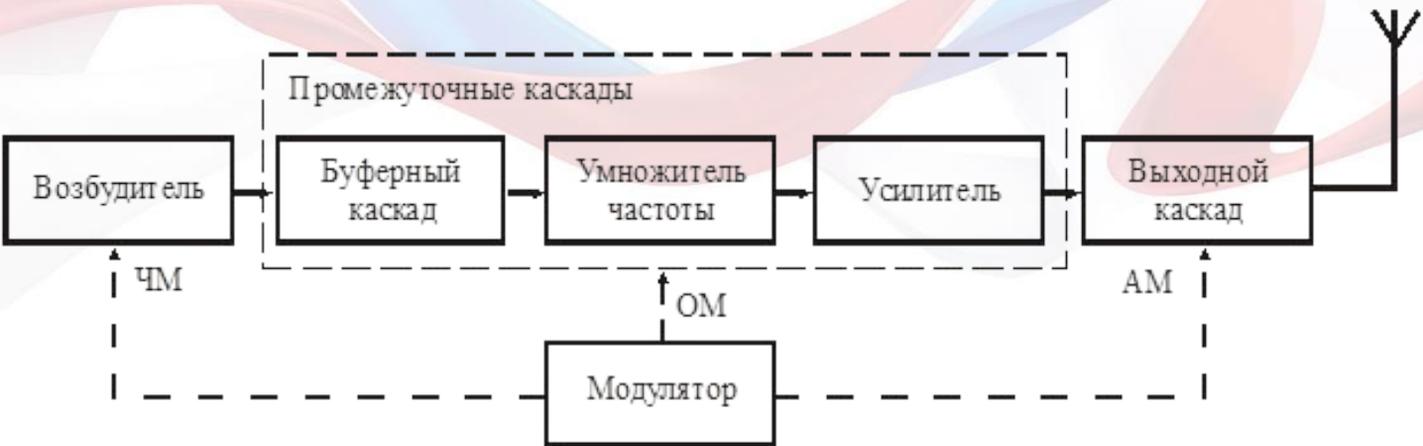
На практике в авиационных РЭС используются однокаскадные и многокаскадные РПДУ. Обобщенная структурная схема однокаскадного передатчика представлена на рисунке.



В такой схеме генератор является одновременно и источником высокочастотных колебаний, и каскадом, обеспечивающим необходимую мощность, а также совместно с модулятором образует модуляционный каскад. По такой схеме стоятся, например, передатчики помех. Основной недостаток таких схем – относительная низкая стабильность высокочастотных колебаний. Причина этого – непосредственная связь антенно-фидерной системы с генератором.



Структурная схема многокаскадного радиопередающего устройства

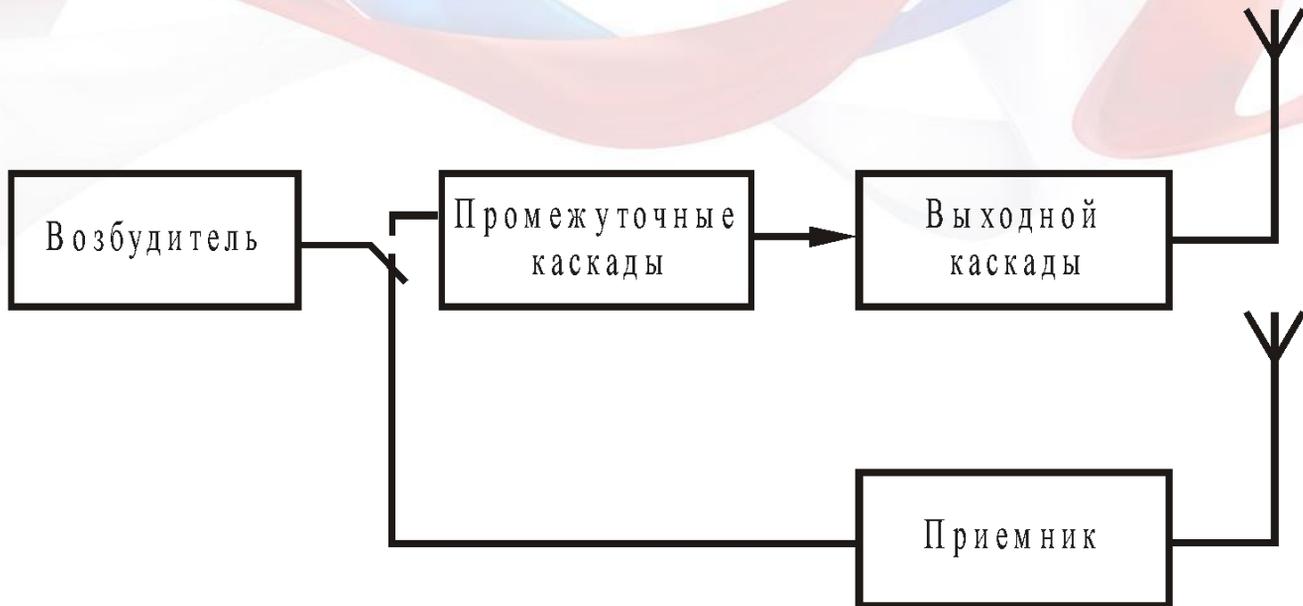


Источником высокочастотных колебаний является маломощный возбудитель, который также в ряде случаев называется задающим генератором. Выходной каскад обеспечивает необходимую мощность в антенне. Между возбудителем и выходным каскадом включаются промежуточные каскады.

Буферный каскад обеспечивает уменьшение влияния последующих каскадов на работу возбудителя. Умножитель частоты переносит спектр сигнала возбудителя в область рабочих, более высоких частот. Усилитель обеспечивает предварительное усиление высокочастотных колебаний. Модуляция может обеспечиваться или в возбудителе, или в усилителе, или в выходном каскаде.

В радиотехнических системах связи РПДУ обычно строятся по трансиверной схеме, в которой часть каскадов является общей для приемника и передатчика.

Обобщенная структурная схема передатчика, выполненного по трансиверной схеме



К основным параметрам рассмотренных радиопередающих устройств относятся:

1. Диапазон рабочих частот. Передатчики военного назначения должны работать во всем диапазоне рабочих частот.
2. Количество генерируемых частот. Количество частот, которые может генерировать возбудитель радиопередающего устройства. У современных авиационных передатчиков количество генерируемых частот может составлять десятки тысяч.
3. Число предварительно настраиваемых частот (частоты, на которых может работать передатчик в процессе полета). Количество предварительно настраиваемых частот может лежать в пределах от 10 до 40.

4. Стабильность частоты генерируемых колебаний. Стабильность частоты определяется относительной нестабильностью, которая определяется выражением:

$$\delta = \frac{\Delta f}{f_0}$$

где Δf – отклонение частоты от номинального значения, f_0 – номинальное значение частоты.

В современных передатчиках нестабильность частоты несущего колебания лежит в пределах от 10^{-5} до 10^{-9} . Для передатчиков СВЧ диапазона, построенных на электровакуумных приборах с динамическим управлением электронным потоком нестабильность лежит в пределах от 10^{-3} до 10^{-4} .

Основным требованием к частоте несущего колебания является его высокая стабильность. Чем выше стабильность, тем выше скрытность передаваемых сообщений.

5. Мощность передатчика в антенне (P_a) – это мощность высокочастотных колебаний развиваемых в антенне при излучении немодулированных колебаний. Основным требованием является высокая мощность, развиваемая передатчиком в антенне. Чем выше мощность передатчика, тем больше дальность связи.

6. Потребляемая мощность (P_o) – мощность, потребляемая передатчиком от источника постоянного тока.

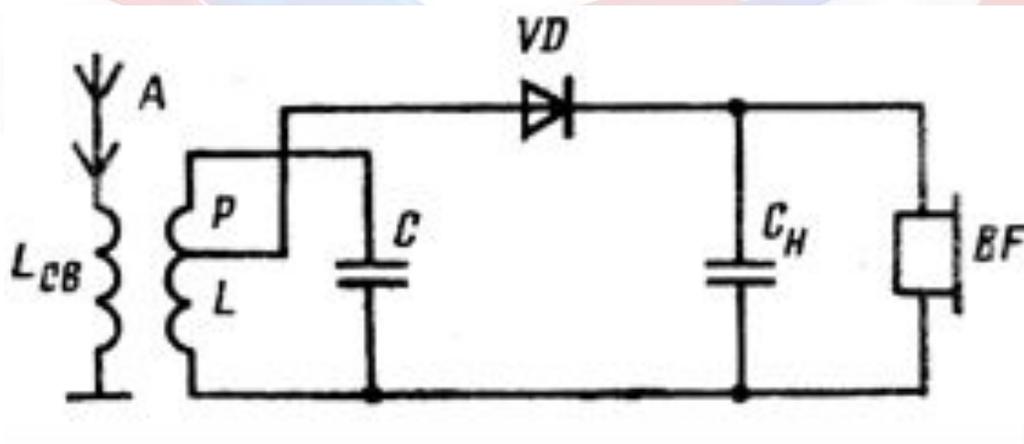
7. Коэффициент полезного действия передатчика

$$\eta = \frac{P_a}{P_o}$$

Реальное значение КПД для транзисторных передатчиков лежит в пределах от 15% до 30%, а передатчиков выполненных на электровакуумных приборах СВЧ в пределах от 30% до 60%.

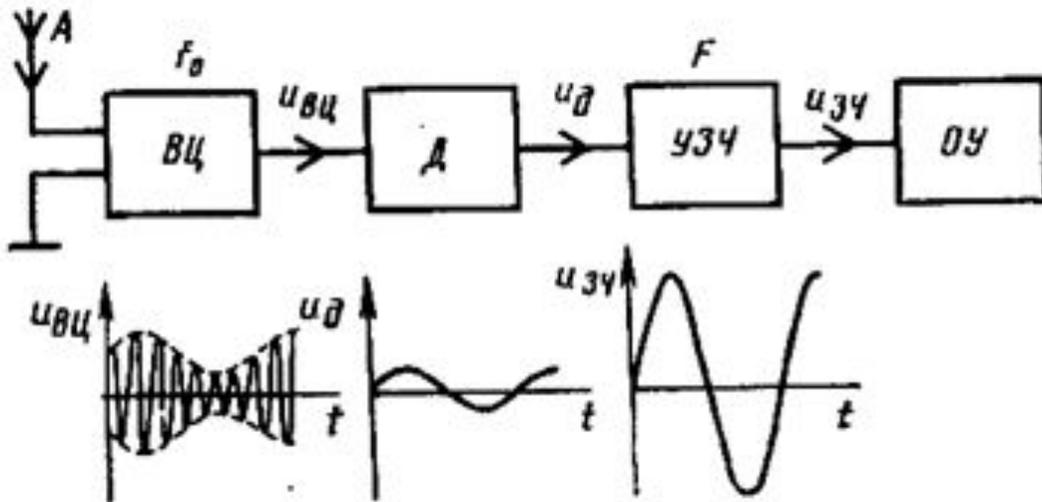
8. Степень подавления побочных излучений. Эта величина характеризует уровень излучения на частотах лежащих вне передаваемого спектра полезного сигнала. Согласно требований предъявляемых к аппаратуре военного назначения это излучение должно быть на 30 ... 50 дБ меньше уровня на несущей частоте.

Способы и устройства обработки аналогового сигнала



Принципиальная схема простейшего детекторного приемника.

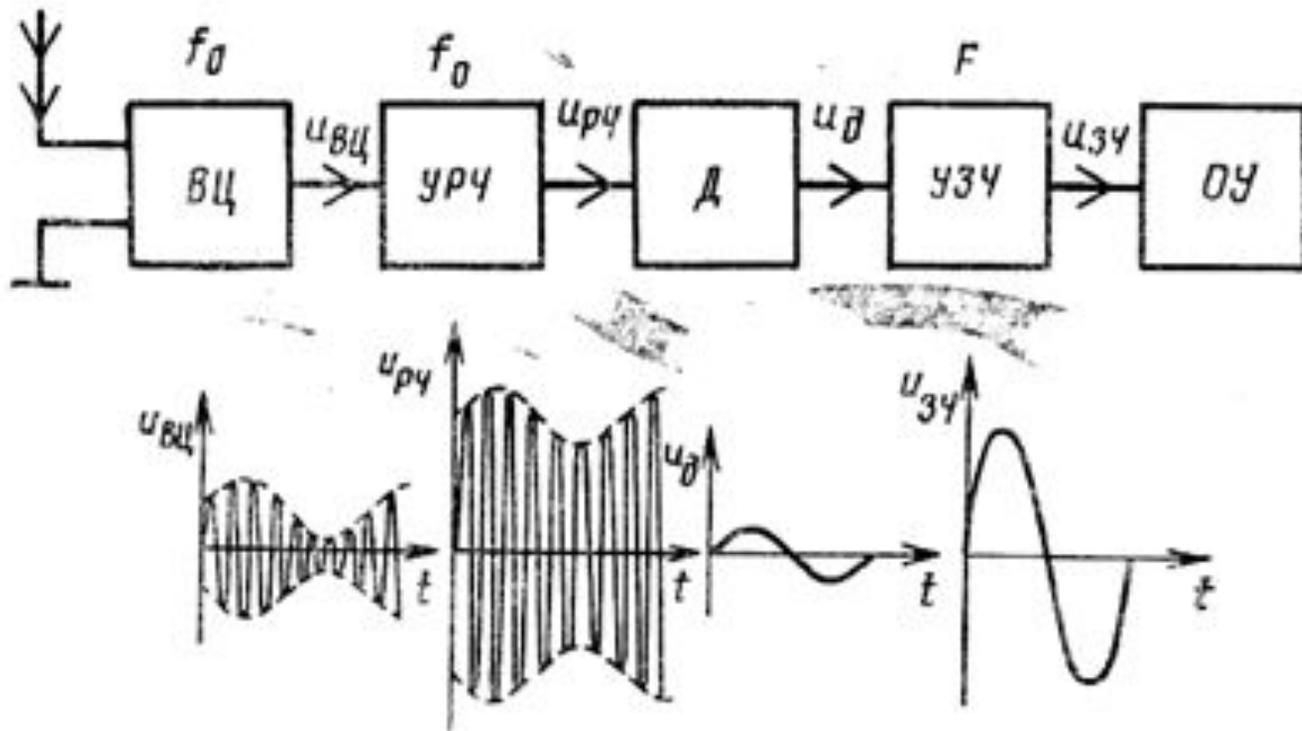
В детекторном приемнике принятый сигнал не усиливается, а сразу подвергается детектированию. В простейшем случае, приведенном на рисунке, детекторный приемник содержит лишь избирательную систему — в данном случае параллельный колебательный контур LC, настраиваемый на частоту сигнала, детектор VD для преобразования модулированного напряжения радиочастоты в напряжение звуковой частоты, оконечное устройство Sn и телефон BF.



В общем случае детекторный радиоприемник может содержать более сложную избирательную систему и усилитель звуковой частоты или видеоусилитель. Основным достоинством детекторного приемника является простота реализации. К его недостаткам относятся низкие чувствительность и избирательность.

Несмотря на наличие серьезных недостатков, детекторные приемники в настоящее время применяются достаточно широко в тех случаях, когда имеют дело с сигналами достаточной мощности или когда усиление на частоте принимаемого сигнала является сложной задачей.

Структурная схема радиоприемника прямого усиления



Радиосигнал с выхода приемной антенны А поступает на входную цепь. Входная цепь (ВЦ), как правило представляет собой одноконтурную или многоконтурную систему. Она согласует выход приемной антенны со входом усилителя радиочастоты, обеспечивает выделение полезного сигнала и предварительное ослабление радиопомех. Усилитель радиочастоты (УРЧ) усиливает полезные радиосигналы и осуществляет дальнейшее ослабление мешающих радиосигналов (т. е. повышает частотную избирательность радиоприемника). Детектор преобразует высокочастотные модулированные колебания в колебания звуковой частоты (полезный сигнал). Усилитель звуковой частоты (УЗЧ) усиливает их до уровня, необходимого для нормальной работы оконечного устройства.

В приемниках прямого усиления в значительной степени устранены недостатки детекторных радиоприемников. Тем не менее, они также обладают довольно низкой чувствительностью, плохой избирательностью, неравномерным усилением по диапазону и т.д.

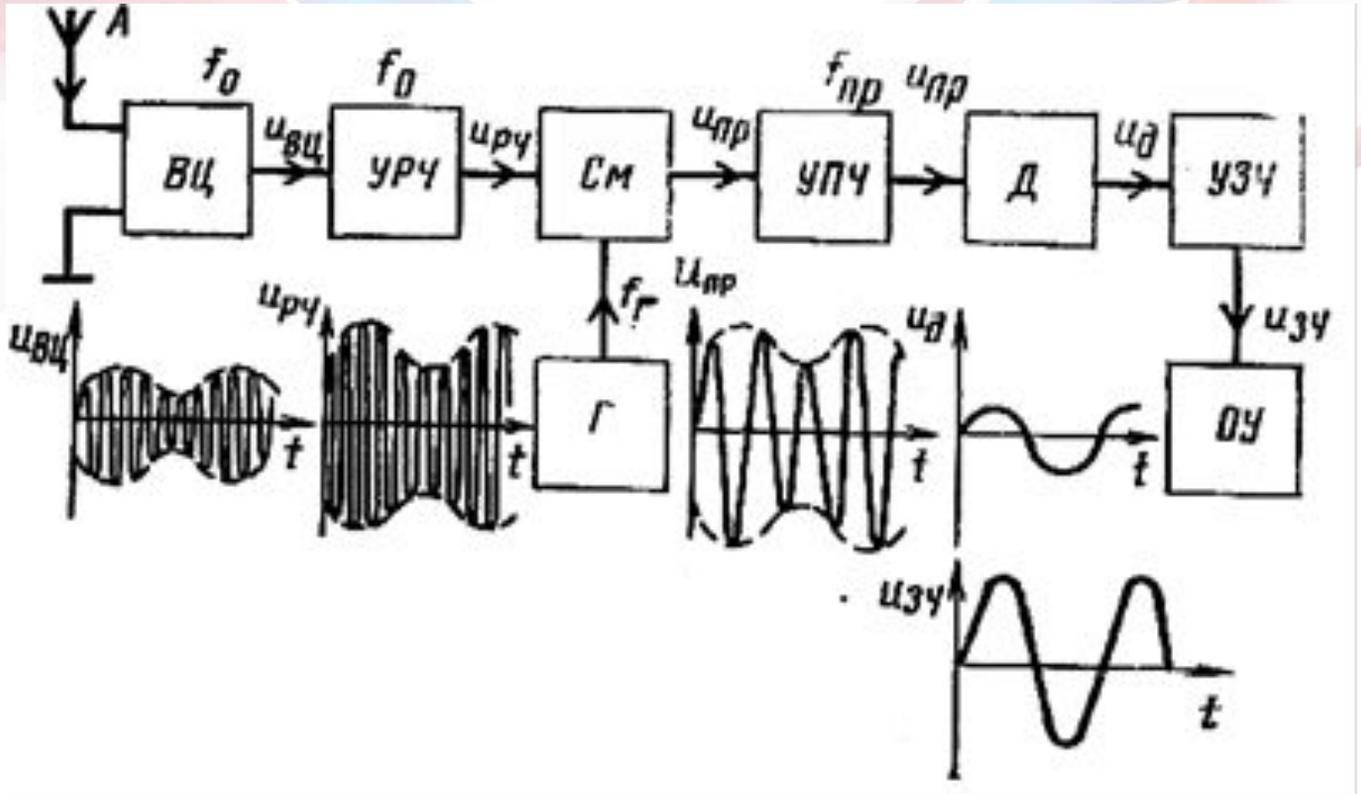
Для получения высокой чувствительности в приемнике необходимо увеличивать усиление сигнала в каскадах УРЧ. Однако при этом (особенно в области высоких частот) возникает опасность самовозбуждения усилителей вследствие увеличения паразитных обратных связей.

Плохая избирательность объясняется конструктивными трудностями использования большого числа контуров, так как для приема сигналов с различными несущими частотами необходимо перестраивать все колебательные контуры, имеющиеся в этом приемнике.

Неравномерное усиление по диапазону радиоприемника получается потому, что при настройке приемника на различные частоты изменяются резонансные сопротивления контуров, а вместе с тем и усиление каскадов радиочастоты.

Перечисленные недостатки существенно ограничивают область применения приемников прямого усиления. В настоящее время они используются в тех случаях, когда прием ведется на фиксированных частотах и не требуется обеспечивать высокие значения чувствительности и избирательности.

Структурная схема супергетеродинного радиоприемника



Супергетеродинная схема приемника обеспечивает получение высокой чувствительности, высокой избирательности и постоянства этих показателей по диапазону. В супергетеродинном приемнике, назначение ВЦ и УРЧ то же самое, что и в приемнике прямого усиления. Принципиальное отличие супергетеродинного радиоприемника от приемника прямого усиления заключается в том, что в его состав включены преобразователь частоты (ПЧ), включающий в себя смеситель и гетеродин, и усилители промежуточной частоты (УПЧ). Наличие преобразователя частоты позволяет преобразовать принятый сигнал радиочастоты f_0 в сигнал другой частоты, называемой промежуточной $f_{пр}$. Перевод на промежуточную частоту происходит таким образом, чтобы полезная информация, заключенная в принятом радиосигнале, оставалась неискаженной. На промежуточной частоте осуществляются основное усиление сигнала и основная избирательность.

Гетеродин и смеситель, входящие в состав преобразователя частоты, обозначаются соответственно символами Г и См. Гетеродин представляет собой автогенератор, который формирует напряжение с постоянной амплитудой и частотой f_g . Смеситель— это нелинейный элемент, имеющий два входа, на первый из которых поступает входной сигнал с частотой f_0 , а на второй - напряжение гетеродина с частотой f_g . С выхода смесителя снимается колебание, частота которого равняется разности частот f_0 и f_g . Разностная частота $f_{пр} = f_0 - f_g$ называется промежуточной частотой. Использование преобразования частоты позволяет вести основную обработку принятых сигналов на фиксированной промежуточной частоте. Это дает возможность применять большое количество сложных резонансных систем и большое число каскадов. Значение промежуточной частоты может быть выбрано оптимальным для работы приемника, что облегчает получение высоких качественных показателей.

Промежуточная частота приемника не изменяется при его перестройке в диапазоне рабочих частот. Следовательно, избирательные системы УПЧ также не нуждаются в перестройке. Это в свою очередь дает возможность использовать в приемнике большое количество колебательных контуров, применять системы связанных контуров и фильтры сосредоточенной избирательности. За счет этого амплитудно-частотная характеристика супергетеродинного приемника может быть сделана весьма близкой к идеальной, прямоугольной.

Возможность получения высокой чувствительности супергетеродинного приемника также связана с применением фиксированной промежуточной частоты. Так как промежуточная частота выбирается оптимальной и не перестраивается, то УПЧ позволяют получить практически любое необходимое усиление. Усиление полезного сигнала в супергетеродине осуществляется не только трактом промежуточной частоты, но и каскадами УРЧ и УЗЧ. Это улучшает устойчивость каскадов приемника за счет уменьшения паразитной обратной связи и соответственно опасности самовозбуждения.

К недостаткам супергетеродинного радиоприемника относятся сложность его схемы, наличие специфических помех, называемых дополнительными или побочными каналами приема, и возможность возникновения интерференционных свистов. К побочным каналам приема относятся зеркальный или симметричный канал и канал промежуточной частоты.

Несмотря на наличие недостатков, которые с помощью определенных мер могут быть уменьшены, супергетеродинные приемники являются наиболее распространенным типом современных приемников самого различного назначения.

ВЫВОДЫ



- Таким образом, на сегодняшнем занятии рассмотрены вопросы: Способов и устройств формирования и обработки аналоговых сигналов.

Задание на самостоятельную работу

Прочитав конспект лекций ответить на следующие вопросы:

- 1. Изобразить схему однокаскадного передатчика и пояснить принцип работы?**
- 2. Изобразить структурную схему многокаскадного передатчика, перечислить из каких элементов она состоит?**
- 3. Изобразить структурную схему трансиверного приемопередатчика, перечислить его состав?**
- 4. Изобразить принципиальную схему детекторного приёмника?**
- 5. Изобразить структурную схему детекторного приемника и пояснить принцип работы?**
- 6. Изобразить структурную схему приемника прямого усиления и пояснить принцип работы?**
- 7. Изобразить структурную схему супергетеродинного приемника и пояснить принцип работы?**
- 8. Перечислить достоинства и недостатки детекторного приемника, приёмника прямого усиления и супергетеродинного приёмника?**