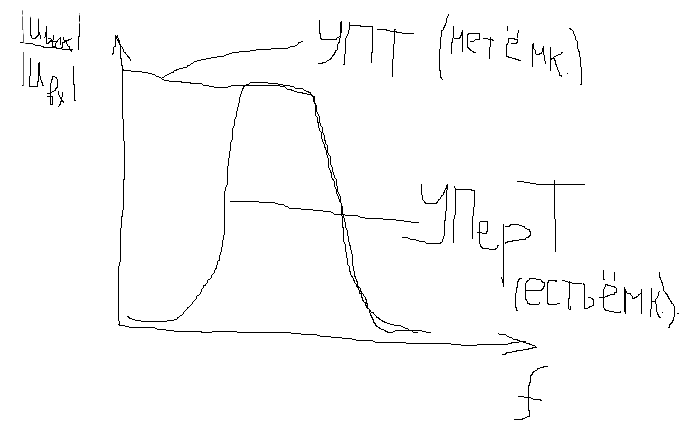
**Схемотехника на операционных усилителях (ОУ)**

ОУ это усилитель постоянного тока (УПТ)!

**Отличия УПТ от усилителя переменного тока (УПерТ)**

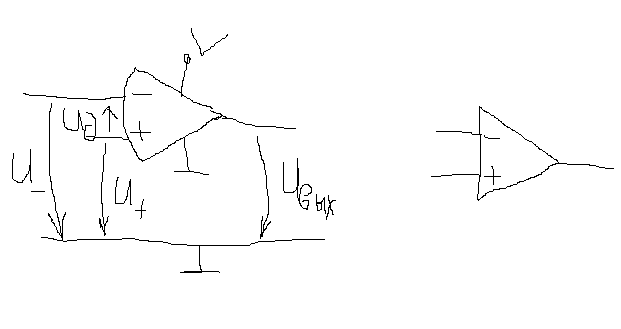


Завал на нижних частотах объясняется наличием ёмкости «C»

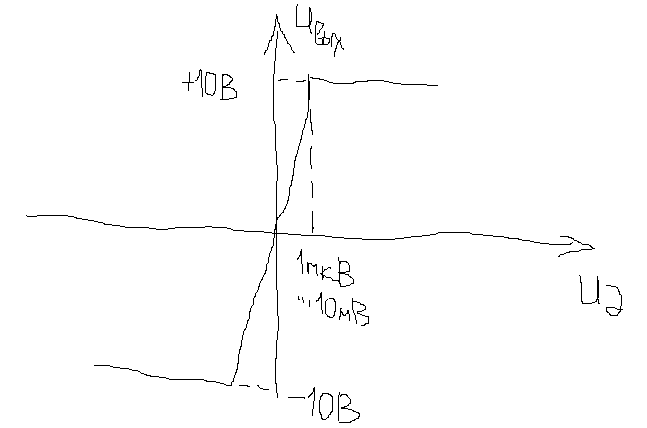
с сопротивлением (1/2пfc).

Завал на высоких частотах объясняется ограниченной скоростью зарядки и разрядки базы транзистора, то есть динамическими свойствами транзистора.

**Изображение ОУ по Госту**

****

Его характеристика передачи напряжения (ХПН):



Отсюда коэффициент усиления по напряжению

Кu=ΔUвых/ ΔUd=10\*\*3…10\*\*7 (миллион)

У ОУ : Uвых сильно зависит от Ud и не зависит от Ucф.

Ud=- , а Ucф=+ /2

Часто применяют следующую аппроксимацию:

если подключить Uвх к прямому входу ОУ, то имеем



Если подключить Uвх к инверсному входу ОУ, то имеем

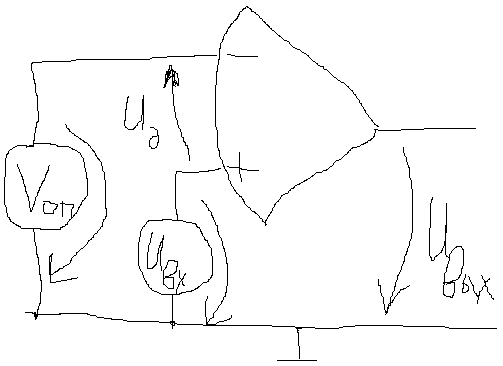


При такой аппроксимации ХПН, если Uвых изменяется в диапазоне:

**-V <Uвых<+V**, то считают, что **==0** и **Ud=0**

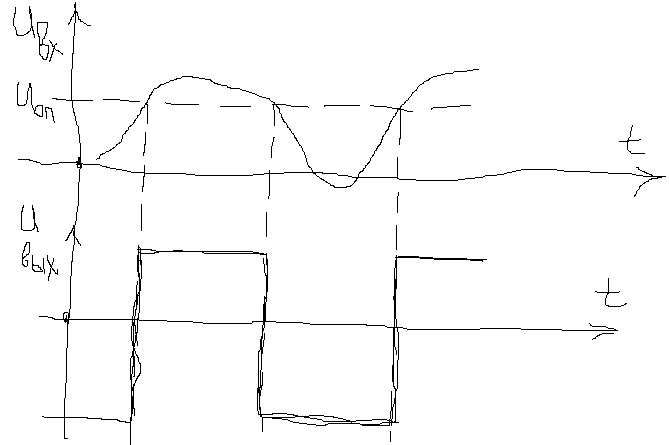
**Применение ОУ**

**Простейший компаратор («плохой»)**

**

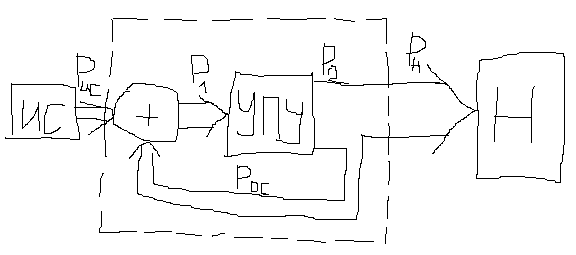
Здесь Ud= Uвх- Uоп, где Uоп – опорное напряжение, оно больше «0»

При таких подключениях входного и опорного сигналов, зная ХПН, имеем следующие зависимости от времени:



**Отрицательная обратная связь (ООС) в схемах с ОУ**

При реализации усилителя в нём может быть организована обратная связь (ОС) (либо ООС, либо положительная ОС (ПОС))



Здесь УПУ – усилитель прямого усиления

**Определим** коэффициент усиления по мощности усилителя с ОС (**Крос**), зная коэффициент усиления по мощности УПУ (Кр=Р2/Р1), и, считая, что Рос=β\*Р2.

**Решение**:

Крос=Рн/Рис, Кр= Р2/Р1, Р1=Рис, Рос=β\*Р2, Рн=Р2-Рос,

Р2=Рн+Рос=Рн+ β\*Р2, **Р2=Рн/(1- β)**

Р1=Рис, Р2=Кр\*Р1=Кр\* Рис**,** здесь «+» - ПОС

«-» - ООС,

Р2\*(1)=Кр\* Рис, **Р2= Кр\* Рис/(1)**, здесь «-» - ПОС, «+» - ООС

Из того, что Р2=Р2, имеем **Рн/(1- β)= Кр\* Рис/(1)**, отсюда

**Рн= Кр\*(1-β)\*Рис/(1)** и **Крос=Рн/Рис= Кр\*(1- β)/(1)**, здесь «-» - ПОС, «+» - ООС

**Заметим**: если β<<1, а (β\* Кр, то **Крос1/ β**

**Вопрос?**

**Зачем нужна отрицательная обратная связь (ООС)???**

**Ответ!**

**Рассмотрим пример**:

1. Пусть коэффициент усиления по мощности УПУ (Кр=Р2/Р1) меняется от К1р= до К2р=, то есть стабильность усиления УПУ **δ= К2р/ К1р=10** и усиление нестабильно.
2. β= (Рос=β\*Р2), поэтому **Крос**

**Определим** как изменится стабильность усиления **при наличии ООС**:

**δоос= К2роос/ К1роос= К2р\*(1- β)\*(1)/((1)\* К1р\*(1- β))=**

**= δ\*(1)/ (1)=(1+\*)\*10/(1+\*)=1.01**

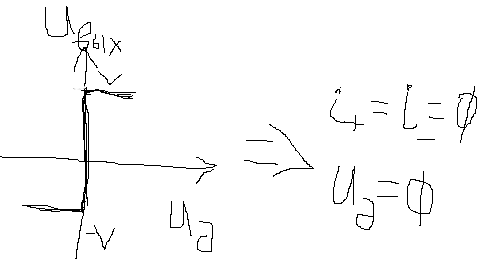
**Получили: δоос= К2роос/ К1роос=1.01** при **δ= К2р/ К1р=10**

***Причина применения ООС в усилителе в том, что, проигрывая в коэффициенте усиления по мощности, мы, при наличии ООС, выигрываем в его стабильности:***

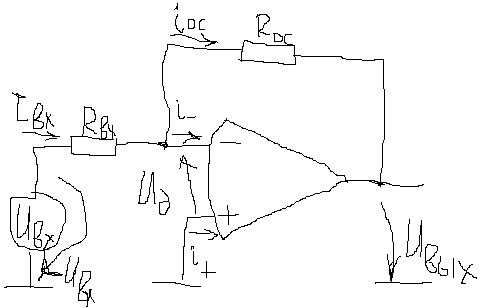
**Было** **Кр=( (, стало с ООС Кроос=( (1.01\***

**Применение ОУ с ООС**

Во всех далее рассматриваемых случаях будем применять следующую модель ОУ:



**Инвертирующий усилитель с ООС**



Анализ работы схемы:

Из того, что Ud=0, следует **Uвх-Rвх\*iвх=0** и **iос\* Rос+ Uвых=0**

Отсюда **iвх= Uвх/ Rвх**, а **iос**=- **Uвых/ Rос**

Из того, что ==0, следует **iвх= iос** и из их равенства получаем:

**Uвх/ Rвх= -Uвых/ Rос,** отсюда **Uвых=- (Rос/ Rвх)\* Uвх**, здесь коэффициент усиления по напряжению **Кu=- (Rос/ Rвх)**.

**Ud остаётся =0** (Ud=0) при изменении **Uвх,** так как имеется **Rвх,** это и все полученные результаты справедливы пока **Uвых** изменяется в диапазоне: **-V <Uвых<+V**.