



Лекция 3

Классификация широкодиапазонных систем и устройств



СИСТЕМЫ С БОЛЬШИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ

В системах передачи информации можно различать максимальный объем информации, проходящий через канал связи:

$$V_k = T_k \Delta F_k D_k$$

и максимальный объем информации, передаваемый сигналом:

$$V_c = T_c \Delta F_c D_c$$

Пропускная способность системы при условии, что отношение сигнал / шум велико $\gamma > 10$ определяется полосой пропускания и динамическим диапазоном

$$C = \Delta F \cdot \log_2 D_{c.p}$$

По способу формирования амплитудных характеристик, применяемых для обеспечения заданного динамического диапазона:

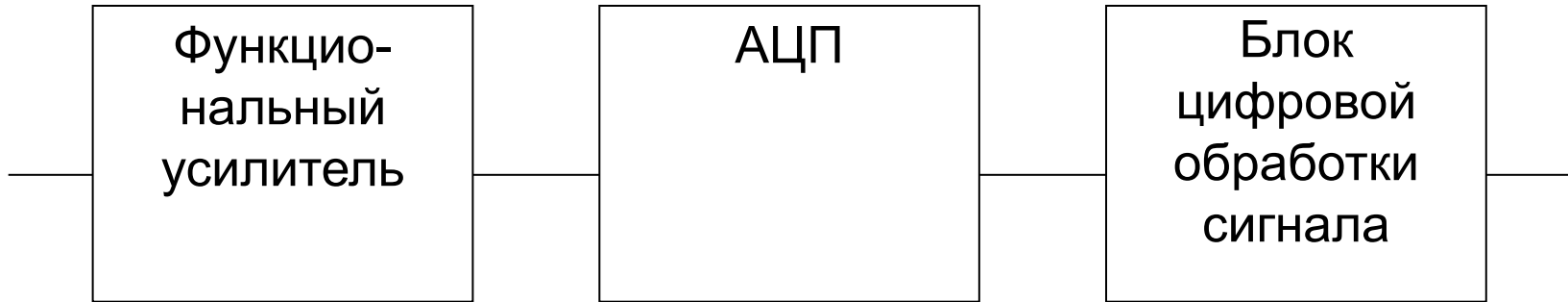
1. Линейные и сверхлинейные системы и устройства.
2. Системы с суммированием выходных сигналов или системы с полигональными (линейно-ломаными) амплитудными характеристиками.
3. Устройства с функциональными амплитудными характеристиками.
4. Системы с переключением, формирующие линейно-прерывистые (кусочно-линейные) амплитудные характеристики. Многовходовые системы, в том числе системы с многовходовыми АЦП.

СИСТЕМЫ С ЛИНЕЙНЫМИ АХ



Обобщенная схема широкодиапазонной системы с
линейной амплитудной характеристикой

Линейные и сверхлинейные системы могут обеспечить динамический диапазон не более $10^2 - 10^3$

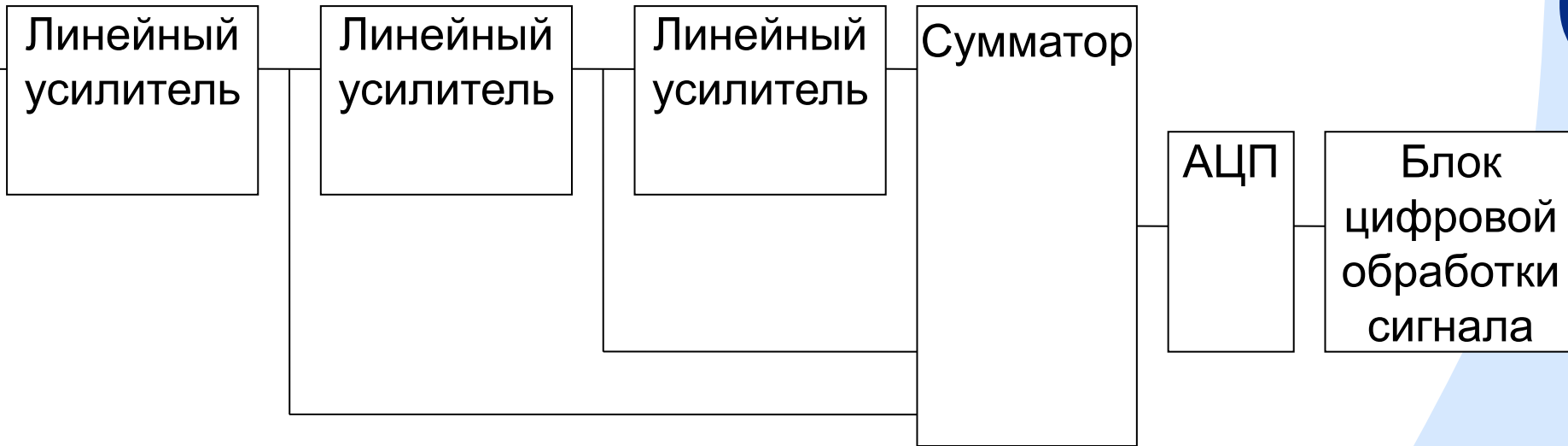


Обобщенная схема широкодиапазонной системы с функциональной амплитудной характеристикой

Среди устройств с функциональными амплитудными характеристиками наиболее часто используются приборы с логарифмической амплитудной характеристикой.

Усилители с логарифмической амплитудной характеристикой были впервые применены в радиолокационных системах как средство от перегрузок мощными сигналами и помехами.

В этих устройствах легко достигается динамический диапазон порядка $10^6 - 10^{12}$.



Обобщенная схема широкодиапазонной системы с полигональной амплитудной характеристикой

Устройства с полигональными амплитудными характеристиками дают хорошее приближение к требуемым функциональным зависимостям. Наиболее часто такие амплитудные характеристики достигаются путем суммирования выходных сигналов с промежуточных каскадов усилителя

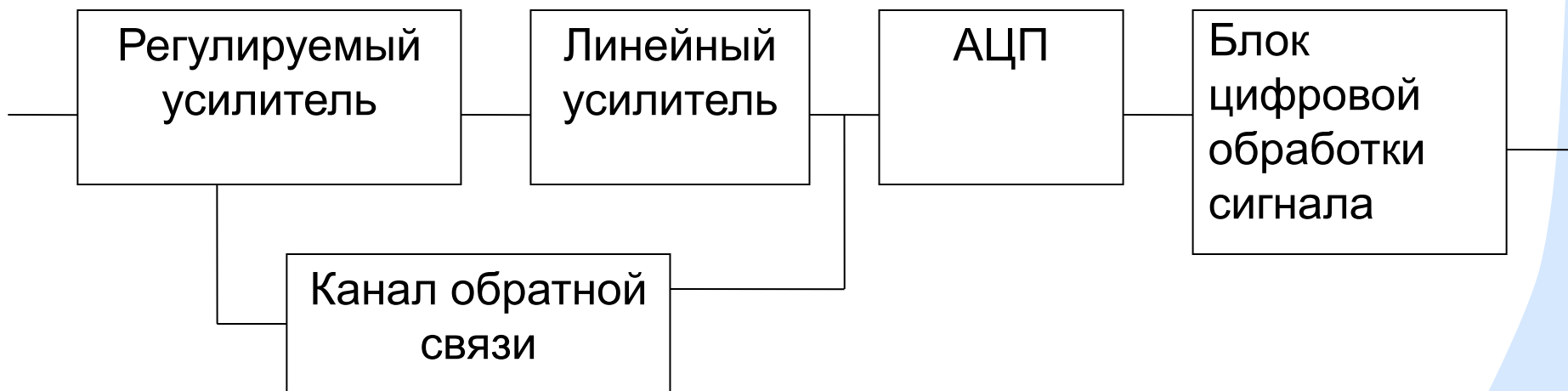
СИСТЕМЫ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ВЫХОДОВ ЛИНЕЙНЫХ КАНАЛОВ



Обобщенная схема широкодиапазонной системы с переключением (выбором) выходов линейных каскадов усиления

Важнейшим методом расширения динамического диапазона является применение систем с переключением. При каждом переключении изменяется коэффициент усиления системы в целом или уменьшается амплитуда сигнала на общем входе так, чтобы выходной сигнал всегда находился на рабочем линейном участке амплитудной характеристики.

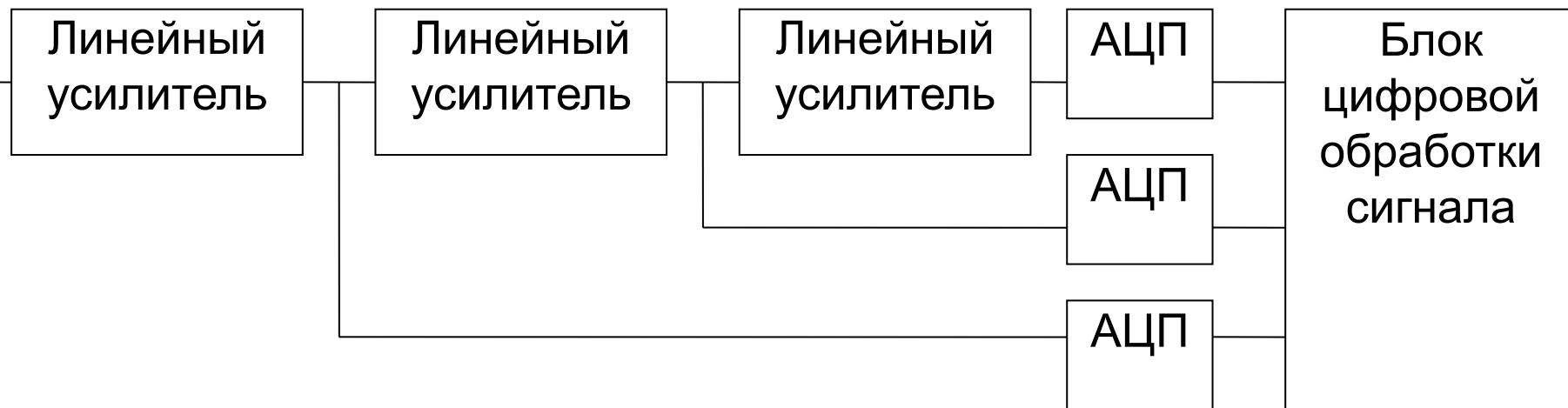
СИСТЕМЫ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ВЫХОДОВ ЛИНЕЙНЫХ КАНАЛОВ



Обобщенная схема широкодиапазонной системы с плавной регулировкой коэффициента усиления линейных каскадов

Расширение динамического диапазона достигается увеличением числа переключений. Этот способ широко распространен в измерительной аппаратуре при ручном переключении диапазонов измерительного преобразования, а с появлением быстродействующих ключей применяется в адаптивных системах с автоматическим выбором поддиапазона.

СИСТЕМЫ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ВЫХОДОВ ЛИНЕЙНЫХ КАНАЛОВ



Обобщенная схема широкодиапазонной системы с многовыходовыми АЦП

В последнее время широко применяются многовыходовые системы, в том числе системы с многовыходовыми АЦП, позволяющие одновременно с расширением динамического диапазона (аналогично системам с переключением), исключить потерю информации, а также дополнительные помехи и искажения, обусловленные переключением.

Функциональные усилители с большим динамическим диапазоном

1. Показатели, которые характеризуют работу функционального усилителя в линейном режиме (при малых уровнях входных сигналов):

- начальный коэффициент усиления K_H ;

- частотные характеристики:

для апериодических усилителей – F_{\max} – максимальная частота информационного сигнала;

для резонансных усилителей – резонансная (средняя) частота f_0 и полоса пропускания ΔF .

2. Показатели, которые характеризуют работу функциональных усилителей в области сигналов с большими уровнями (нелинейная область):

$$D_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_{\text{ВЫХ max}}}{U_{\text{ВЫХ min}}}$$

- динамический диапазон по входным воздействиям

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Для функциональных усилителей динамический диапазон по входным воздействиям и по выходу системы отличаются, в отличие от тех же характеристик линейных усилителей;

-если $D_{ВХ} > D_{ВЫХ}$, то вводится понятие коэффициента сжатия

динамического диапазона $K_{сж} = \frac{D_{ВХ}}{D_{ВЫХ}} > 1$;

- если $D_{ВХ} < D_{ВЫХ}$, то вводится понятие коэффициента расширения

динамического диапазона $K_{расш} = \frac{D_{ВЫХ}}{D_{ВХ}} > 1$

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- функциональная добротность усилителя $q = K_H D$;

- обобщенная динамическая добротность усилителя

$$q_{об} = q \cdot \Delta F = K_H D \cdot \Delta F ;$$

- точность формирования и реализации функциональной амплитудной характеристики ;

- стабильность функциональной амплитудной характеристики, при появлении внешних воздействий (влияние помех, изменения температурного режима, нестабильности параметров устройства и т.д.);

- дифференциальный коэффициент усиления $b = \frac{\Delta U_{ВЫХ}}{\Delta U_{ВХ}}$.

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

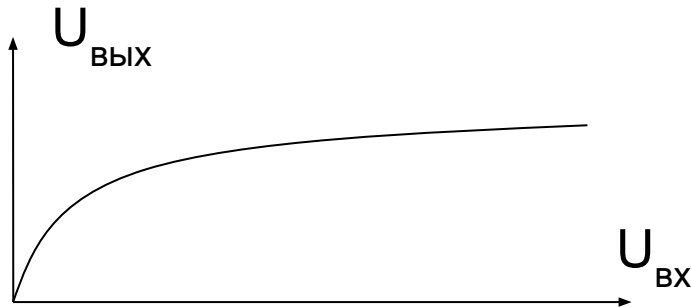
В общем случае функциональная амплитудная характеристика усилителя может быть представлена как некоторая функция. Для выходного и входного напряжений эта функция запишется в виде:

$$U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$$

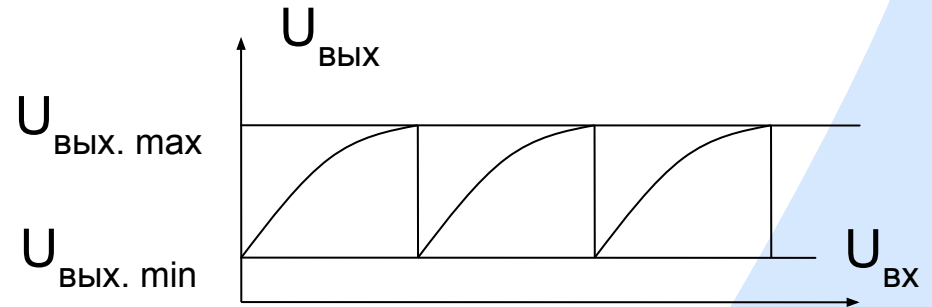
С математической точки зрения функциональные амплитудные характеристики, которые можно реализовать в электронных усилителях, по способу формирования подразделяются на:

- алгебраические характеристики $U_{\text{ВЫХ}} = a + bU_{\text{ВХ}} + cU_{\text{ВХ}}^2$;
- трансцендентные характеристики $U_{\text{ВЫХ}} = \log U_{\text{ВХ}}$; $U_{\text{ВЫХ}} = e^{U_{\text{ВХ}}}$;
- периодические характеристики $U_{\text{ВЫХ}} = \sin U_{\text{ВХ}}$; $U_{\text{ВЫХ}} = \cos U_{\text{ВХ}}$.

Характеристики всех типов могут быть монотонными и прерывистыми. В первом случае характеристика будет представлять собой монотонную функцию, во втором случае – скачкообразную.



а)



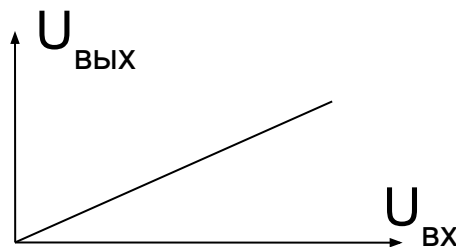
б)

Функциональные амплитудные характеристики:
 а) монотонного типа, б) прерывистого типа

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

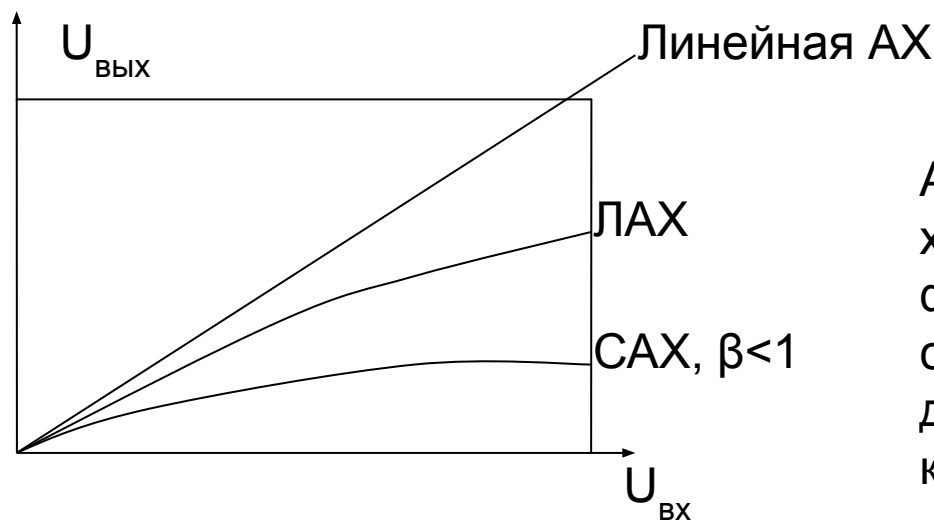
Физическая сущность функциональных усилителей наиболее полно отражается дифференциальным коэффициентом передачи усилителя. По его характеру можно судить о возможных способах реализации функциональной амплитудной характеристики. При этом функциональные усилители будут классифицироваться в зависимости от значения коэффициента b :

1. $b = \text{const}$ - усилитель, у которого дифференциальный коэффициент усиления не меняется и не зависит от входной амплитуды – линейные усилители.



2. $b = \text{var}$ – усилитель, у которого дифференциальный коэффициент усиления меняется, причем уменьшается при увеличении амплитуды входного сигнала. К таким устройствам относятся усилители с логарифмической (ЛАХ) или степенной амплитудной характеристикой (САХ), у которой показатель степени меньше 1:

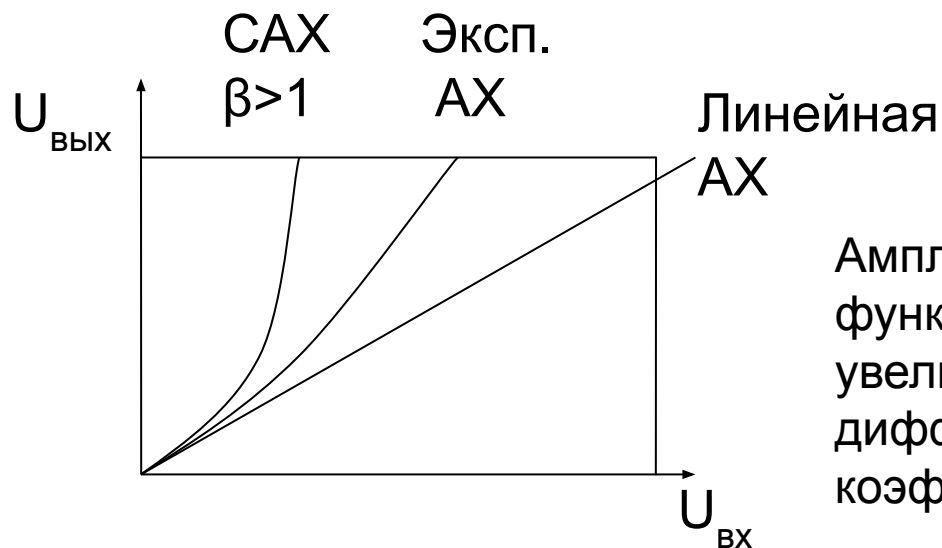
$$U_{\text{ВЫХ}} = aU_{\text{ВХ}}^{\beta} \quad \beta < 1$$



Амплитудная характеристика функционального усилителя с уменьшающимся дифференциальным коэффициентом усиления

3. $b = \text{var}$ – усилитель, у которого дифференциальный коэффициент усиления меняется, причем увеличивается при увеличении амплитуды входного сигнала. К таким устройствам относятся усилители с экспоненциальной или степенной амплитудной характеристикой, у которой показатель степени больше 1:

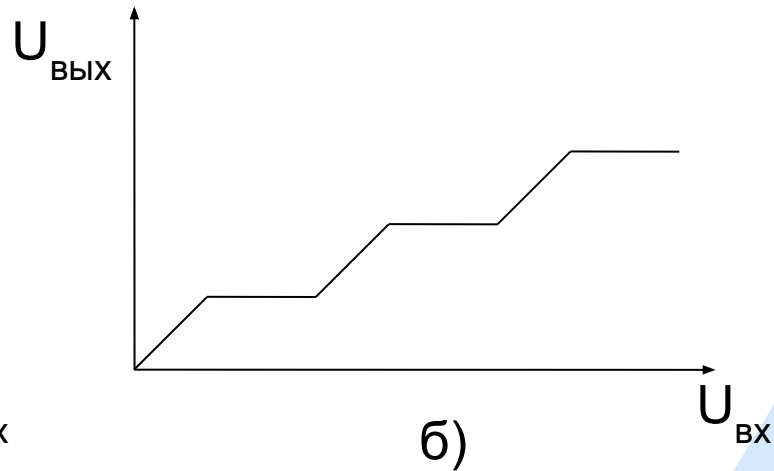
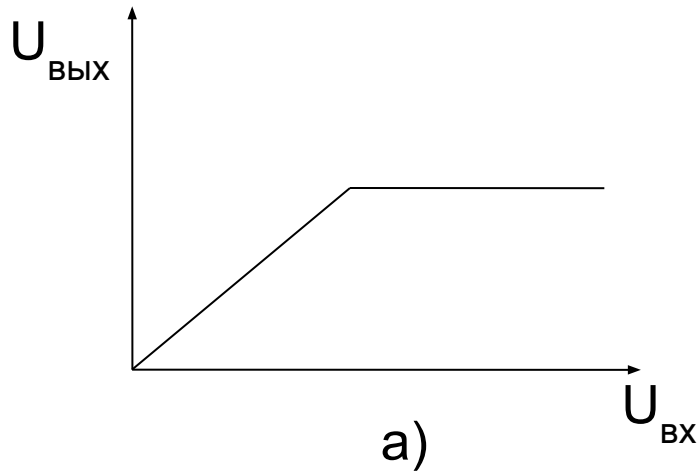
$$U_{\text{ВЫХ}} = aU_{\text{ВХ}}^{\beta} \quad \beta > 1$$



Амплитудная характеристика функционального усилителя с увеличивающимся дифференциальным коэффициентом усиления

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

4. $b = 0$ – усилители-ограничители. Усилители такого типа могут обладать различными амплитудными характеристиками

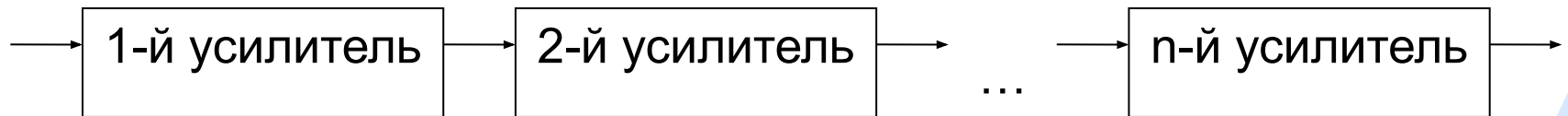


Амплитудные характеристики функциональных усилителей -ограничителей

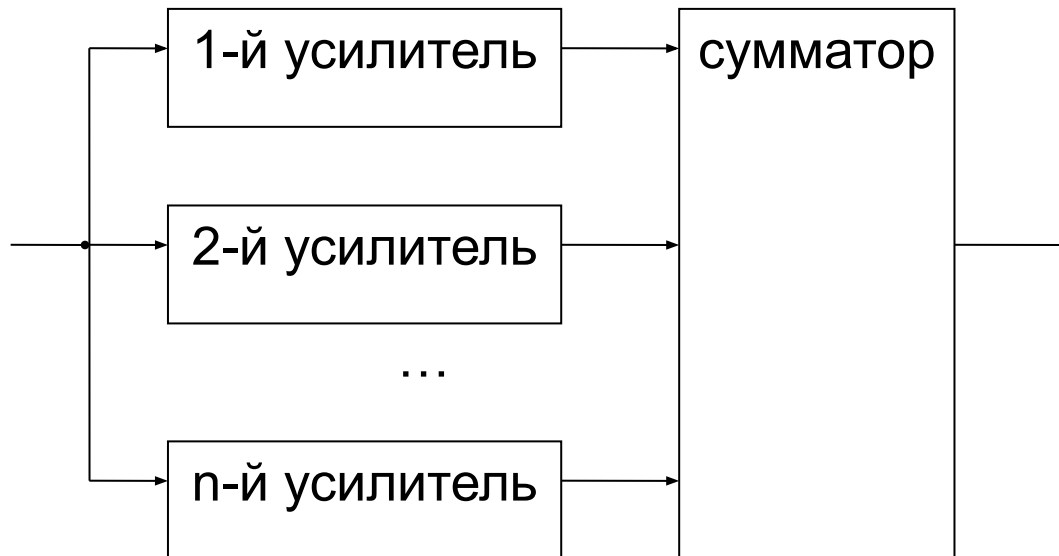
КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

По структурной схеме построения функциональные усилители классифицируют на следующие виды:

- а. усилители последовательного типа;
- б. усилители параллельного типа.



а)



б)

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

По спектральному составу входного воздействия и выходного эффекта функциональные усилители подразделяют на:

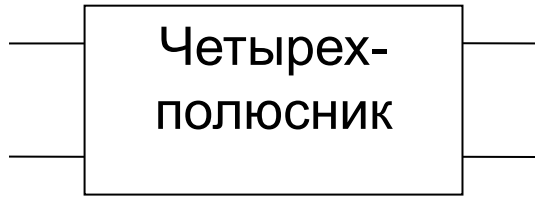
- усилители без преобразования спектра усиливаемого воздействия;
- усилители с преобразованием спектра усиливаемого воздействия.

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

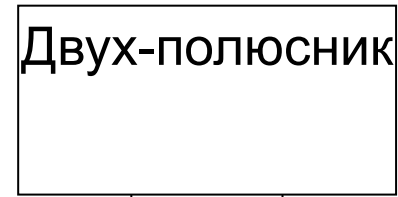
По количеству входных и выходных зажимов различают:

- четырехполюсные усилители.
- трехполюсные усилители. К таким усилителям можно отнести широко известные транзисторные схемы.
- двухполюсные усилители – как правило, это параметрические усилители, а также усилители на туннельном диоде.
- многополюсные усилители. Схемы таких усилителей могут включать в себя, например, схемы задержки, поэтому имеют два и более выходов.

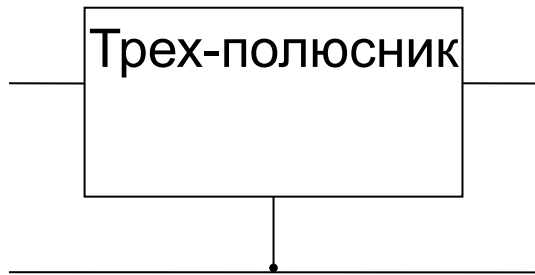
КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ



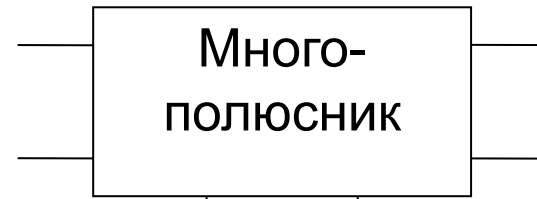
а)



в)



б)



г)

Виды схем функциональных усилителей

Спасибо за внимание

