

**Лекция 2-3**  
**Тема: Показатели и**  
**характеристики**  
**аналоговых электронных**  
**устройств.**

Все электронные схемы принято  
делить на два класса:  
Цифровые схемы (ЦС).  
Аналоговые схемы (АС).

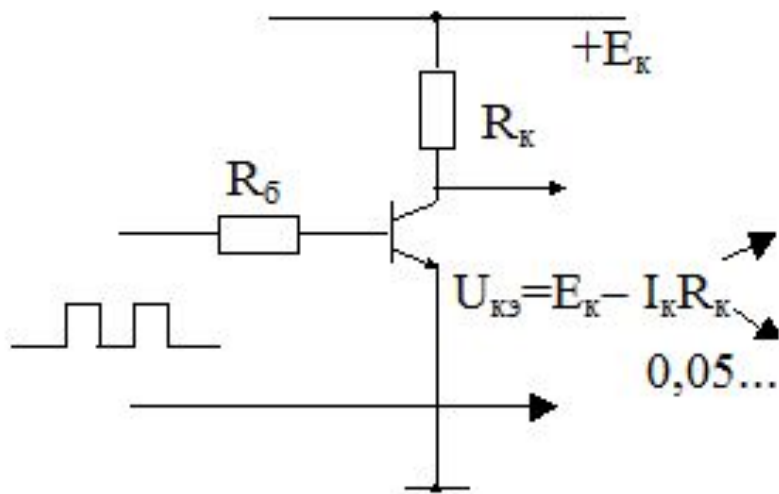
*В цифровых схемах* сигнал преобразуется и обрабатывается по закону дискретной функции. В основе цифровых схем лежат простейшие транзисторные ключи для которых характерны два устойчивых состояния – разомкнутое и замкнутое.

На основе простейших ключей  
строятся более сложные схемы  
(например, логические  
элементы, триггерные  
устройства и тому подобные  
схемы).

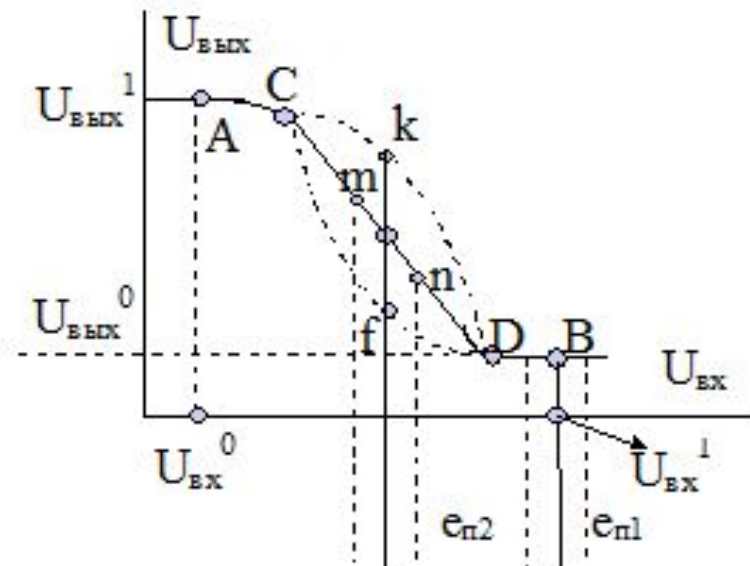
*В аналоговых схемах сигнал преобразуется и обрабатывается по закону непрерывной функции.*

В основе аналоговых схем лежат простейшие усилительные ячейки, на основе которых строятся сложные многоступенные усилители, стабилизаторы напряжения и тока, генераторы синусоидальных колебаний и тому подобные схемы.

# Транзистор в режиме ключа: а – схема ключа; б – передаточная характеристика электронных инвертирующих схем.



а)



б)

Особенности режимов цифровых и аналоговых схем можно объяснить, используя передаточную характеристику, которая выглядит одинаково для того и другого класса схем, однако, использование этой характеристики для каждого класса принципиально отличается.



# Обозначения, принятые для передаточной характеристики

$U_{\text{ВХ}}^0$  – уровень низкого напряжения на входе – уровень логического нуля;

$U_{\text{ВХ}}^1$  – уровень высокого напряжения на входе – уровень логической единицы;

$U_{\text{ВЫХ}}^0$  – уровень низкого напряжения на выходе – уровень логического нуля;

$U_{\text{ВЫХ}}^1$  – уровень высокого напряжения на выходе – уровень логической единицы;

$e_{\text{п1}}$  – уровень напряжения помехи на входе для цифровых схем;

$e_{\text{п2}}$  – уровень напряжения помехи на входе для аналоговых схем;

*В транзисторном ключе два его устойчивых состояния (замкнутое и разомкнутое) соответствуют точкам А и В.*

Входные и выходные сигналы  
могут иметь лишь два уровня:

$U_{вх.А}$  и  $U_{вх.В}$  или  $U_{вых.А}$  и  $U_{вых.В}$

Форма передаточной характеристики между точками А и В не существенна, так как при ее деформации выходные параметры остаются без изменения (на рис. 4.1, б деформация характеристики показана пунктирной линией).

Следовательно, транзисторные ключи (и цифровые схемы) мало чувствительны к разбросу параметров, к температурному дрейфу, временному дрейфу, к внешним электромагнитным помехам и к собственным шумам.

*В усилительных каскадах*  
используется участок  
характеристики между точками  
СD.

Следовательно, входные и  
выходные сигналы могут  
принимать любые значения в  
пределах этого отрезка  
характеристики.

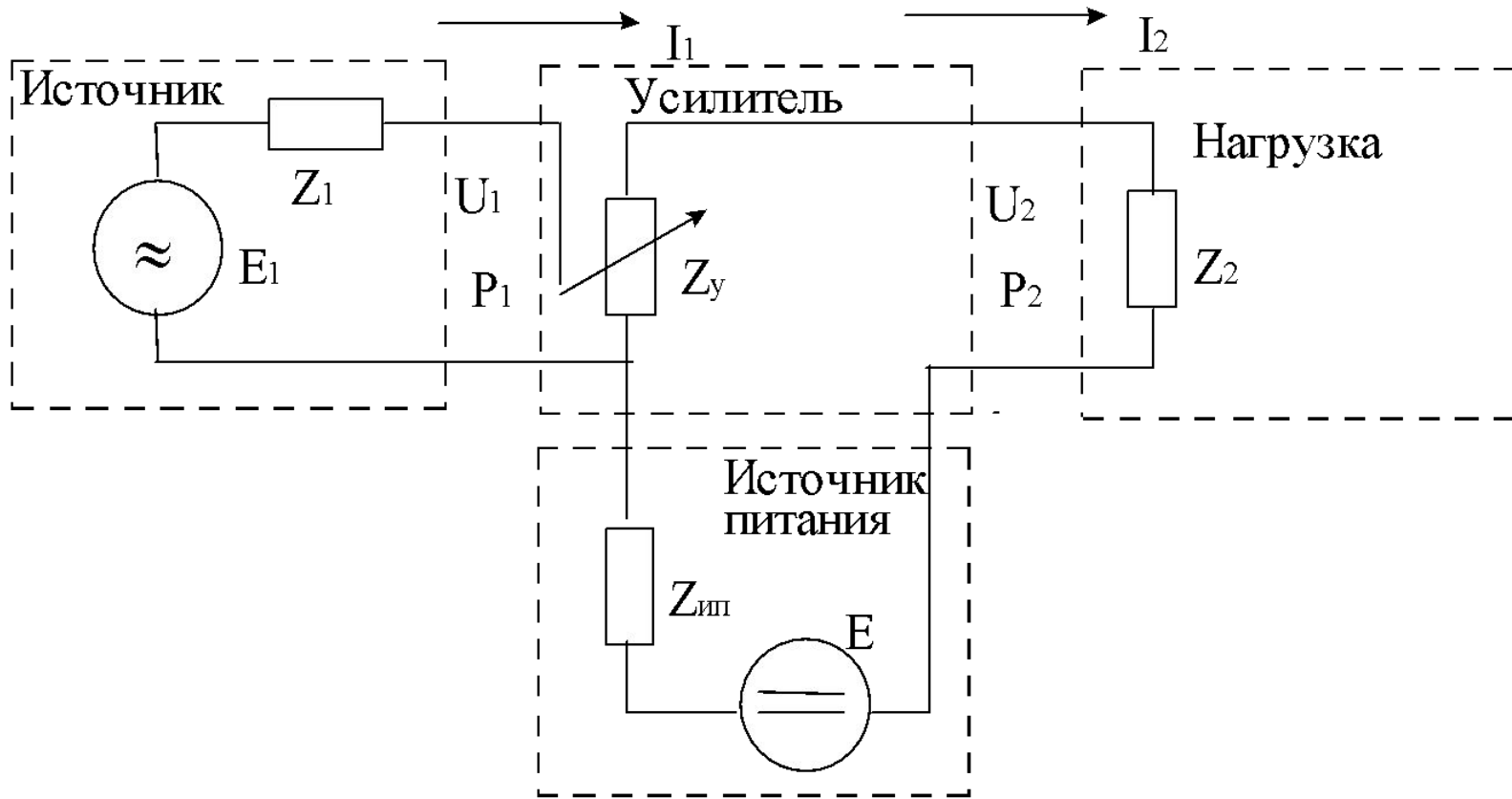
Учитывая возможную деформацию характеристики, делаем вывод о том, что усилительные каскады (аналоговые схемы) очень чувствительны к разного рода помехам, к разбросу параметров, к температурному дрейфу, временному дрейфу.

# Принцип работы ПТ и БТ в режиме усиления

Рабочим режимом транзистора принято называть его работу под нагрузкой. Функциональная схема усилителя в общем виде представлена на рисунке 3.1.



# Функциональная схема электронного усилителя



В усилителях, эквивалентная схема которого представлена на рисунке, источник управляющей энергии называется *источником сигнала*, а цепь усилителя, в которую поступают его электрические колебания, – *входом*.

Устройство, к которому подводят усиленные колебания, называется *нагрузкой*, а цепь усилителя, к которой подключают эту нагрузку, – *выходом*.

Устройство, от которого усилитель получает энергию, преобразуемую им в усиленные электрические колебания, называют *источником питания* (обычно используют источник постоянного напряжения, а исключение составляют параметрические усилители).

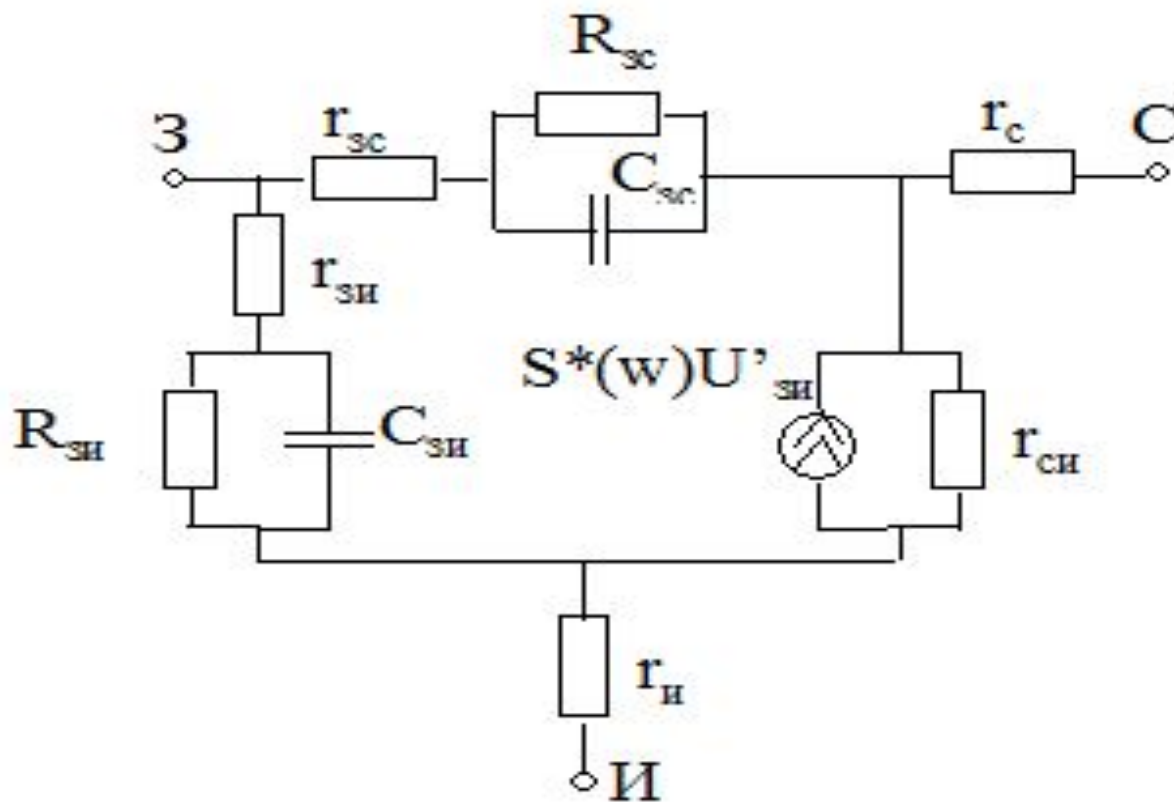
# Полевые транзисторы в рабочем режиме.

Принцип построения усилительных схем на полевых транзисторах практически не отличается от схем на биполярных транзисторах (входная, выходная цепи, цепи автосмещения, цепи обратной связи и т.д.).

Принципиальной разницей является отсутствие входных токов у полевого транзистора, поэтому схемы автосмещения построены таким образом, чтобы эти токи не появились.

Входные сопротивления усилителей на полевых транзисторах очень велики, поэтому там, где стоит вопрос о согласовании низкоомной нагрузки с высокоомной, полевые транзисторы имеют явное преимущество перед биполярными.

# Схемы включения полевых транзисторов в рабочем режиме





Полевые транзисторы, как и биполярные, имеют три основные схемы включения – с общим истоком (ОИ), с общим стоком (ОС), с общим затвором (ОЗ), но эта схема в реальной практике не получила распространения.

На рисунке 3.3 дана основная  
схема усилителя мощности на  
полевом канальном  
транзисторе с ОИ.

Эта схема – лучший усилитель  
мощности, так как она усиливает  
и по току и по напряжению.

$$K_u = U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}} = U_{\text{СИ}} / U_{\text{ЗИ}} = I_c R_c / U_{\text{ЗИ}} = S R_c.$$

$$K_i = I_{\text{ВЫХ}} / I_{\text{ВХ}} = I_c / I_3 \gg 1.$$

$$K_p = K_i K_u \gg 1.$$

Кроме того, схему с ОИ можно использовать в качестве фазоинвертора: фазу входного сигнала схема с ОИ на выходе меняет на противоположную. На рисунке а) приведена схема на полевом транзисторе со стопроцентной ОС по току – истоковый повторитель.

# Схема усилительного каскада на полевом транзисторе с ОИ

