

## **Нарисовать**

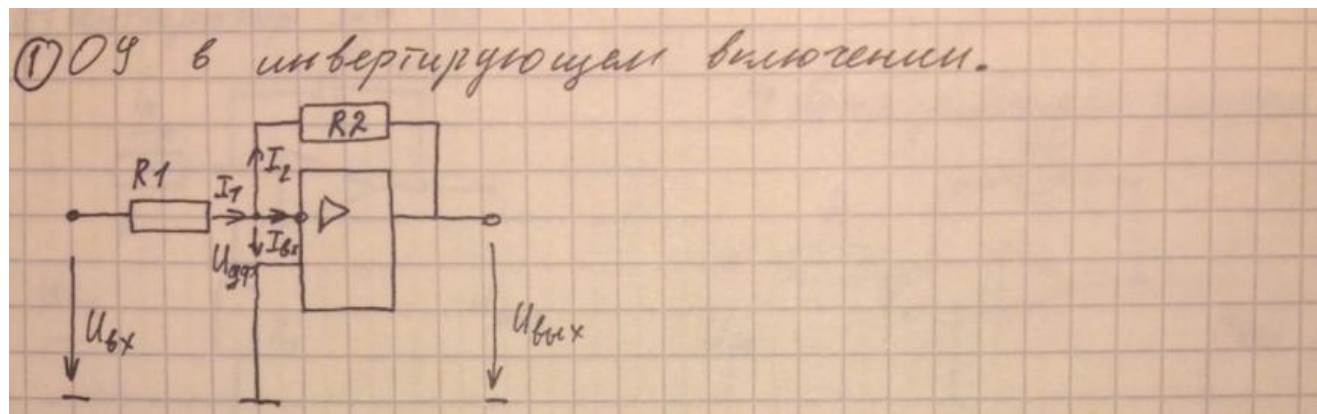
1. Нарисовать схему ОУ в инвертирующем включении
2. Нарисовать схему ОУ в неинвертирующем включении
3. Нарисовать схему суммирующего усилителя на ОУ
4. Нарисовать схему дифференциального усилителя на ОУ
5. Нарисовать схему интегратора на ОУ
6. Нарисовать схему дифференциатора на ОУ
7. Нарисовать схему преобразователя напряжение-ток на ОУ
8. Нарисовать схему преобразователя ток-напряжение на ОУ
9. Нарисовать схему логарифмического усилителя на ОУ
10. Нарисовать схему измерительного усилителя на 3 ОУ
11. Нарисовать схему инвертирующего усилителя на ОУ с ограничением полосы частот снизу
12. Нарисовать схему неинвертирующего усилителя на ОУ с ограничением полосы частот «снизу»
13. Нарисовать схему инвертирующего усилителя на ОУ с дополнительным ограничением полосы частот «сверху»
14. Нарисовать схему неинвертирующего усилителя на ОУ с дополнительным ограничением полосы частот «сверху»
15. Нарисовать схему преобразователя напряжение-ток с внешним транзистором
16. Нарисовать схему антилогарифмического усилителя на ОУ
17. Нарисовать схему повторителя на ОУ
18. Нарисовать схему усилителя на ОУ с увеличением выходного тока дополнительным выходным каскадом

## Вопросы

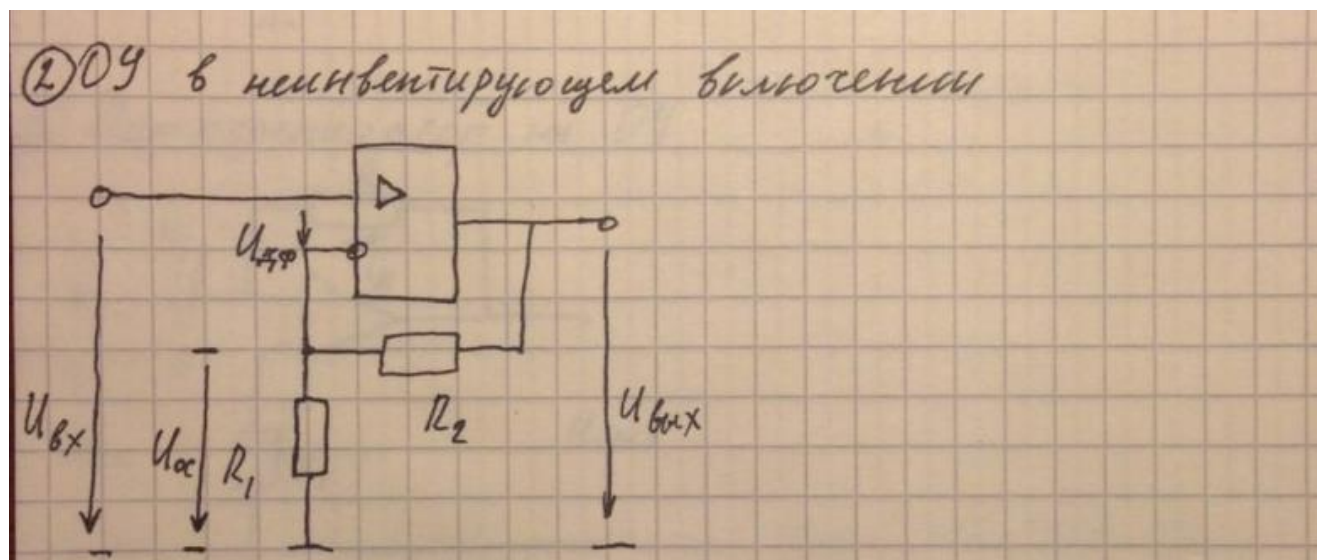
### Вопрос 3.

1. Какие параметры ОУ характеризуют его быстродействие?
2. Какие параметры ОУ характеризуют точность его работы?
3. Какие параметры ОУ характеризуют его температурную стабильность?
4. Основные свойства прецизионных ОУ
5. Основные свойства быстродействующих ОУ
6. Основные свойства ОУ общего применения
7. Свойства идеального ОУ
8. Нарисовать ЛАЧХ ОУ с внутренней частотной коррекцией
9. Нарисовать ЛАЧХ ОУ без внутренней частотной коррекции
10. Влияние ограниченной скорости нарастания выходного напряжения ОУ (дать поясняющий рисунок)
11. В каких пределах могут находиться параметры ОУ:  
коэффициент усиления частота  
единичного усиления  
напряжение смещения нуля  
входные токи  
максимальная скорость нарастания выходного напряжения  
выходное сопротивление.
12. Какова причина динамических нелинейных искажений? Пояснить влияние ограниченной скорости нарастания выходного напряжения ОУ (дать поясняющий рисунок)
13. Описать, как возникают нелинейные искажения в усилителе на ОУ на низких частотах, дать поясняющий рисунок

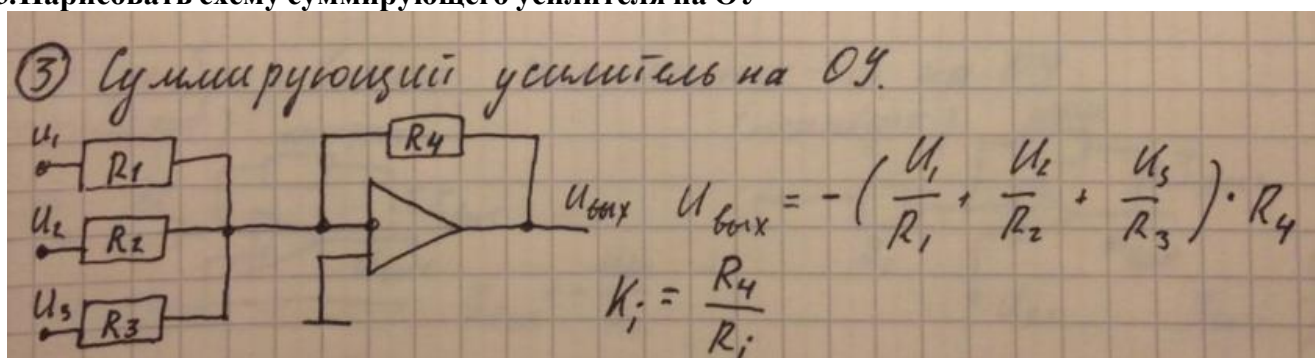
1. Нарисовать схему ОУ в инвертирующем включении



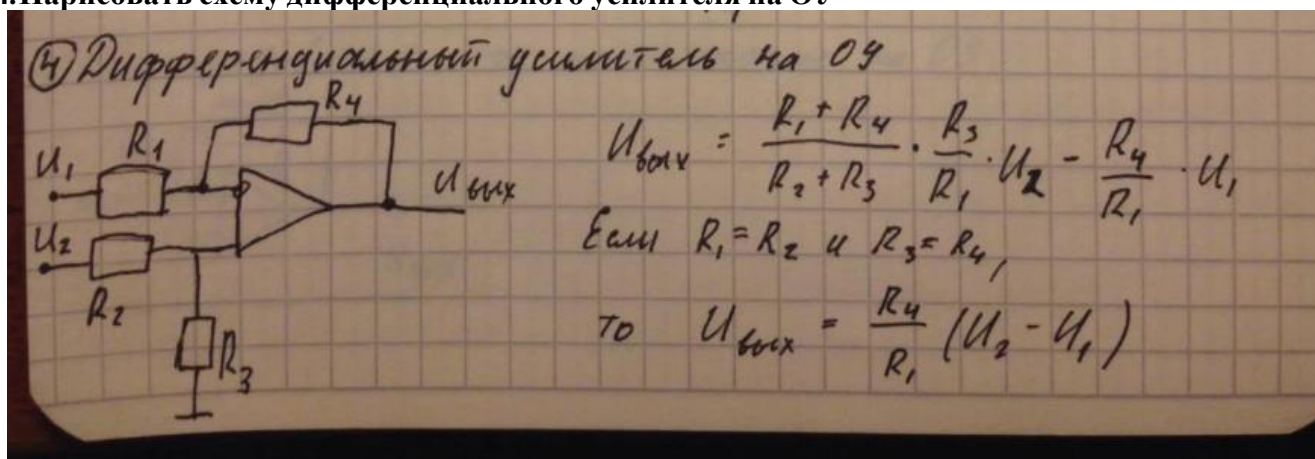
2. Нарисовать схему ОУ в неинвертирующем включении



### 3. Нарисовать схему суммирующего усилителя на ОУ

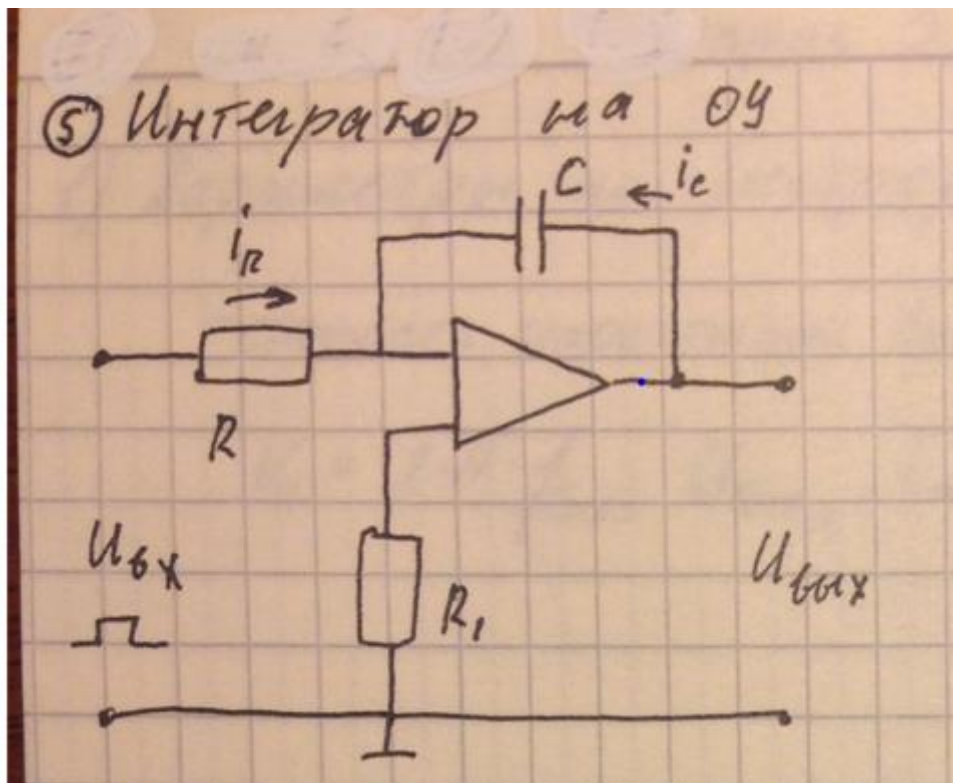


### 4. Нарисовать схему дифференциального усилителя на ОУ

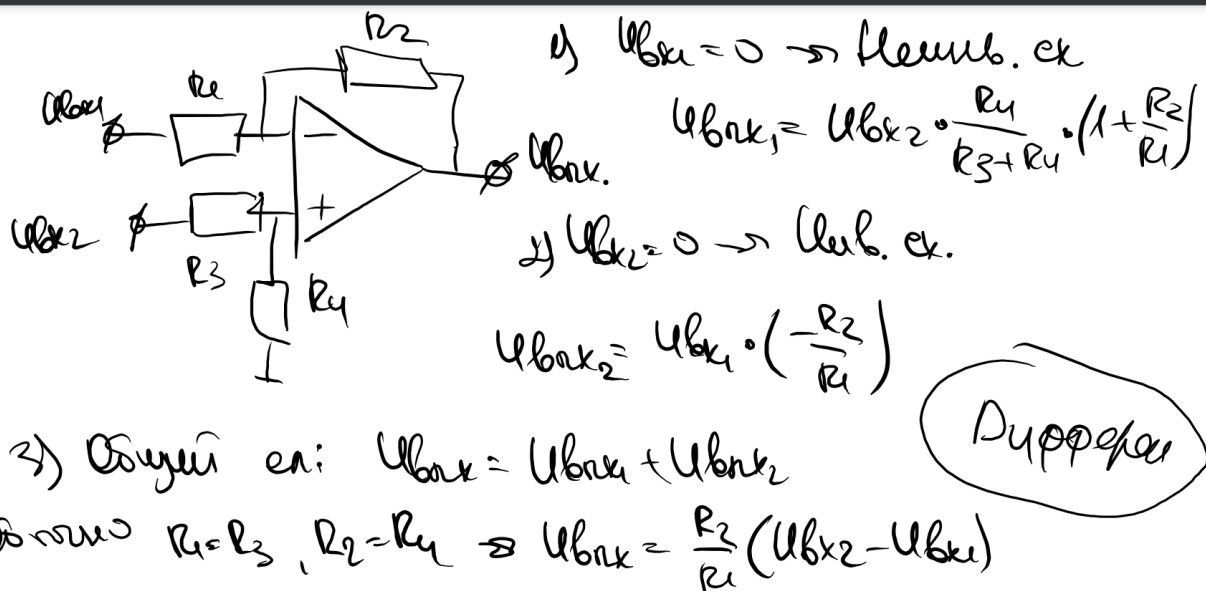




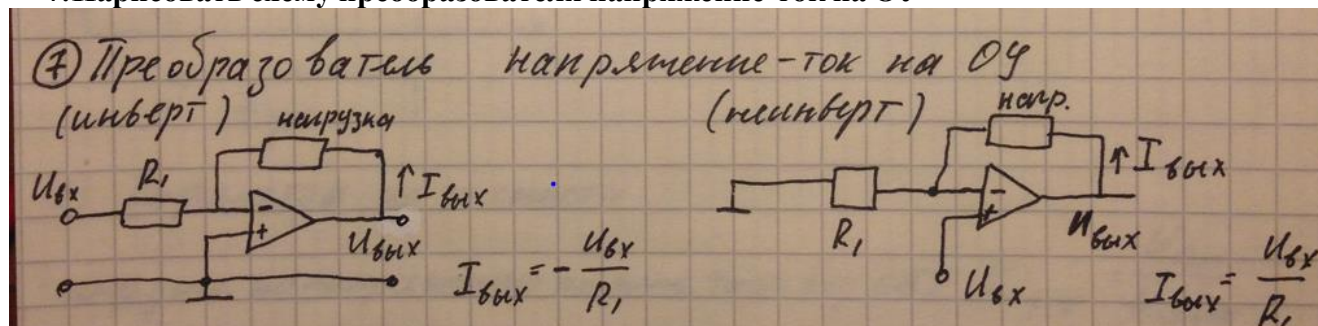
5. Нарисовать схему интегратора на ОУ



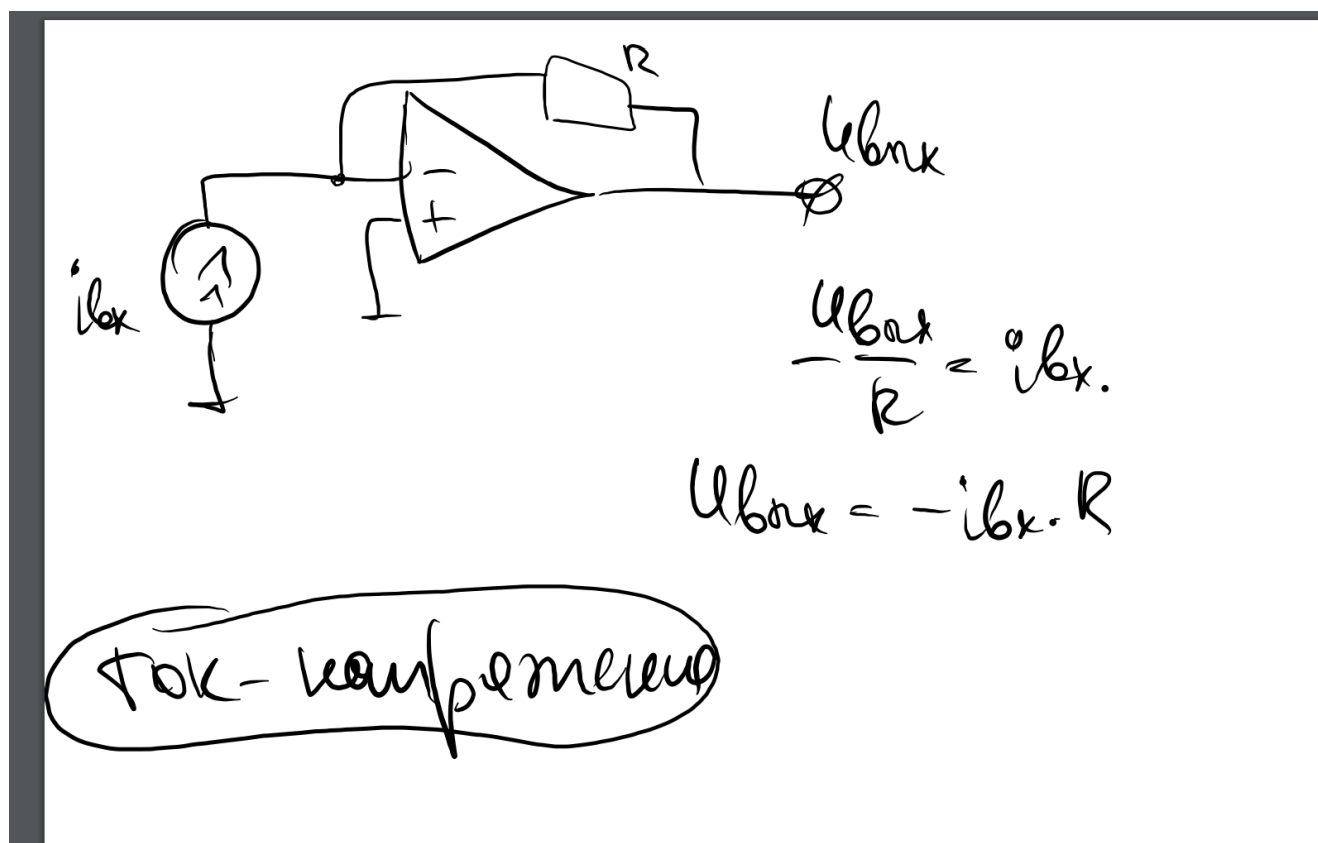
6. Нарисовать схему дифференциатора на ОУ



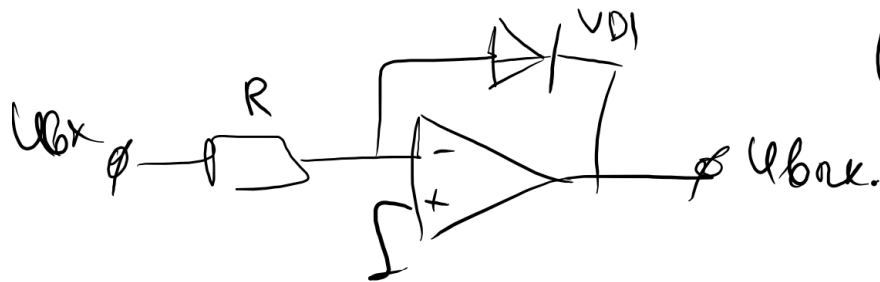
7. Нарисовать схему преобразователя напряжение-ток на ОУ



8. Нарисовать схему преобразователя ток-напряжение на ОУ



9. Нарисовать схему логарифмического усилителя на ОУ



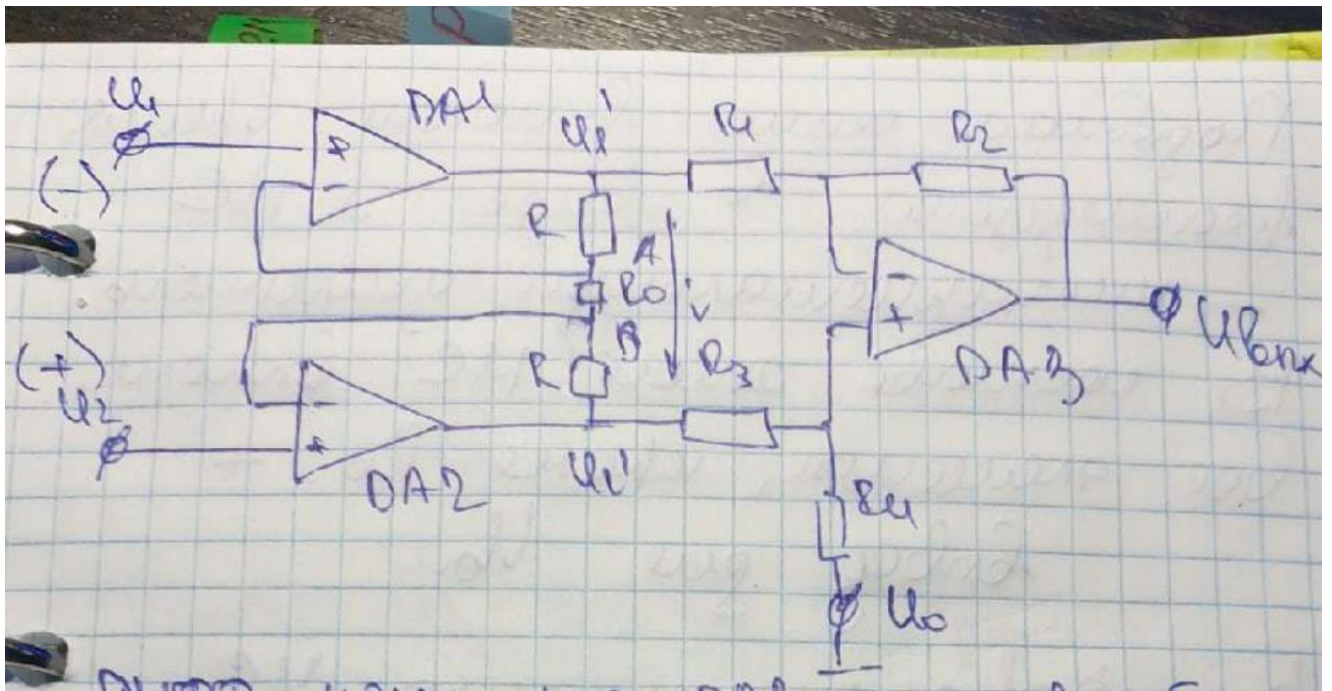
Логарифмич.  
усилитель

$$\frac{U_{вх}}{R} = -I_T \left( e^{\frac{U_{вх}}{qT}} + 1 \right)$$

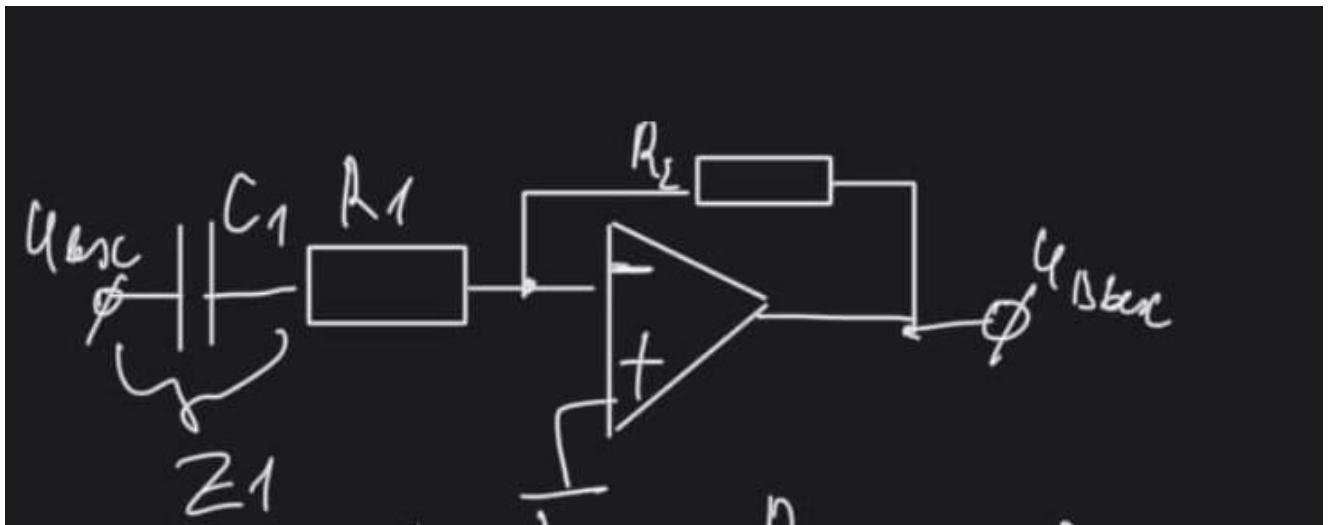
$$U_{вых} = -qT \ln \frac{U_{вх}}{R I_T}$$



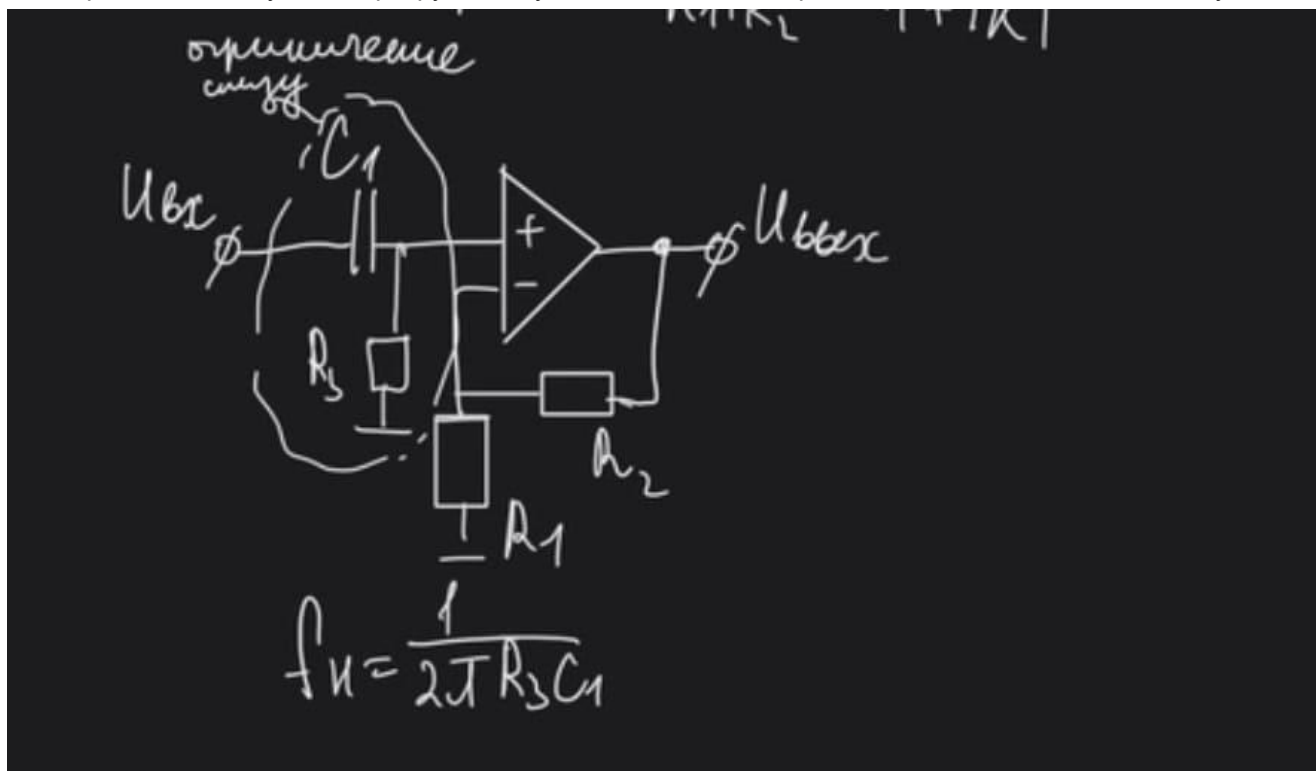
10. Нарисовать схему измерительного усилителя на 3 ОУ



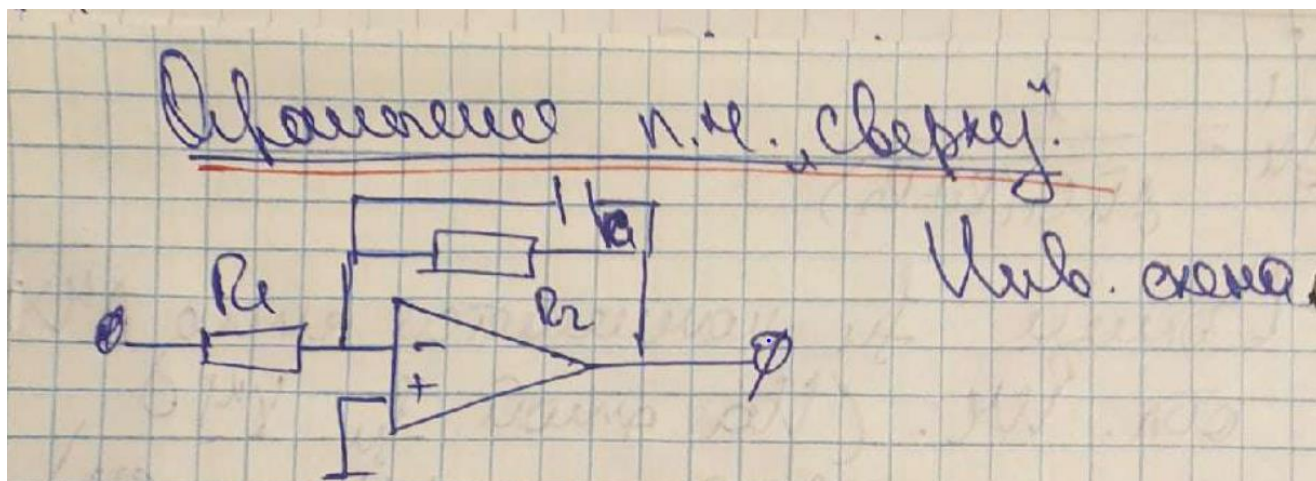
11. Нарисовать схему инвертирующего усилителя на ОУ с ограничением полосы частот снизу



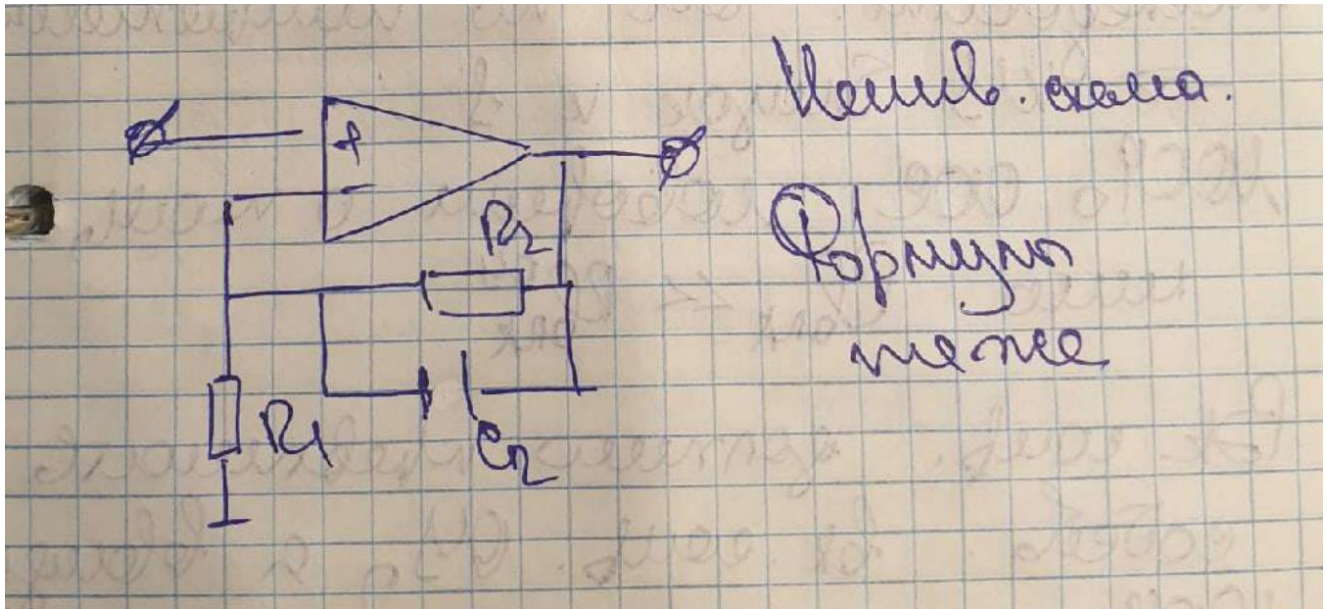
12. Нарисовать схему неинвертирующего усилителя на ОУ с ограничением полосы частот «снизу»



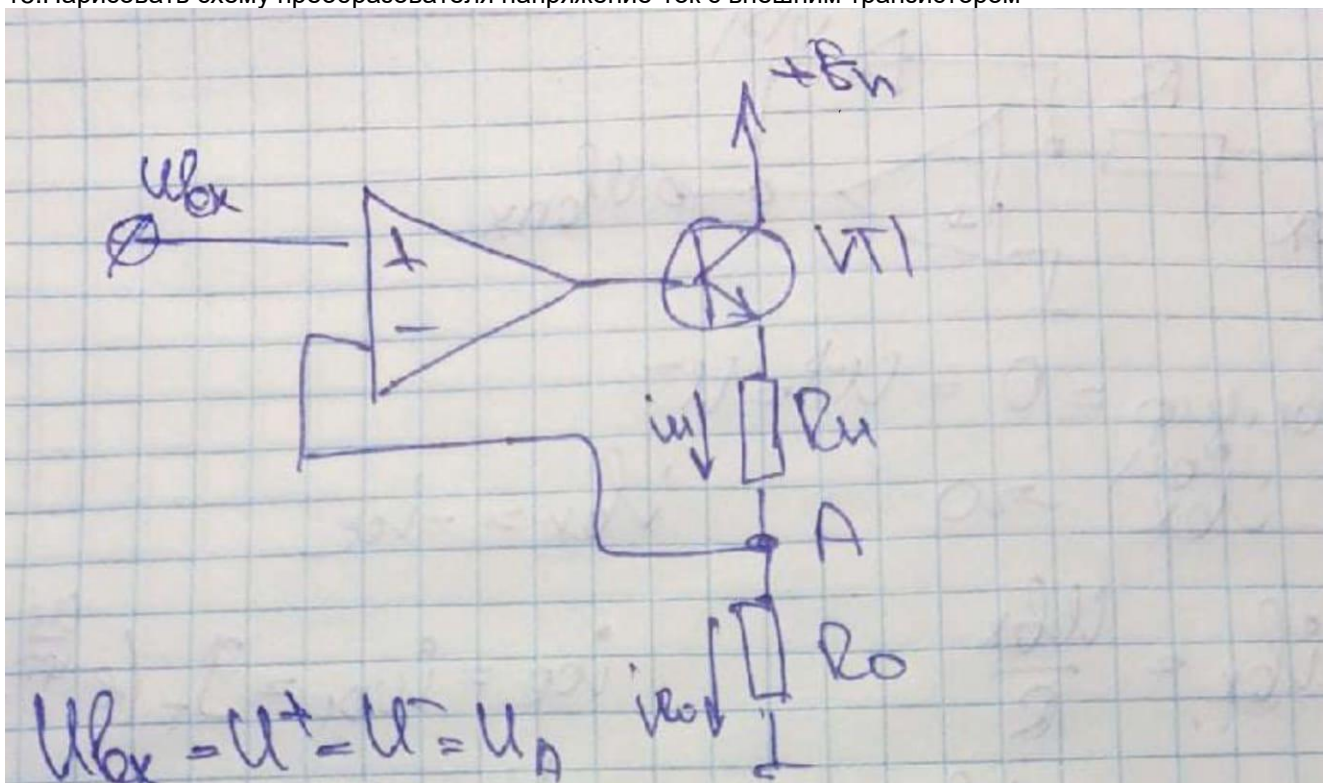
13. Нарисовать схему инвертирующего усилителя на ОУ с дополнительным ограничением полосы частот «сверху»



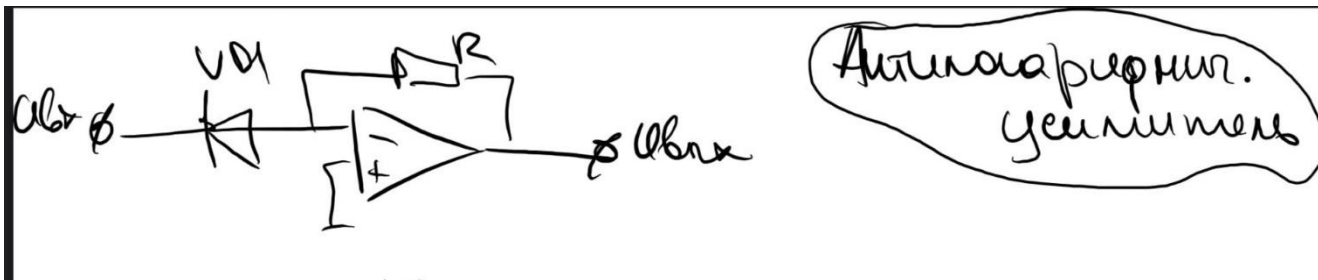
14. Нарисовать схему неинвертирующего усилителя на ОУ с дополнительным ограничением полосы частот «сверху»



15. Нарисовать схему преобразователя напряжение-ток с внешним транзистором



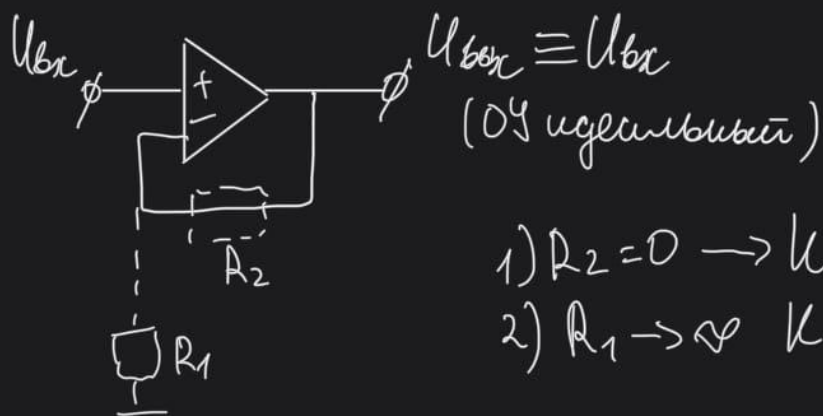
16. нарисовать схему антилогарифмического усилителя на ОУ



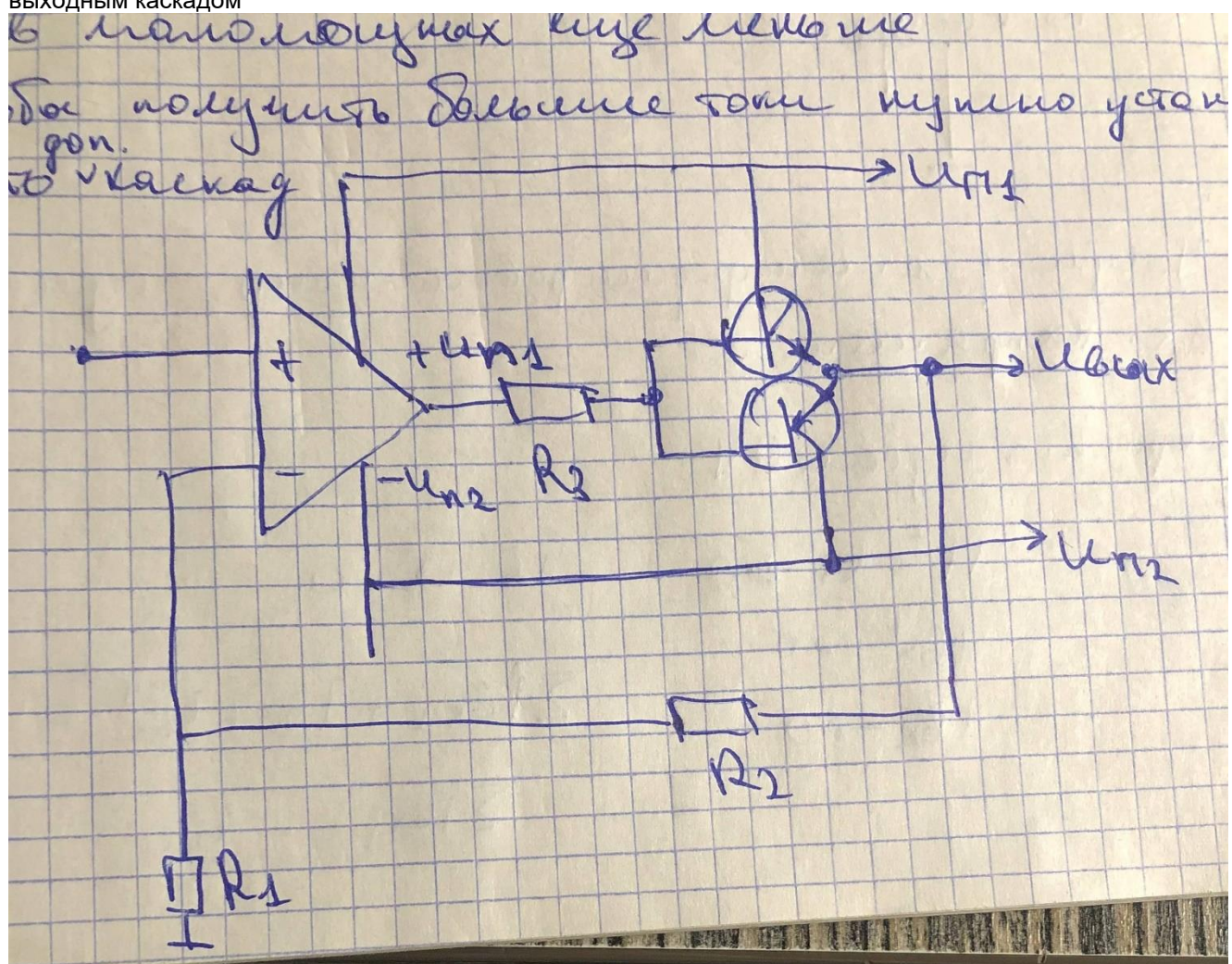
17. Нарисовать схему повторителя на ОУ



## Повторитель на ОУ



18. Нарисовать схему усилителя на ОУ с увеличением выходного тока дополнительным выходным каскадом



Вопрос 3.

12. Какие параметры ОУ характеризуют его быстродействие?



Скорость нарастания выходного напряжения -  $V_u$ ,  
напряжение смещения нуля -  $U_{см}$ ,  
входные токи -  $I_{вх}$ ,  
температурный коэф. напряжения смещения -  $TKU_{см}$ ,  
температурный коэф. входных токов —  $TKI_{вх}$ .

### 13. Какие параметры ОУ характеризуют точность его работы?

напряжение смещения нуля -  $U_{см}$ ,  
входные токи -  $I_{вх}$ ,  
температурный коэф. напряжения смещения -  $TKU_{см}$ ,  
температурный коэф. входных токов —  $TKI_{вх}$ .

### 14. Какие параметры ОУ характеризуют его температурную стабильность?

температурный коэф. напряжения смещения -  $TKU_{см}$ ,  
температурный коэф. входных токов —  $TKI_{вх}$ .

### 15. Основные свойства прецизионных ОУ

*ОУ имеют очень малые напряжения смещения, применяются в точных измерительных схемах. Обычно ОУ на биполярных транзисторах по этому показателю несколько лучше, чем на полевых. Также от прецизионных ОУ требуется долговременная стабильность параметров. Исключительно малыми смещениями обладают стабилизированные прерыванием ОУ.*

### 16. Основные свойства быстродействующих ОУ

*ОУ имеют высокую скорость нарастания и частоту единичного усиления. Такие ОУ не могут быть микромощными, и как правило выполнены на биполярных транзисторах.*

### 17. Основные свойства ОУ общего применения

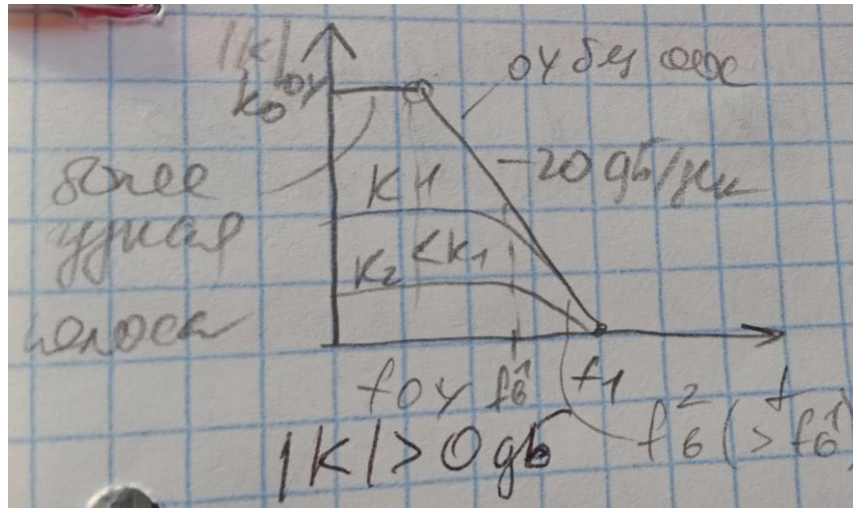
### 18. Свойства идеального ОУ

*У идеального ОУ  $K \rightarrow \infty$ ,  $Z_{вх} \rightarrow \infty$ ,  $I_{вх} \rightarrow 0$ ,  $Z_{вых} \rightarrow 0$ . Для идеальных ОУ справедлив принцип виртуального нуля: при конечных значениях  $U_{вх}$  разность напряжений между входами стремится к 0. У ид. ОУ есть способность выставить на выходе любое значение напряжения; бесконечно большая скорость нарастания напряжения на выходе ОУ; полоса пропускания от постоянного тока до бесконечности.*

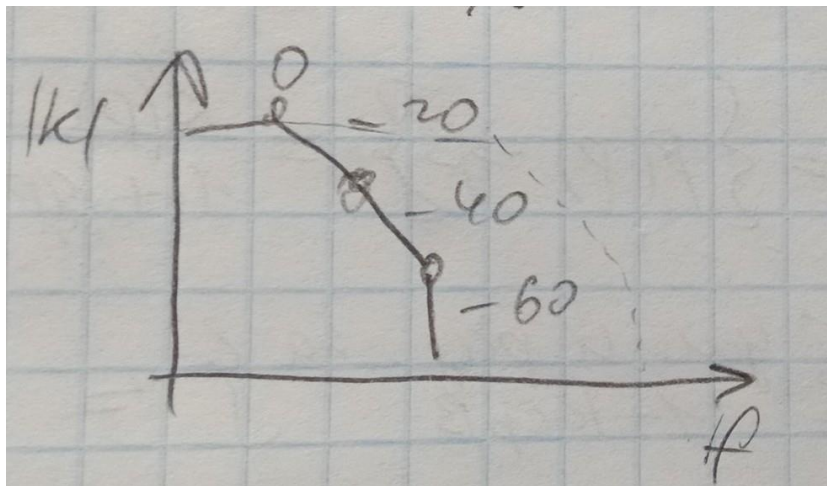
*Так как собственный коэффициент усиления идеального ОУ бесконечно большой, то разность входных напряжений стремится к нулю. Отсюда следует важнейшее свойство идеального ОУ, упрощающее рассмотрение схем с его использованием:*

*Идеальный ОУ, охваченный отрицательной обратной связью, поддерживает одинаковое напряжение на своих входах.*

### 19. Нарисовать ЛАЧХ ОУ с внутренней частотной коррекцией

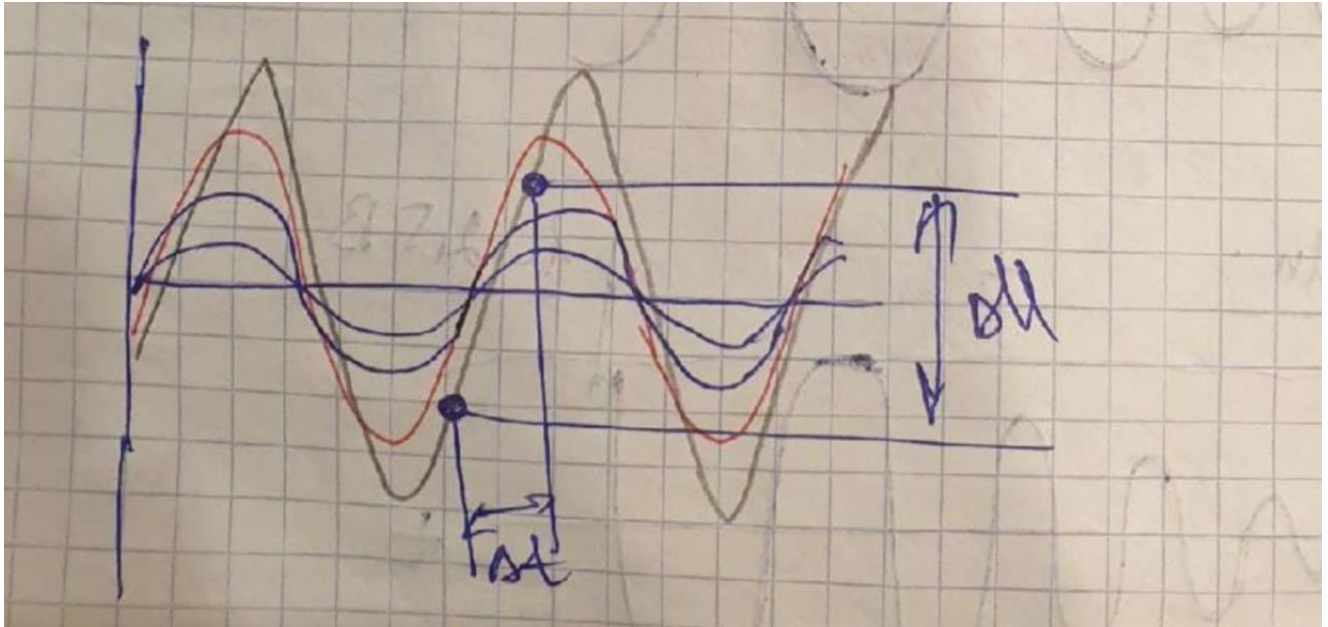


20. Нарисовать ЛАЧХ ОУ без внутренней частотной коррекции



21. Влияние ограниченной скорости нарастания выходного напряжения ОУ (дать поясняющий рисунок)

Искажения на высоких частотах могут быть обусловлены скоростью изменения выходного напряжения ОУ. Например подобные искажения при усилении синусоидального сигнала проявляются как постепенное преобразование выходного синусоидального напряжения как пилообразное



$$V_{\text{нар}} = \Delta U / \Delta T$$

**22. В каких пределах могут находиться параметры ОУ:**

**коэффициент усиления**

**частота единичного усиления**

**напряжение смещения нуля**

**входные токи**

**максимальная скорость нарастания выходного напряжения**

**выходное сопротивление.**

коэффициент усиления: собственный коэф. усиления усилителя на пост. токе  $10^4$ - $10^7$  ;

коэф. усиления синфазного сигнала  $>70$  Дб

частота единичного усиления:  $10^6$  Гц

напряжение смещения нуля:  $10^{-6}$  -  $10^{-2}$  В

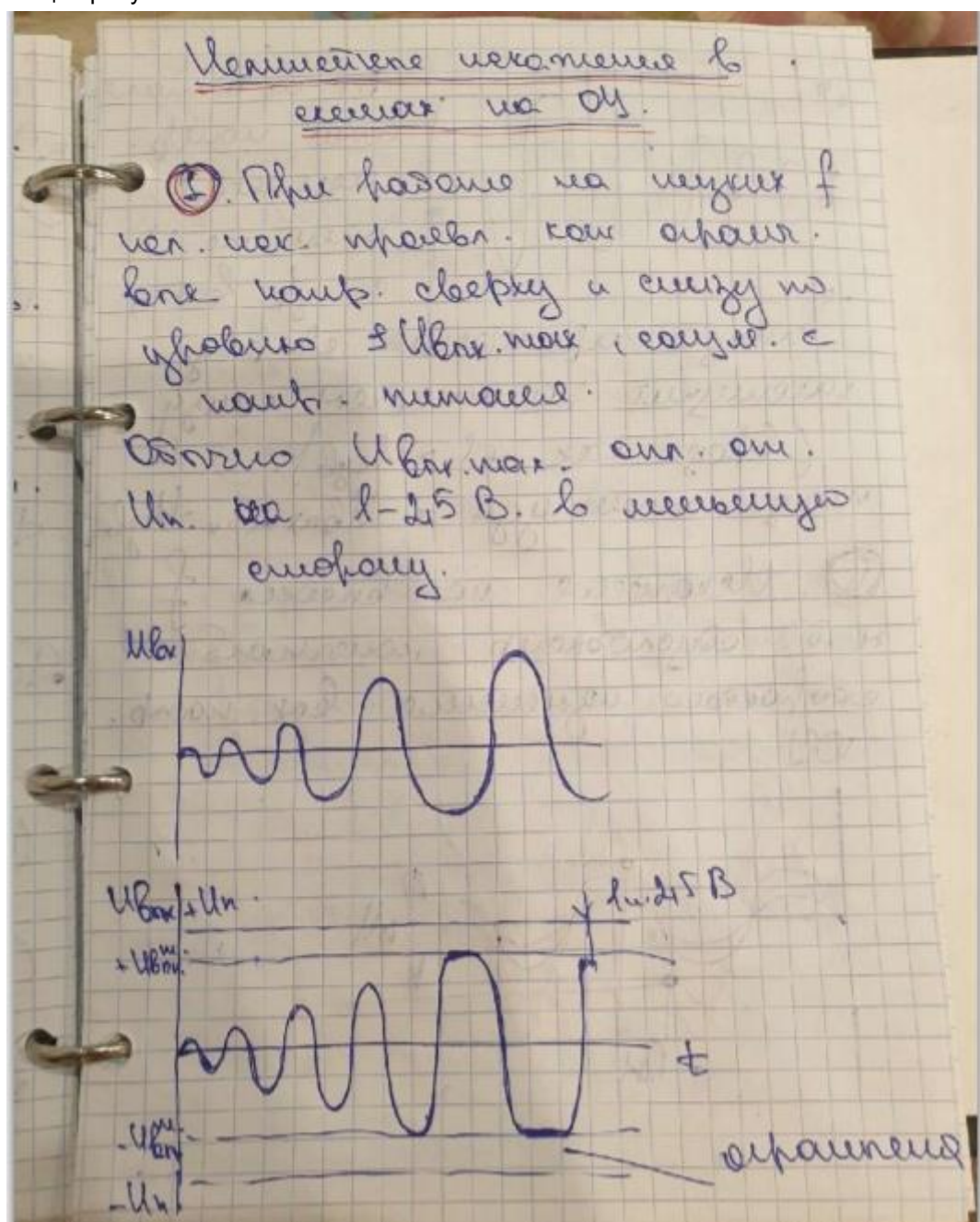
входные токи:  $< \text{нА} - \text{мА}$

максимальная скорость нарастания выходного напряжения: единицы/десятки В/мкс

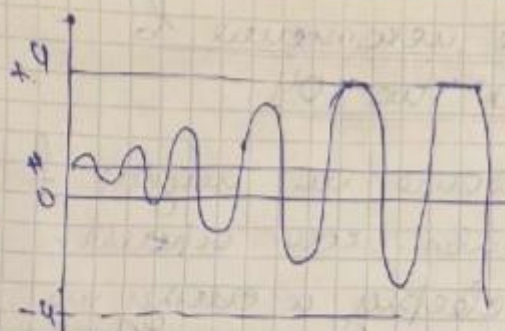
выходное сопротивление: сотые/тысячные доли Ом — единицы/десятки Ом (идеал-0).

11. Какова причина динамических нелинейных искажений? Пояснить влияние ограниченной скорости нарастания выходного напряжения ОУ (дать поясняющий рисунок)

13. Описать, как возникают нелинейные искажения в усилителе на ОУ на низких частотах, дать поясняющий рисунок







т.е. м.д. макс  
имеет макс.  
значение  
ампл. не 0,  
а ур. бер.

когда аналитическая часть  
наименьше, чем единица.  
(везде как  $+1 > 1$  урб).  
когда амплитуда  $= U_{\text{max}} - U_{\text{урб}}$ .