

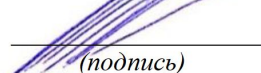
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Корневский Николай Алексеевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 02.02.2023 10:11:30  
Уникальный программный ключ:  
fa96fcb250c863d5c30a0336097d4cbe99ca25a3

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой

биомедицинской инженерии  
(наименование кафедры полностью)

  
Н.А. Корневский  
(подпись)

«01» 07 2022 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Электроника  
(наименование дисциплины)

12.03.04 Биотехнические системы и технологии  
(код и наименование ОПОП ВО)

Курс 2022

# 1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1. Вопросы для собеседования к разделу

### Тема 1. Введение. Полупроводниковые элементы

Значение электроники для научно-технического прогресса и ее развитие как науки. Полупроводниковые элементы электроники.

Диоды, эквивалентная схема, в/а характеристики, типы диодов, их параметры. Стабилитроны, электрические схемы подключения стабилитронов.

Фотодиоды, приборы с зарядовой связью (ПЗС).

### Тема 2. Выпрямители. Тиристоры В/а характеристики вентильных диодов

Выпрямители с использованием полупроводниковых диодов, основные схемы построения.

Тиристоры, структурная и имитационная модели.

Базовая формула для тока, проходящего через тиристор в закрытом состоянии, графическое представление пусковых в/а характеристик.

Запираемые и симметричные тиристоры, динисторы, семисторы; управление по катоду и по аноду.

Схемотехническое изображение тиристорov с различными характеристиками.

### Тема 3. Транзисторы

Эквивалентная схема, вольтамперные характеристики, аналитические и графические представления.

Эквивалентная схема реального транзистора, эффект запаздывания, инерционные свойства транзисторов.

Схемы включения транзисторов, основные математические соотношения для входных и выходных характеристик.

### Тема 4. Полевые транзисторы и их применение

Принцип работы, конструктивные особенности.

Эквивалентная схема транзистора, использование в качестве усилителя, принцип работы. Схема включения полевого транзистора.

МДП - транзисторы: устройство, конструкция, принципы работы, основное применение в электронных устройствах, обозначение в принципиальных схемах

### Тема 5. Операционные усилители (ОУ)

Назначение ОУ.

Принцип работы ОУ, обозначение в принципиальных схемах.

Инвертирующий и не инвертирующий режимы работы ОУ.

Основное выражение для входных и выходных характеристик схемы включения.

Переключатель тока, основные соотношения для токов и напряжений в цепях.

Генератор тока и его назначение,

Использование в цепях дифференциального усилителя (ДУ), рабочая схема ДУ, принцип работы.

Принципиальная схема выходных характеристик.

#### Тема 6. Особенности применения ОУ

Практическое применение ДУ.

Типовая схема ОУ.

Особенности схемотехнического построения ОУ.

Роль положительной и отрицательной обратных связей.

Идеальный ОУ. Основные аналитические выражения для описания базовых параметров и характеристик, регулировка усиления ОУ.

#### Тема 7. Устройства специального применения с использованием ОУ

Дифференцирующие устройства, идеальное и практическое решения.

Интегратор, принцип работы, основные математические выражения.

Принципиальные схемы: с заземленным конденсатором, с большой постоянной времени.

Мостовые усилители с линейной и нелинейной характеристиками.

Усилители переменного напряжения.

Фазовращатели.

Избирательные усилители НЧ и ВЧ; практические схемы, перспективные решения.

**Шкала оценивания: 5 балльная.**

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы,

но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки

## **1.2 Вопросы для собеседования по практическим занятиям**

Практическое занятие №1 «Использование методов расчета электрических цепей в электронных узлах и устройствах»

1. Использование закона Ома для участка цепи и для всей цепи, включающей источник тока.

2. Как используется 1-й закон Кирхгофа для цепей с одним источником тока и параллельных пассивных R-цепей?

3. Как учитываются встречные токи в цепях с несколькими источниками ЭДС?

Практическое занятие №2 «Методы узловых напряжений и эквивалентного генератора, элементы типовых задач»

1. Применение 2-го закона Кирхгофа при вычислении токов в узлах цепи.

2. Как формируется модель эквивалентного генератора для параллельных цепей с  $E_{i-1} \dots n$

3. В чем сущность метода узловых напряжений, используемых при расчете электрических цепей?

Практическое занятие №3 «Метод контурных токов и типовые задачи»

1. В чем отличие метода контурных токов от метода узловых напряжений?

2. Какой закон Кирхгофа лежит в основе метода контурных токов?

**Шкала оценивания:** 5 балльная.

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки

### **1.3 Вопросы для собеседований для защиты лабораторных работ**

#### Лабораторная работа №1

- Чем объяснить малое изменение величины  $U_d$  для всех вариантов?
- чем объясняется форма и величина напряжения: на диоде и на нагрузке?
- как изменится величина  $U_d$ , если поменять в схеме полярность диода Д?
- чем объясняется разница показаний величины  $E$  на измерительной сетке осциллографа и на дисплее мультиметра?
- почему изменяется форма и величина напряжения на нагрузке при изменении величины напряжения на входе?
- как изменяется результат тех же измерений, если в источнике  $E_2$  изменить полярность?
- как изменятся результаты измерений, если изменить в схеме полярность диодов?
- чем определяется полярность напряжения на нагрузке и его форма?
- как изменится напряжение на нагрузке при изменении полярности диодов?

- как изменится величина и форма напряжения на нагрузке, если параллельно сопротивлению нагрузки, учитывая полярность, подсоединить конденсатор (электролитический) с емкостью  $5 \div 15 \mu\text{Ф}$ ?

Почему изменяется форма и величина напряжения на нагрузке  $R_N$  при изменении величины  $U_y$ .

Как изменяется результат тех же измерений, если в источнике  $E_2$  изменить полярность?

Как изменятся результаты измерений в п. 3.5 и 3.6, если изменить в схеме полярность диодов?

### Лабораторная работа №2

Объяснить разницу в показаниях при наличии  $R_5$  при его отсутствии в статическом режиме измерения.

Объяснить разницу в измерениях коэффициента усиления при наличии при его отсутствии в статическом режиме измерения. Объяснить положительный эффект подключения  $R_5$ .

Объяснить разницу в показаниях при наличии  $R_5$  и при его отсутствии в импульсном режиме.

Объяснить разницу в измерениях коэффициента усиления при наличии  $R_5$  при его отсутствии в импульсном режиме. Объяснить положительный эффект подключения  $R_5$ .

### Лабораторная работа №3

Что такое операционный усилитель и для чего он предназначен?

Для каких целей используется ОУ?

Какие режимы включения ОУ вы знаете?

Как рассчитывается  $K_u$  для инвертирующего включения ОУ?

Как рассчитывается коэффициент усиления для неинвертирующего включения ОУС?

**Шкала оценивания:** 5 балльная.

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе;

допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.1 Банк вопросов и заданий в тестовой форме**

1. Что такое полупроводник. Основные элементы.

- это материал со свойствами электронной (основные носители) и "дырочной" (неосновные носители) проводимости.
- это металл, проводящий в одном направлении;
- это диод.

2. Эквивалентная схема полупроводникового диода для постоянного тока, для импульсного и переменного тока.

- картинка а) - для постоянного тока, картинка б) - для переменного тока;
- картинка б) - для постоянного тока, картинка в) - для переменного тока;
- картинка а) - для постоянного тока, картинка в) - для переменного тока;

3. Основные типы диодов (полупроводниковых) по току, напряжению и частоте.

- по току: слаботочные, низковольтные со средним током, мощные; по напряжению: низковольтные и высоковольтные; по частоте переменного тока в цепи диода: низкочастотные, высокочастотные.
- по току: сильные и слабые; по напряжению: высокие и низкие; по частоте: частотные и нечастотные.
- по току: токовые и нетоковые; по напряжению: пробивные и непробивные; по частоте: с высокой частотой и с низкой частотой.

4. Вольтамперная характеристика полупроводникового диода и стабилитрона (типовые)

- а) для стабилитрона; б) для обычного диода.
- а) для стабилитрона; в) для обычного диода

5. Светодиоды и фотодиоды. Приборы с зарядовой связью. Принцип действия  
- светодиод - это полупроводниковый прибор, излучающий световую энергию при его подключении к источнику электрической энергии, интенсивность свечения зависит от подводимого тока; фотодиод - светочувствительный полупроводниковый диод обычно с одним р-п переходом, работающим при смещении в обратном направлении.

- светодиод - это полупроводниковый диод, изменяющий свою проводимость под действием видимого света; фотодиод - это диод, излучающий энергию, её также излучает и прибор с зарядовой связью - ПЗС.

- прибор с зарядовой связью, это полупроводниковый прибор, накапливающий электрический заряд, фотодиод - используется в фотоаппаратах, светодиод - полупроводниковый прибор, изменяющий свою проводимость под действием своего излучения с различным спектром.

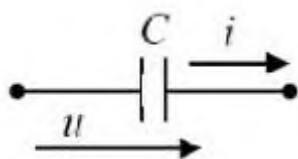
6. Основные параметры вентильных диодов.

- это полупроводниковые диоды с р-п переходом, отпирающиеся или запирающиеся при прохождении сигнала со входа на выход.
- применяются в схемах вентиляции блоков и приборов
- это только диоды Шоттки, использующие протекание основных носителей заряда
- используются только в схемах выпрямления переменного напряжения

7. Вольтамперная характеристика вентильного диода

- а
- б
- в

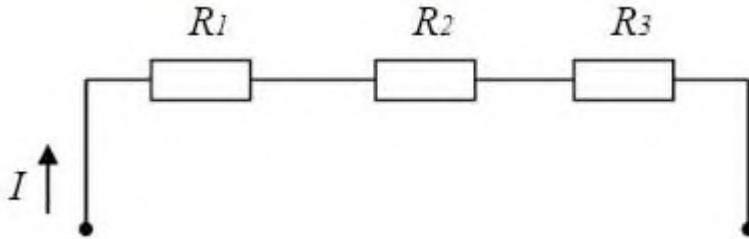
8. Начальная фаза напряжения  $u(t)$  в ёмкостном элементе  $C$  при токе  $i(t)=0,1\sin(314t)$  А равна...



- а)  $\pi$
- б)  $\pi / 2$  рад

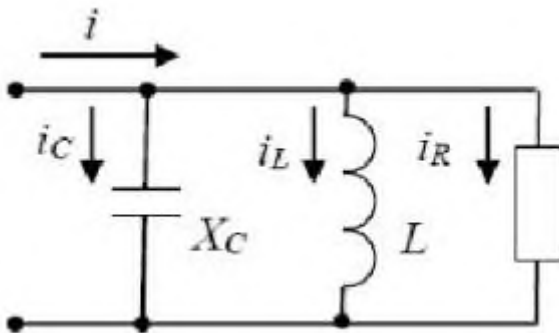


9. В цепи известны сопротивления  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ , напряжение  $U = 100 \text{ В}$  и мощность  $P = 200 \text{ Вт}$  всей цепи. Мощность  $P_2$  второго резистора будет равна...



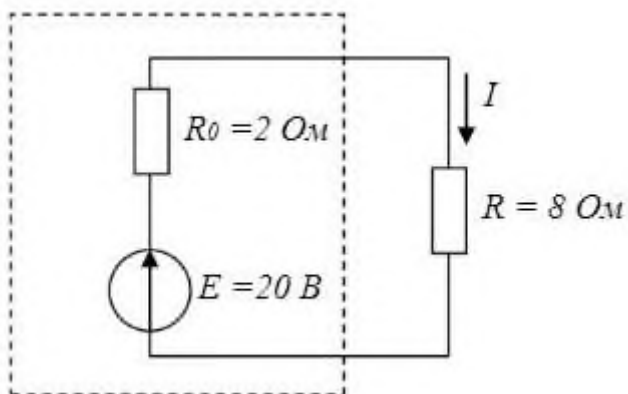
- а) 30 Вт
- б) 25 Вт
- в) 80 Вт
- г) 125 Вт

10. Для приведённой цепи справедливо уравнение...



в)  $I = I_R + I_L + I_C$

11. Мощность, выделяющаяся во внутреннем сопротивлении источника ЭДС  $R_0$ , составит...



- а) 8 Вт
- б) 30 Вт
- в) 32 Вт
- г) 16 Вт

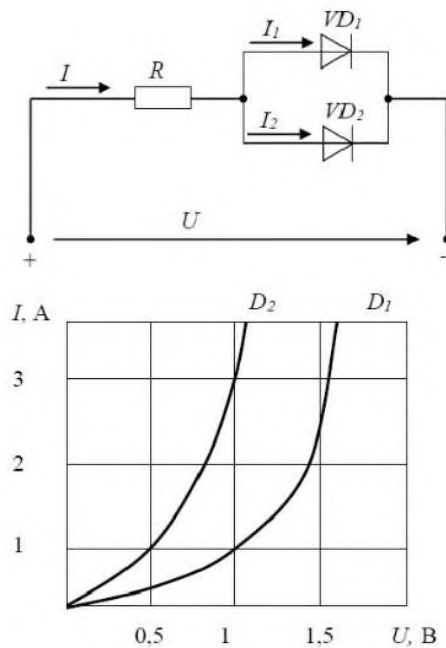
12. В цепи синусоидального тока амперметр электромагнитной системы показал 0,5 А, тогда амплитуда этого тока  $I_m$  равна...

- а) 0,5 А
- б) 0,7 А
- в) 0,9 А
- г) 0,33 А

13. Для определения всех токов путем непосредственного применения законов Кирхгофа необходимо записать столько уравнений, сколько \_\_\_\_\_ в схеме.

- а) контуров
- б) узлов
- в) сопротивлений
- г) ветвей

14. Диоды  $D_1$  и  $D_2$  имеют ВАХ, изображенные на рисунке.  $U=2\text{В}$ ,  $I_1=1\text{А}$ . Сопротивление резистора будет равно...

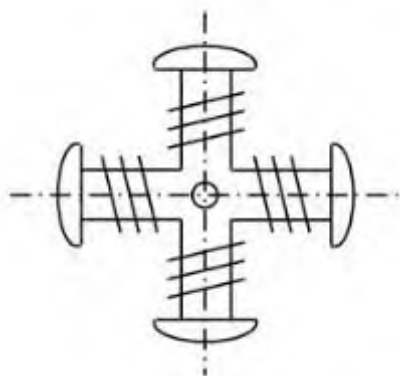


- а) 1 Ом
- б) 1,5 Ом
- в) 2 Ом
- г) 0,25 Ом

15. Трансформаторы предназначены для преобразования в цепях переменного тока...

- а) электрической энергии в световую
- б) электрической энергии в механическую
- в) электрической энергии с одними параметрами напряжения и тока в электрическую энергию с другими параметрами этих величин
- г) электрической энергии в тепловую

16. На рисунке изображен ротор...



- а) асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
- б) двигателя постоянного тока
- в) синхронной неявнополюсной машины
- г) синхронной явнополюсной машины

17. Схема обозначения для управляемых тиристоров по аноду и по катоду

- б) и в) соответственно
- в) и б) соответственно
- а) и д) соответственно

18. Название электродов типового полевого транзистора, роль каждого электрода

- затвор - электрод для управления транзистором по напряжению; исток - протекание тока от истока в проводящем канале; сток - протекание тока от истока к стоку в проводящем "n" или "p" канале
- затвор - для управления транзистором по току, а сток и исток - управление по напряжению.

19. Принцип управления проводящим каналом полевого транзистора

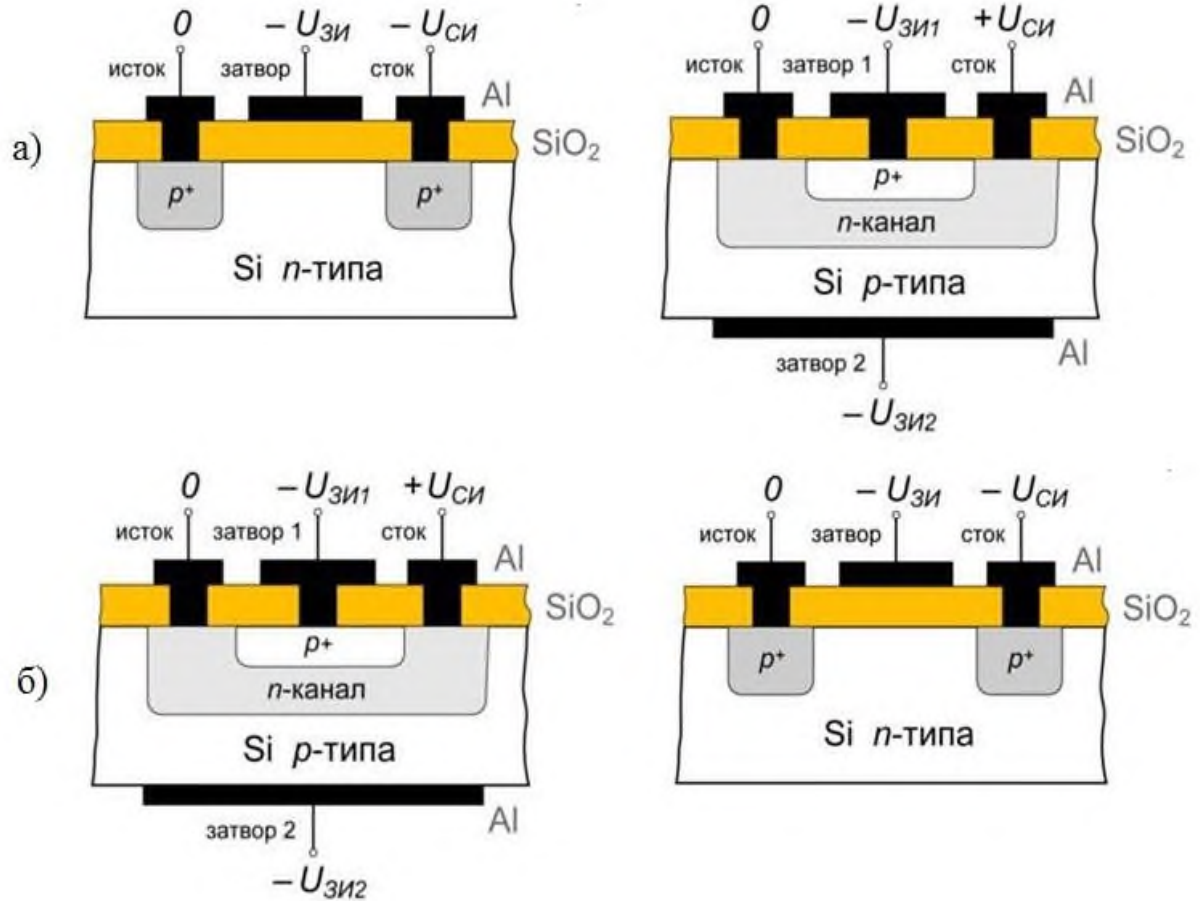
- действие полевого транзистора основано на зависимости проводимости p-n от приложенного к нему напряжения. Подача от питающего напряжения на затвор увеличивает ширину проводящего канала и ток через переход "исток-сток" увеличивается
- при подаче на электрод "затвор" напряжения отсечки ток через канал "исток-сток" увеличивается

20. Отличие физических построений МДП транзисторов от обычных полевых транзисторов

- в МДП - транзисторах затвор от проводящего канала изолирован слоем диэлектрика (поэтому "металл-диэлектрик-полупроводник")
- в МДП - транзисторе затвор изготовлен технологическим путем из оксида кремния
- в МДП транзисторе есть только n-канал

21. Особенности полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами (варианты ответов и структур)

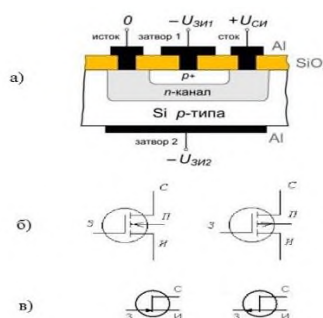
- а) соответственно
- б) транзистор с индуцированным каналом имеет два затвора, а со встроенным - один



22. Какой полярности подается напряжение "сток-исток" в транзисторах соответственно с n-каналом и с p-каналом

- с n-каналом напряжения "сток-исток" напряжения  $U_{си}$  - положительной полярности, с p-каналом - отрицательной
- если n-канал полярность  $U_{си}$  - отрицательная, а если p-канал -  $U_{си}$  - положительная

23. Обозначение в схемах полевых транзисторов с управляющим p-n переходом: с n - каналом, с p - каналом



24. МДП - транзисторы, расшифровка названия

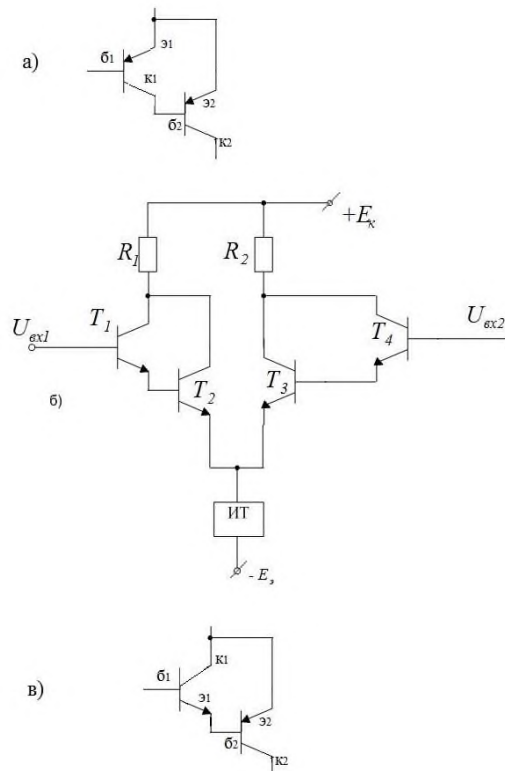
- металл - диэлектрик - полупроводник
- модульный диэлектрический прибор
- металл - диэлектрик - подложка

25. Синфазные и несинфазные входные сигналы ОУ. Инвертирующий и неинвертирующие выходы дифференциального усилителя как переключателя токов

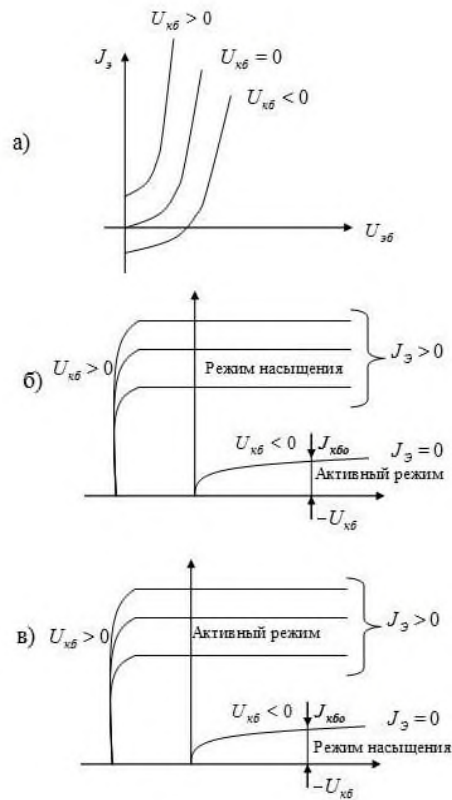
- $U_{вх2}$  - инвертирующее, а  $U_{вх1}$  - неинвертирующее по отношению к  $U_{вых2}$
- $U_{вх1}$  - неинвертирующее по отношению к  $U_{вых1}$ , а  $U_{вх2}$  - инвертирующее по отношению к  $U_{вых1}$
- $U_{вх1}$  - инвертирующее по отношению к  $U_{вых2}$ ,  $U_{вх2}$  - неинвертирующее по отношению к  $U_{вых2}$

26. Схема Дарлингтона (электрическая принципиальная).

- б) две схемы Дарлингтона составляют дифференциальный каскад



27. Вольтамперная характеристика полупроводникового транзистора. Режим насыщения, активный режим.



28. Основные выражения для выходного напряжения ОУ

$$а) U_{вых} = \frac{R_2 U_{эX1}}{R_1} - \left( \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) U_{эX2}$$

$$б) U_{вых} = \frac{R_2 U_{эX1}}{R_1} + \left( \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) U_{эX2}$$

$$в) U_{вых} = \frac{R_2 U_{эX1}}{R_1} + \frac{R_2}{R_1} U_{эX2}$$

29. Основное математическое выражение для тока во внешней (выходной) цепи тиристора

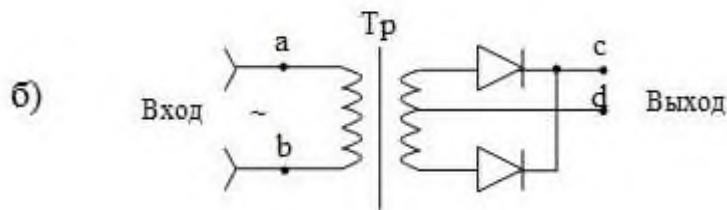
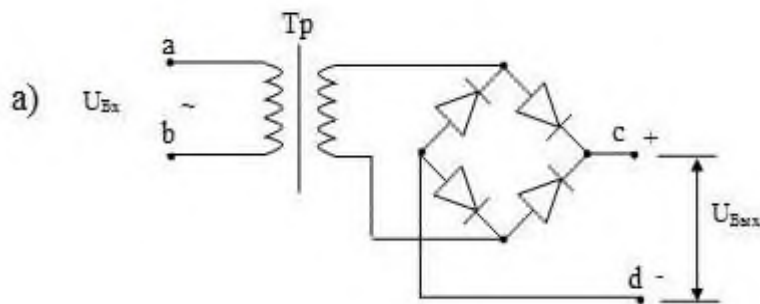
$$\text{a) } J = \frac{J_{K_0}}{1 + (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$\text{б) } J = \frac{J_{K_0}}{1 - (\beta_1 - \alpha_2)}$$

$$\text{в) } J = \frac{J_{k\sigma}}{1 - (\alpha_1 - \alpha_2)}$$

$$\text{г) } J = \frac{J_{K_0}}{1 - (\beta_1 - \beta_2)}$$

30. Схема электрическая принципиальная мостового выпрямителя синусоидального напряжения



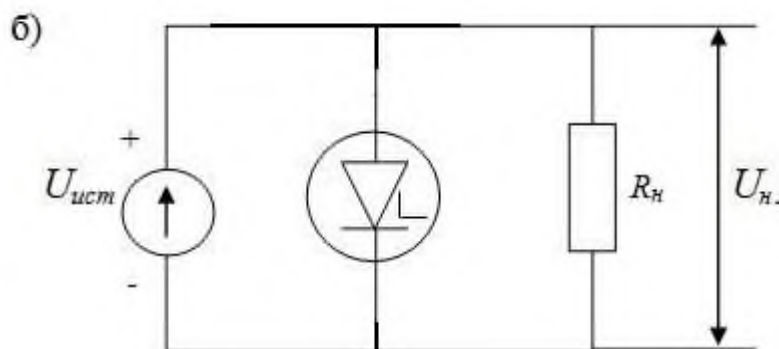
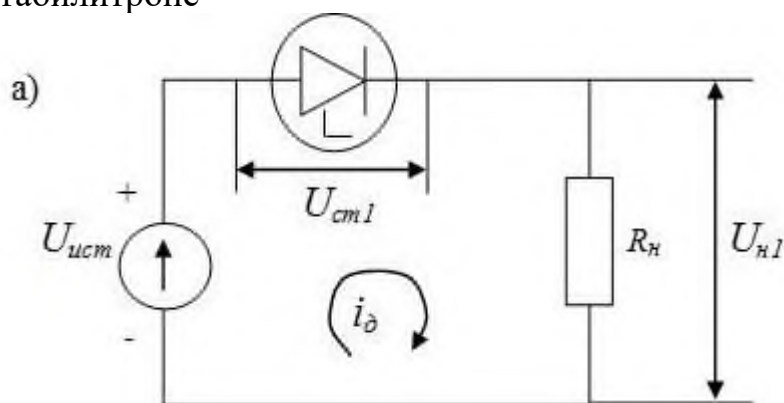
31. Основные математические соотношения для токов и напряжений в схемах стабилизаторов на полупроводниковых приборах

$$a) J_{np} = J_{cm1} - J_{н1}; U_{R_{H1}} = (J_{np} + J_{обp})R_{H1}$$

$$\begin{aligned} б) J_{np} &= J_{cm1} + J_{н1} \\ J_{обp} &= J_{cm2} + J_{н2} \\ U_{R_{н1}} &= J_{np}R_{н1} \\ U_{R_{н2}} &= J_{обp}R_{н2} \end{aligned}$$

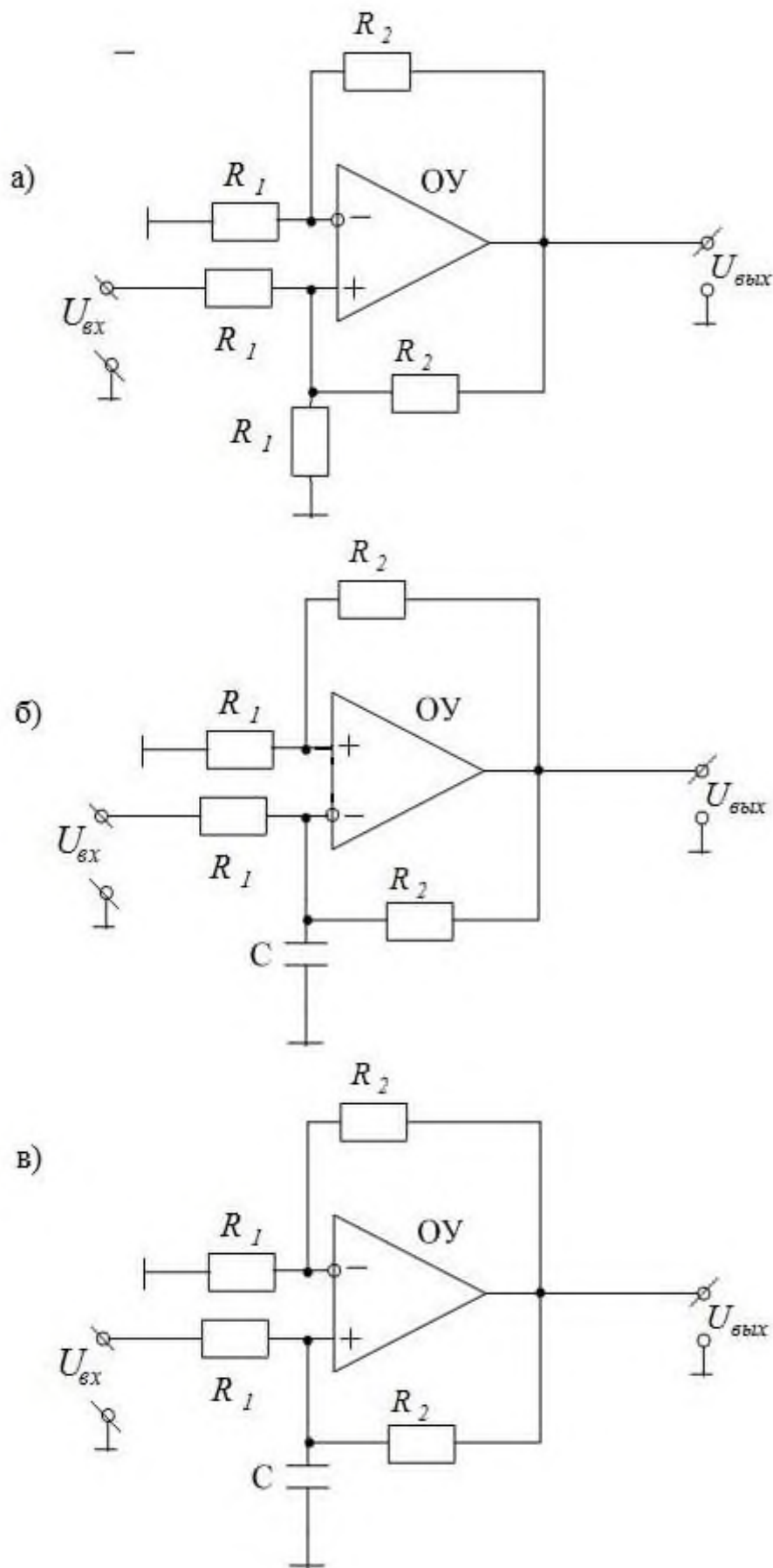
$$в) J_{обp} = J_{H1} - J_{cm2}; U_{R_{H1}} = J_{np}R_{H1}$$

32. Принципиальная схема стабилизатора постоянного напряжения на стабилитроне



33. Принципиальная схема идеального интегратора на ОУ

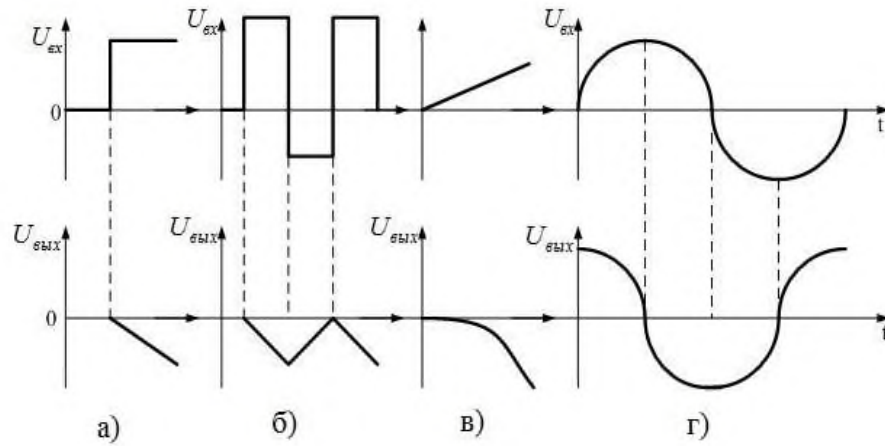




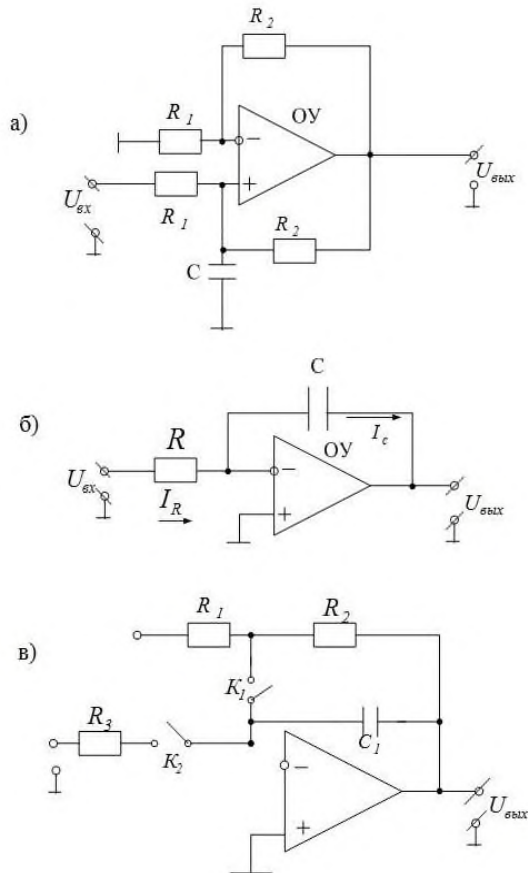
34. Три этапа работы интегратора на операционном усилителе

- сброс, интегрирование, хранение
- подготовка, сброс, интегрирование
- сброс, интегрирование, отключение
- интегрирование, выход, подготовка

### 35. Эпюры интегрирования импульсного напряжения



### 36. Схема принципиальная электрическая интегратора на ОУ с заземленным конденсатором.



### 37. Этапы работы интегратора на ОУ

- сброс, интегрирование, хранение

- сброс, усиление, передача
- интегрирование, хранение
- подготовка, усиление, интегрирование

38. Математическая модель выходного напряжения интегратора на ОУ

$$\text{а) } U_{\text{вых}} = \frac{1}{C} \int_0^t i_{\text{вх}} dt,$$

$$\text{б) } U_{\text{вых}} = \frac{R}{C} \int_0^t i_{\text{вх}} dt,$$

$$\text{в) } U_{\text{вых}} = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_{\text{вх}} dt$$

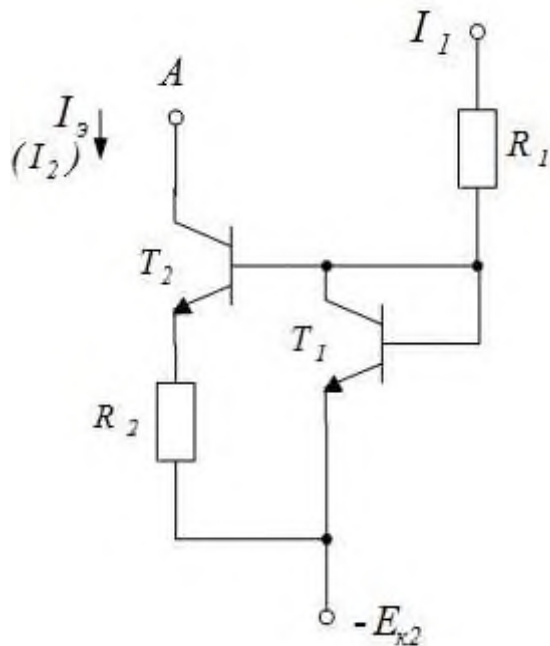
39. Аналитическое выражение для выходного напряжения дифференциатора на ОУ

$$\text{а) } U_{\text{вых}} = i_R R$$

$$\text{б) } U_{\text{вых}} = -RC \frac{dU_{\text{вх}}}{dt} = -\tau_a \frac{dU_{\text{вх}}}{dt}$$

$$\text{в) } U_{\text{вых}} = Re^{-RC}$$

40. Как устраняется зависимость дифференциального каскада в ОУ от тока покоя



- питание дифференциального каскада по току стабилизируется с помощью генератора на транзисторе T2, ток которого устанавливается с помощью транзистора T1 в диодном включении и резисторами R1 и R2
- ток покоя компенсируется симметричным включением транзисторов T1 и T2

41. Схема Дарлингтона, поясняющая принцип работы тиристора (управляемого)

- а) схема содержит транзисторы p-n-p и n-p-n типов, эмиттер-базовые переходы шунтируются резисторами R1 и R2, имитируя эмиттерные переходы П1 и П2 тиристора
- б) резисторы R1 и R2 определяют сопротивления переходов П1 и П2 управляемого тиристора
- в) транзисторы T1, T2 и T3, T4 имеют переходы П1 и П2 управляемого тиристора

42. Неуправляемый обратный ток

- неуправляемый обратный ток через p-n переход наряду с током, вызванным инжектированием в базу неосновных носителей заряда
- это ток базы транзистора в рабочем состоянии
- это ток через переход "коллектор-база" в режиме усиления транзистора

43. Математическое выражение для эмиттерного тока полупроводникового транзистора

- а)  $J_{\text{э}} = J_{\text{б}}(1 + \alpha)$ ;
- б)  $J_{\text{э}} = J_{\text{к}}\alpha$ ;
- в)  $J_{\text{э}} = J_{\text{б}} + J_{\text{к}}$ ;
- г)  $J_{\text{э}} = (J_{\text{б}} + J_{\text{к}})\alpha$ .

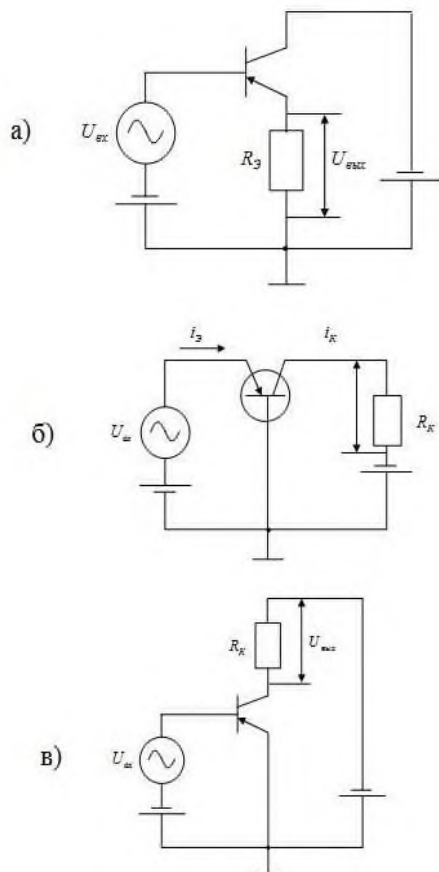
44. Коэффициенты передачи эмиттерного и базового тока транзистора

- в схемах с общим эмиттером и общим коллектором используются коэффициент передачи базового тока, который выражается через коэффициент передачи эмиттерного тока
- коэффициент передачи базового тока применяется только для вычисления усиления в схемах с общей базой
- коэффициент передачи базового тока используется для вычисления коэффициентов усиления всех типов транзисторов

45. Параметры транзисторов, определяющие их частотные свойства

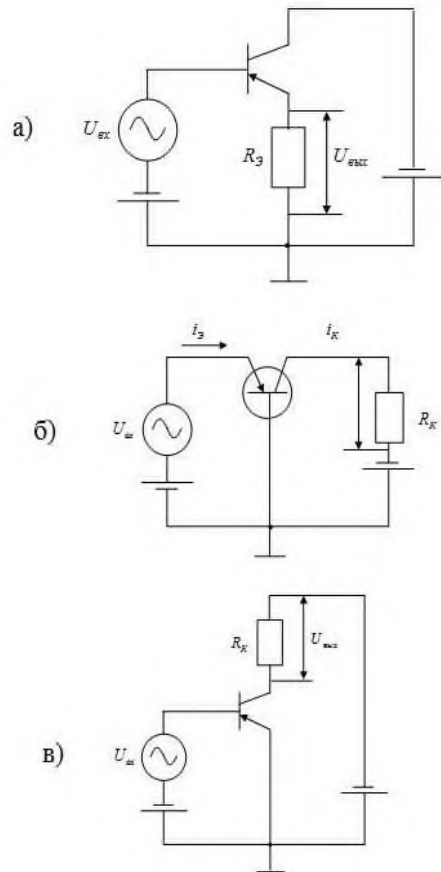
- частотные характеристики транзисторов определяются их инерционными свойствами: временем пролета носителей заряда через область базы, временем перезаряда емкостей переходов.
- частотные характеристики обратно пропорциональны физическим размерам транзисторов
- частотные свойства транзисторов определяются временем пролета "дырок" от эмиттера к коллектору

46. Сема включения транзистора с общим коллектором, что усиливается



- а) это усилитель тока
- б) усиливается напряжение
- в) усиливается мощность

47. Схема включения транзистора с общей базой, что усиливается

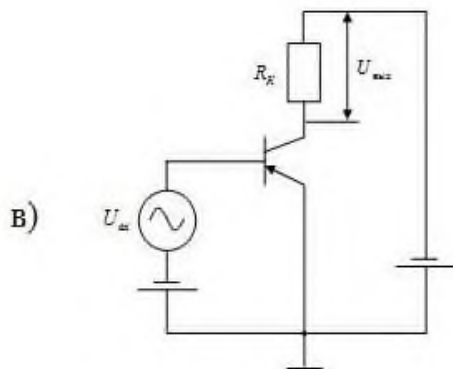
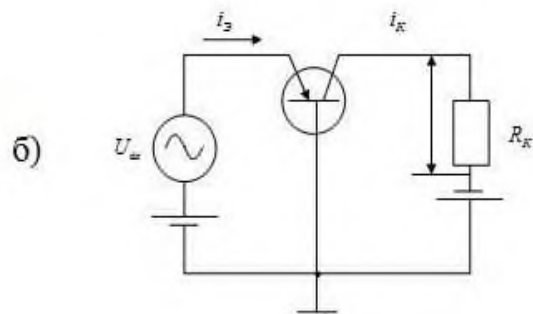
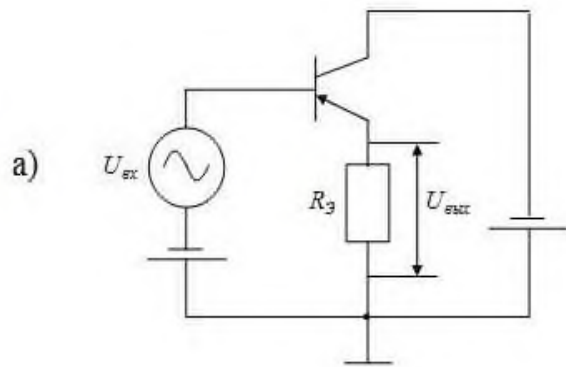


-б) усиливается напряжение, это усилитель напряжения с малым входным и большим выходным сопротивлением

в) это усилитель тока

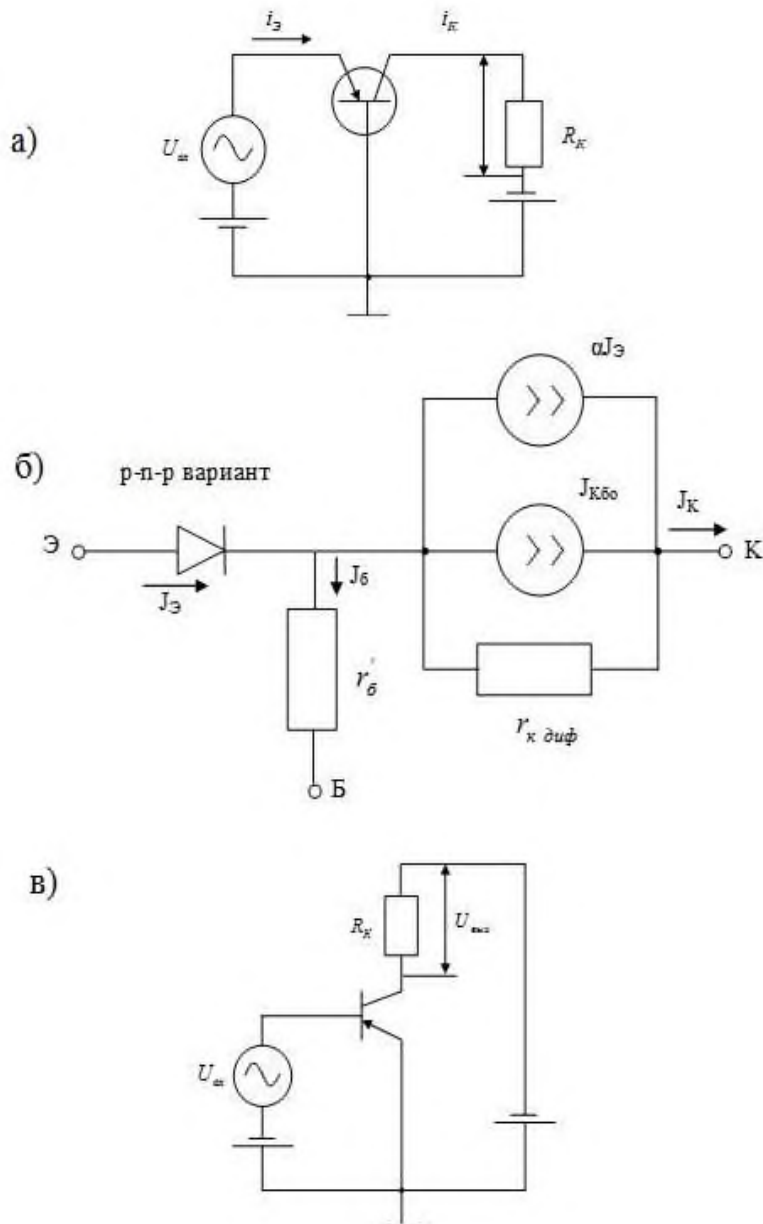
а) это усилитель мощности

48. Схема включения транзистора с общим эмиттером, что усиливается



- а) усиливается мощность, это-усилитель мощности
- б) это усилитель напряжения
- в) усиливается напряжение

49 Эквивалентная схема реального полупроводникового транзистора



50. Выражение для дифференциального сопротивления р-п перехода полупроводникового транзистора

а) 
$$J_к = \alpha J_э + J_{кб0} + \left( \frac{U_{кб}}{r_{н \partial u \phi}} \right); \text{ где } r_{н \partial u \phi} = \left. \frac{\partial U_{кб}}{\partial J_к} \right|_{J_э = \text{const}}$$

б) 
$$J_э = J_1 - \alpha_1 J_2;$$

$$J_к = \alpha_N J_1 - J_2.$$



51. Идеальный операционный усилитель (ОУ), его параметры.

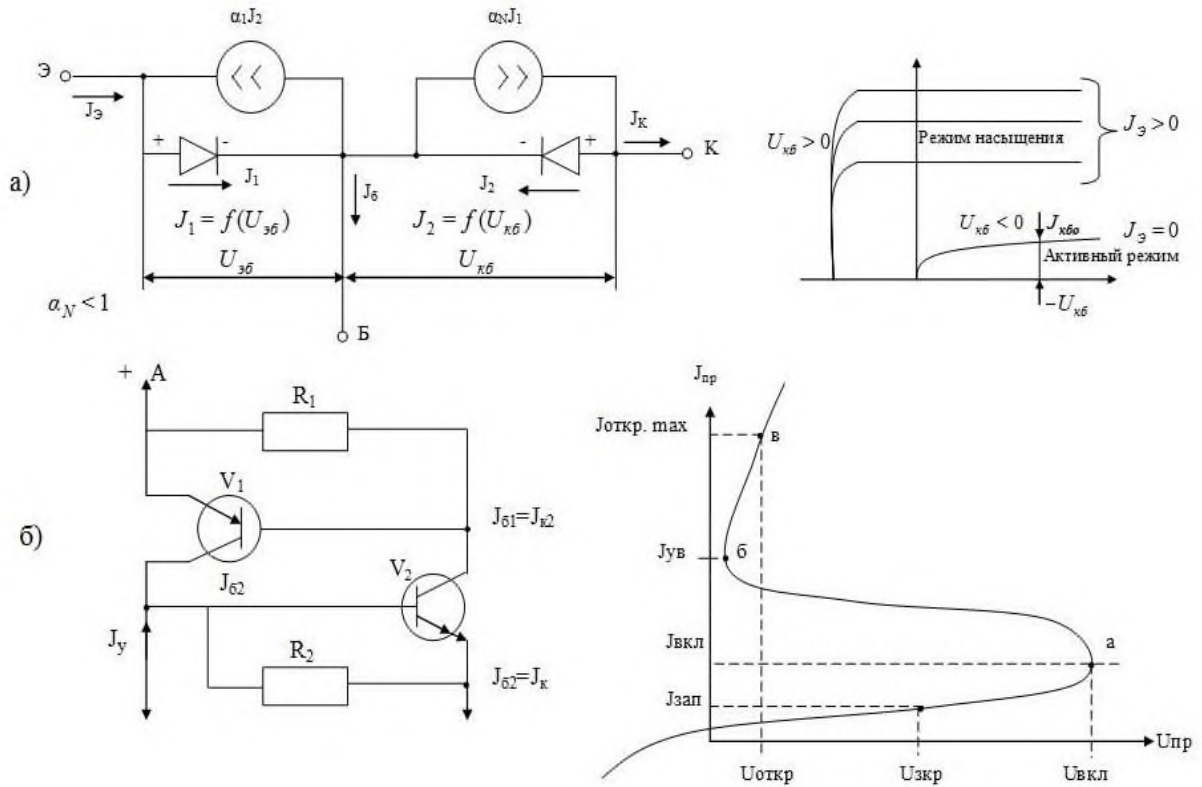
а)  $R_{\text{сх}} = 1, \Delta F = 0, U_{\text{сблх}} = 0.$

б)  $Ky = \infty; R_{\text{сх}} = \infty, \Delta F = \infty, U_{\text{сблх}} = 0 \text{ при } U_{\text{сх}} = 0.$

в)  $R_{\text{сх}} = \infty, \Delta F = 1, U_{\text{сблх}} = 1, U_{\text{сблх}} = 1 \text{ при } U_{\text{сх}} = 1.$

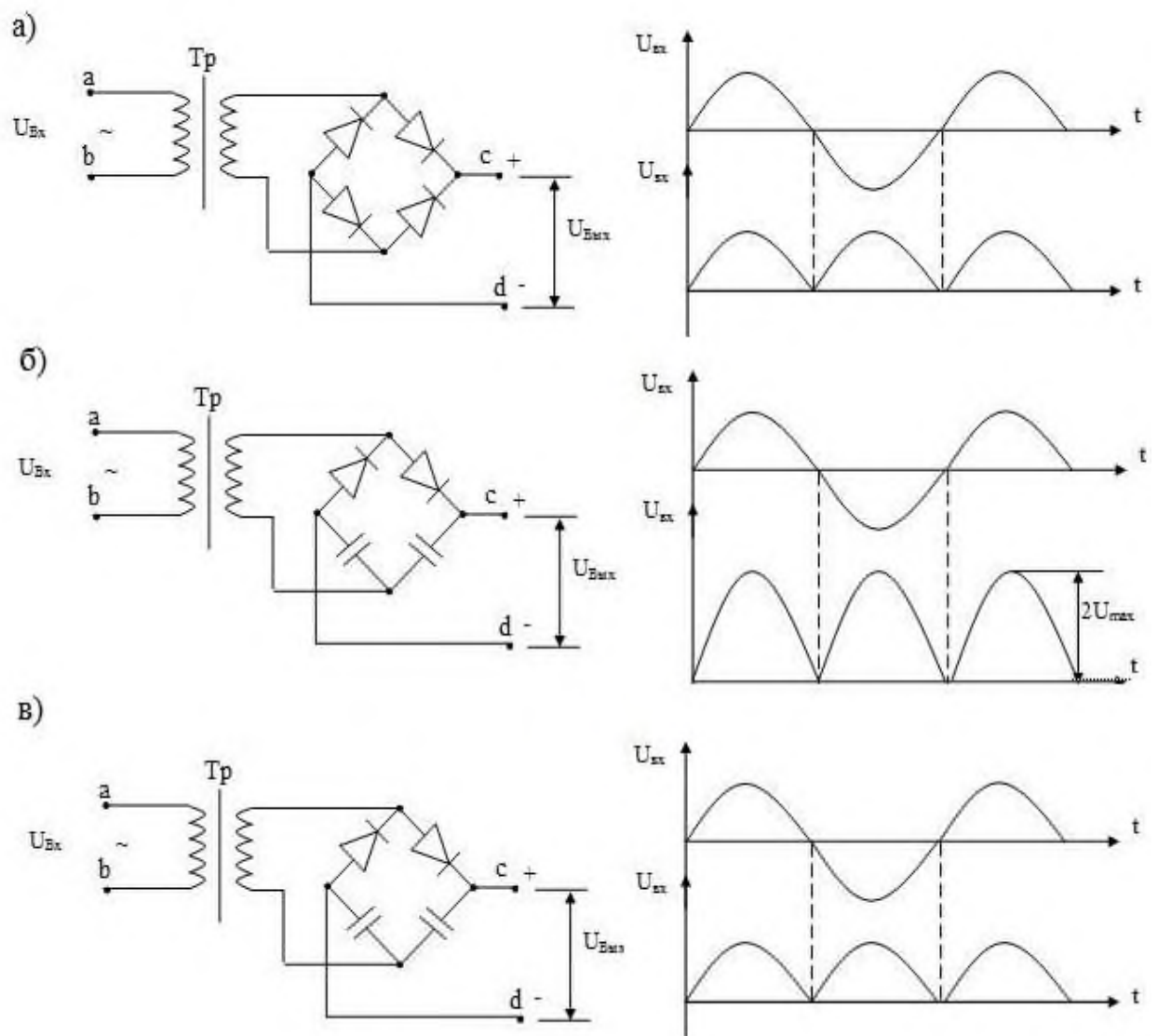
г)  $R_{\text{сх}} = 0, \Delta F = \infty, U_{\text{сблх}} = 0, U_{\text{сблх}} = \infty \text{ при } U_{\text{сх}} = 0.$

52. Принцип работы тиристора, эквивалентная схема, эпюры пускового тока

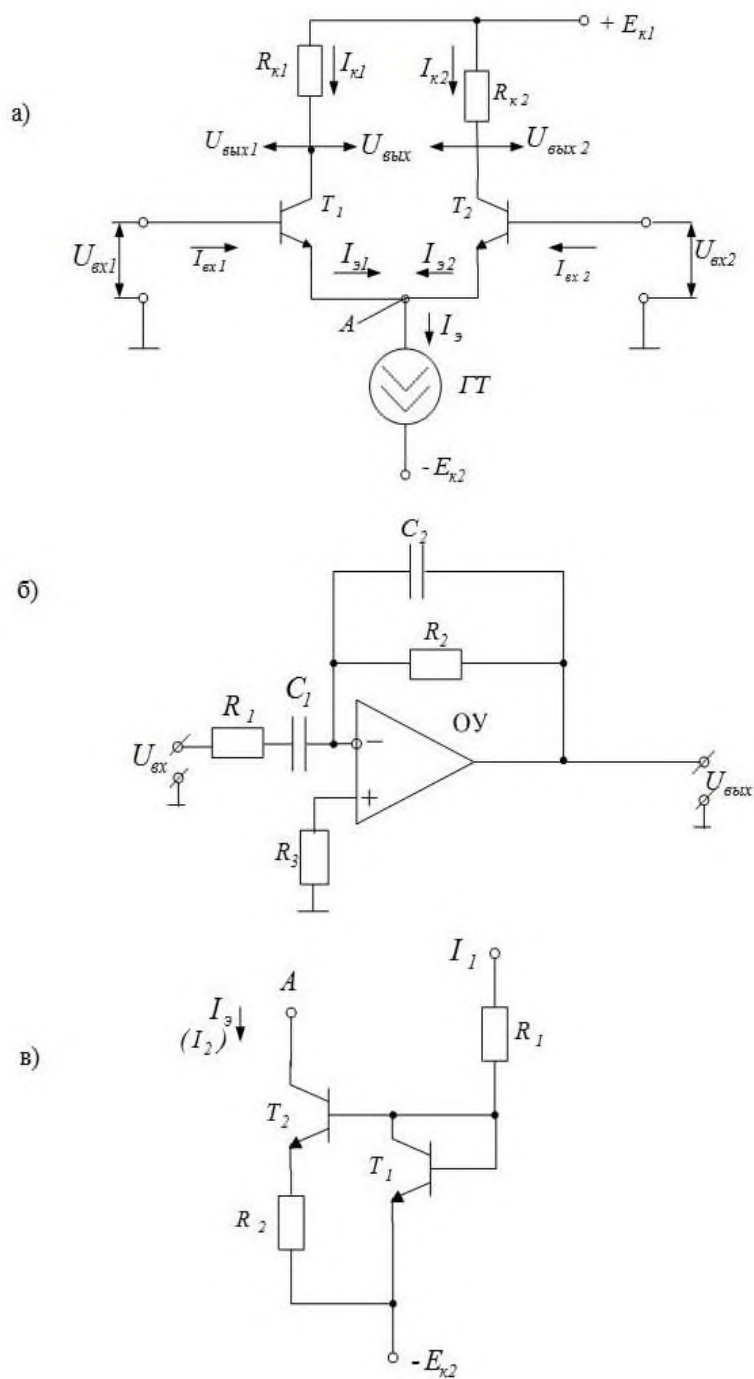


53. Принцип удвоения напряжения с использованием емкостного накопителя.

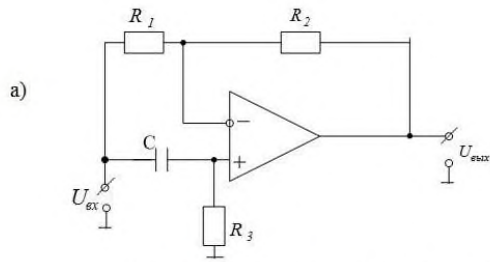
Принципиальная схема, эпюры напряжений



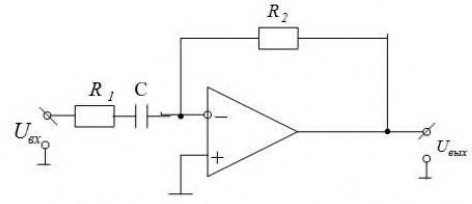
54 Принципиальная электрическая схема ОУ как дифференциального усилителя



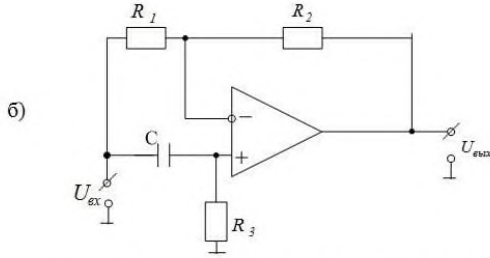
55. Схемы усилителей переменного напряжения на ОУ: инвертирующая и неинвертирующая



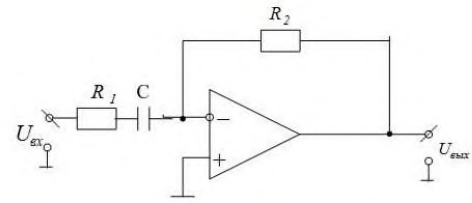
Неинвертирующий усилитель переменного напряжения.



Инвертирующий усилитель переменного напряжения.

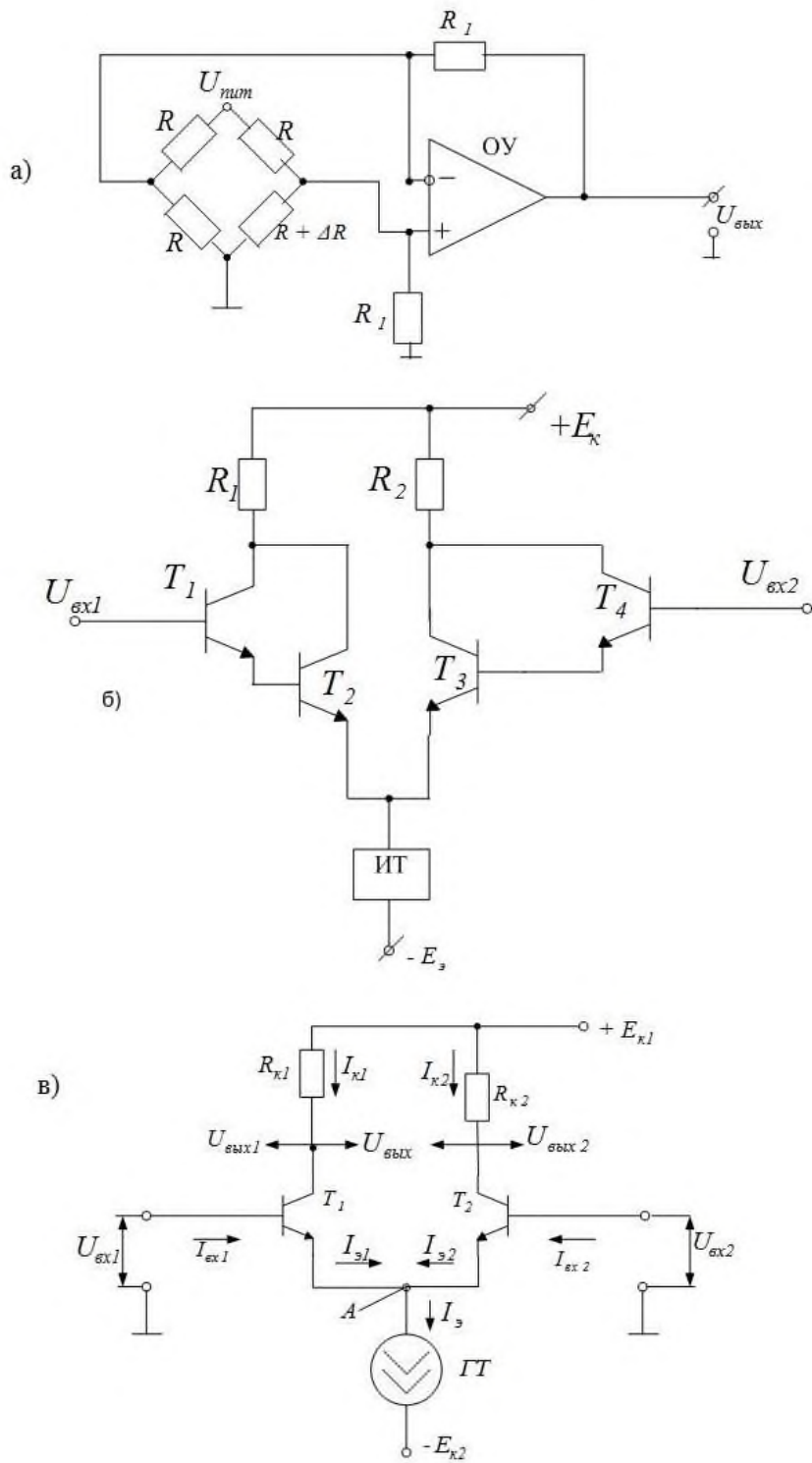


Инвертирующий усилитель переменного напряжения.

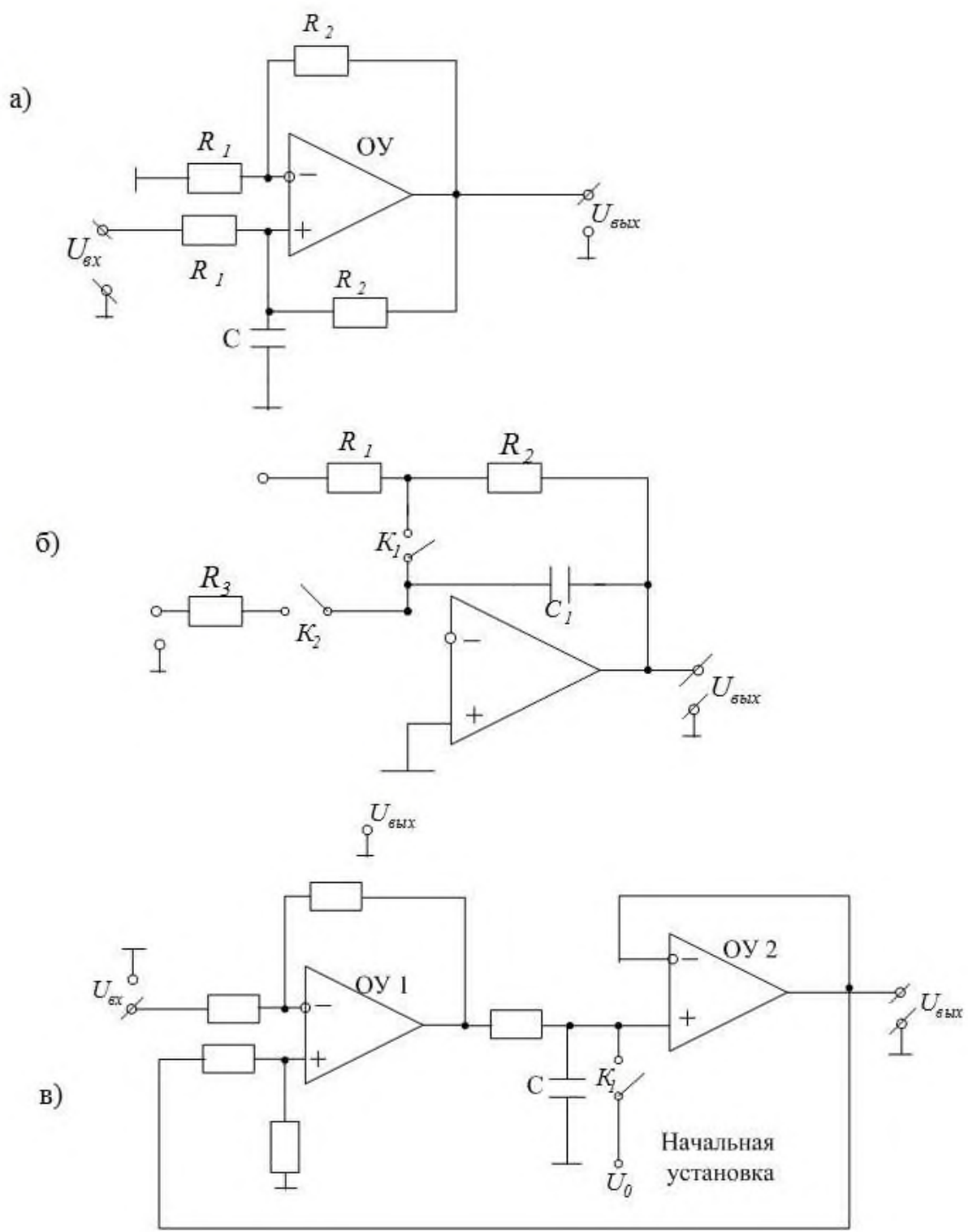


Неинвертирующий усилитель переменного напряжения.

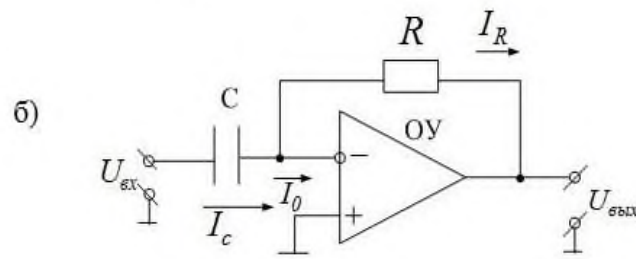
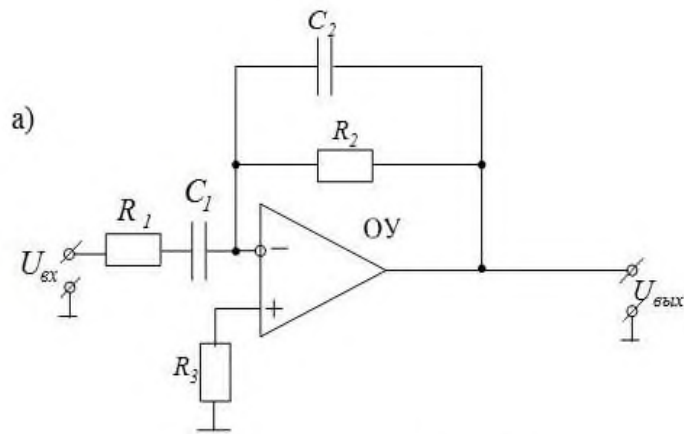
56 Схема электрическая мостового усилителя на ОУ с нелинейной характеристикой



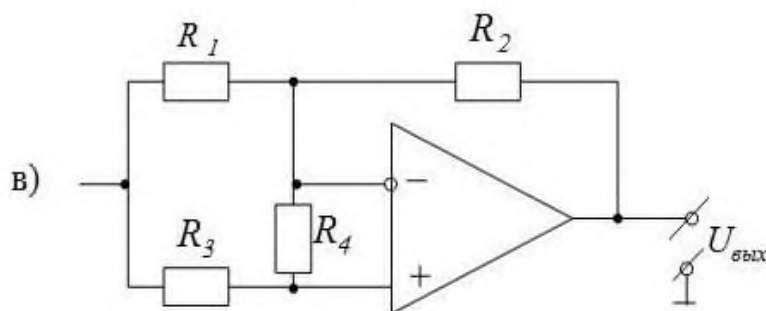
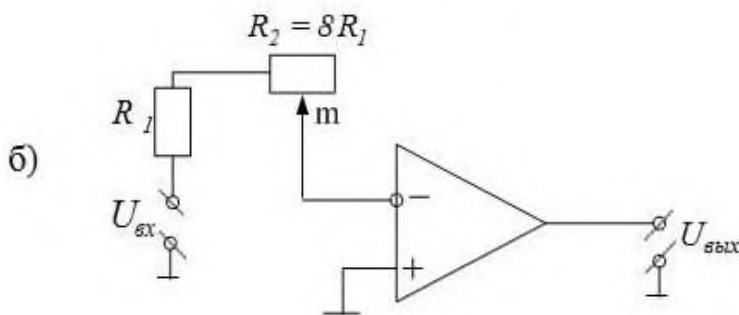
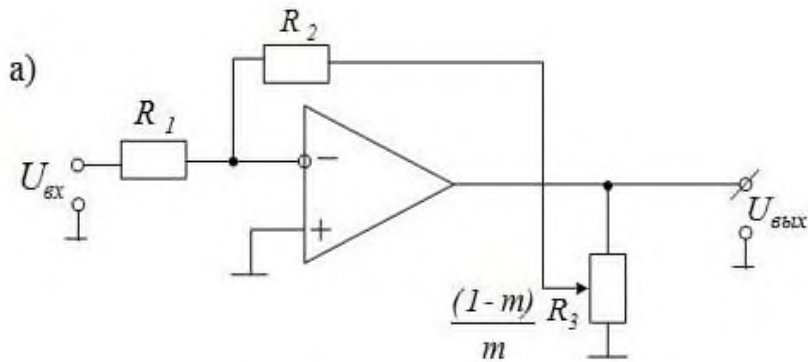
57. Схема электрическая, поясняющая этапы работы интегратора на ОУ



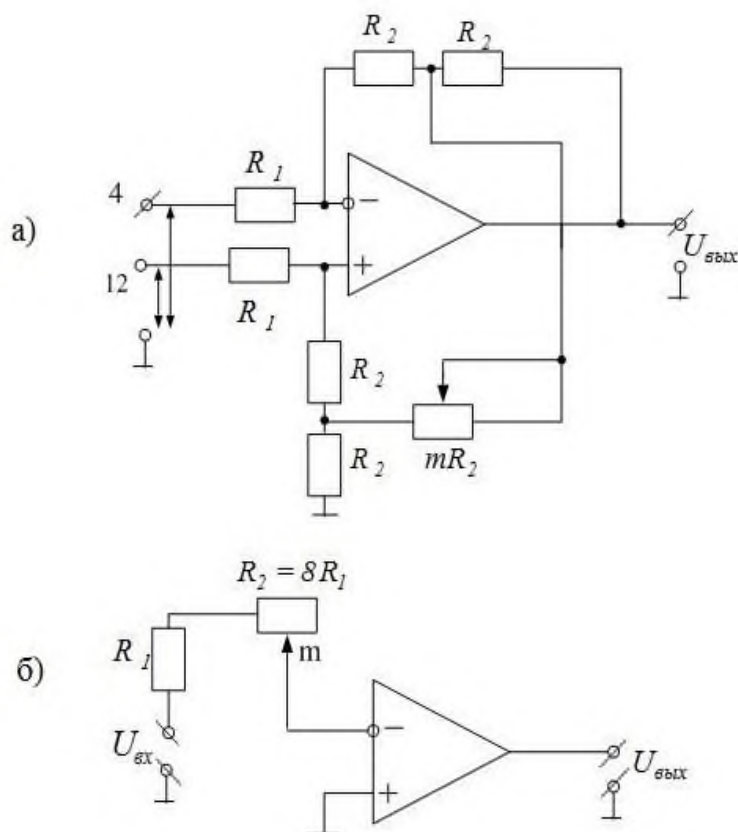
59 Идеальный дифференциатор



60 Биполярный регулятор усилителей на ОУ. Схема электрическая



61. Схема электрическая принципиальная нелинейного регулятора усиления на ОУ

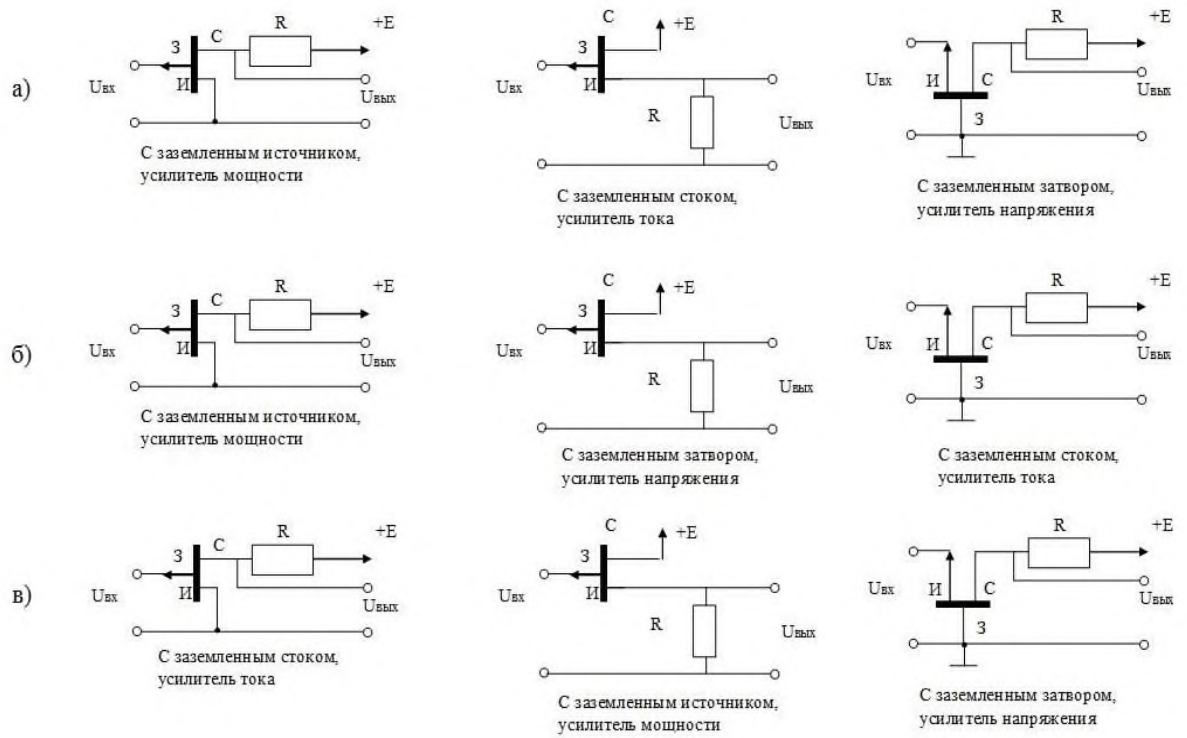


62. Аналитическое выражение для соотношения токов в генераторе тока для ОУ

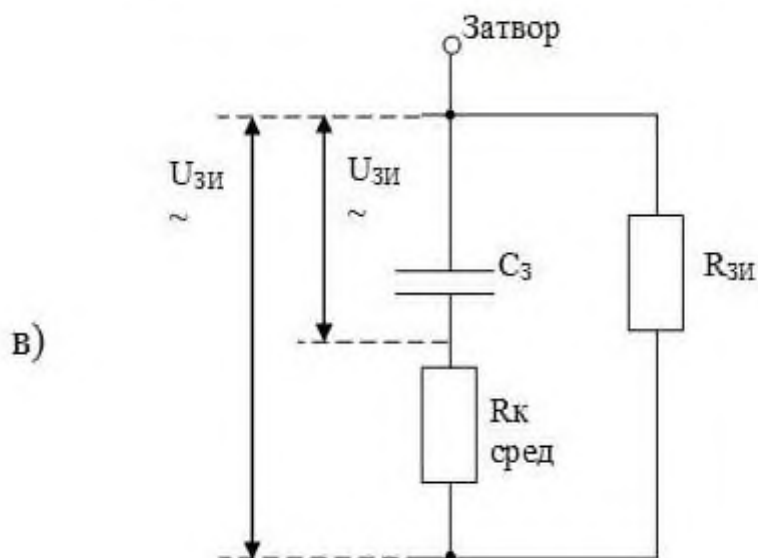
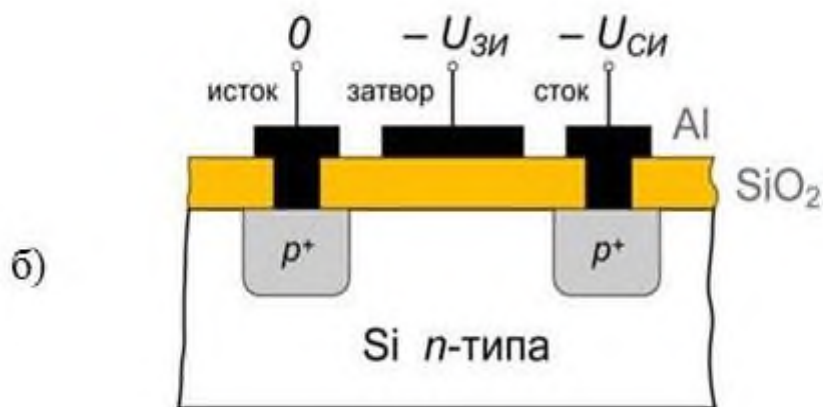
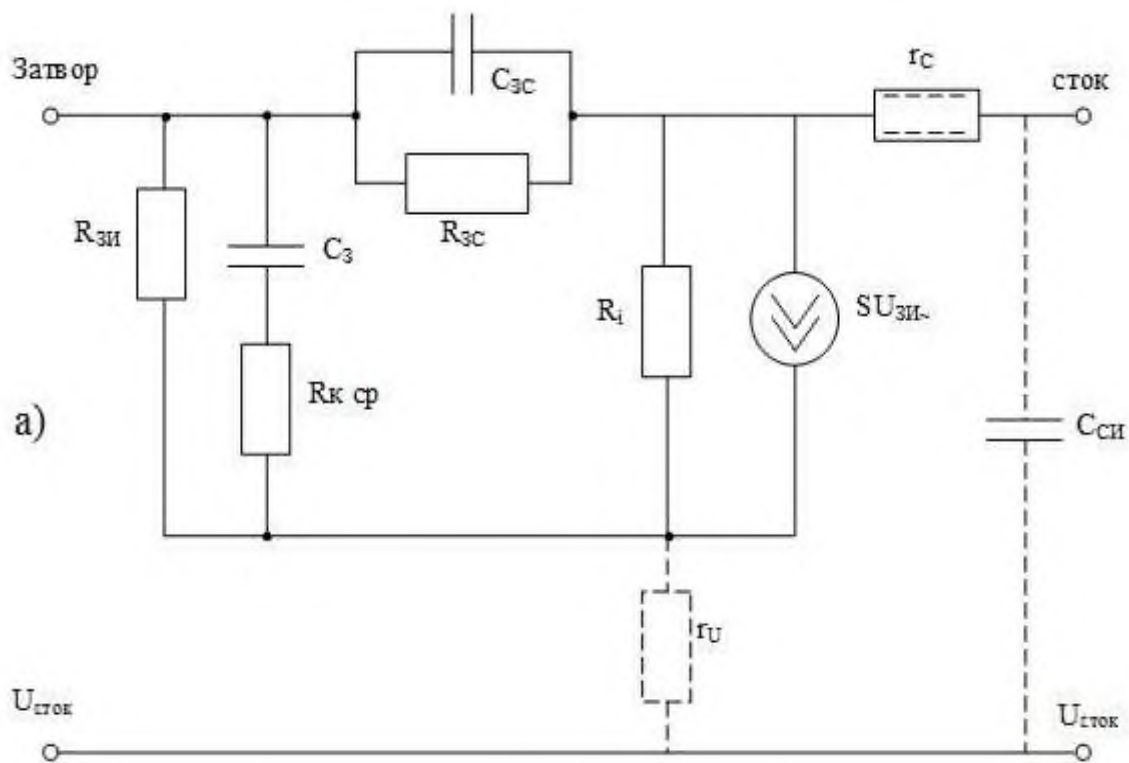
- а)  $J_2 = \left(\frac{\varphi_I}{R_2}\right) \ln \frac{J_2}{J_1}$
- б)  $J_2 = \left(\frac{\varphi_I}{R_2}\right) \ln \frac{J_1}{J_2}$
- в)  $J_2 = \ln \frac{J_1}{J_2}$

63. Варианты усилителей на полевом транзисторе, что они усиливают

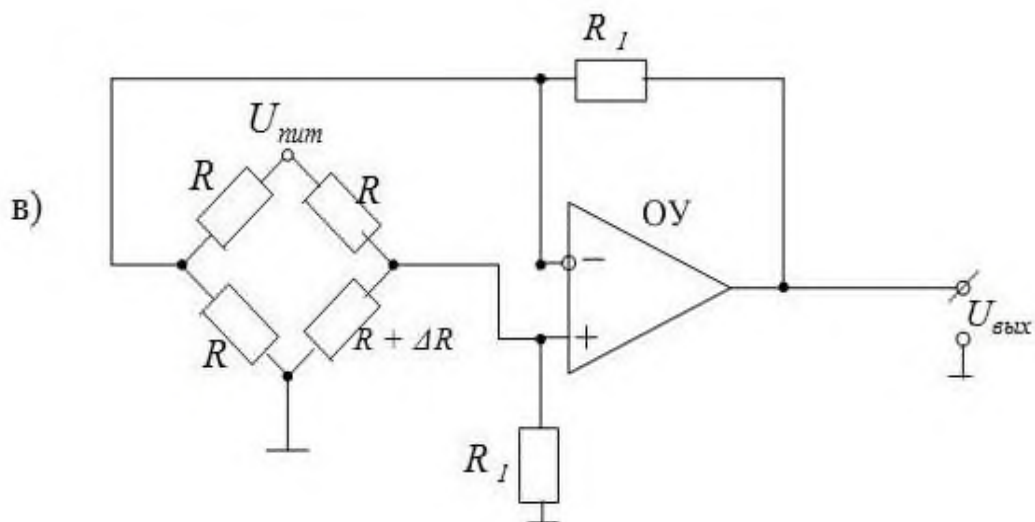
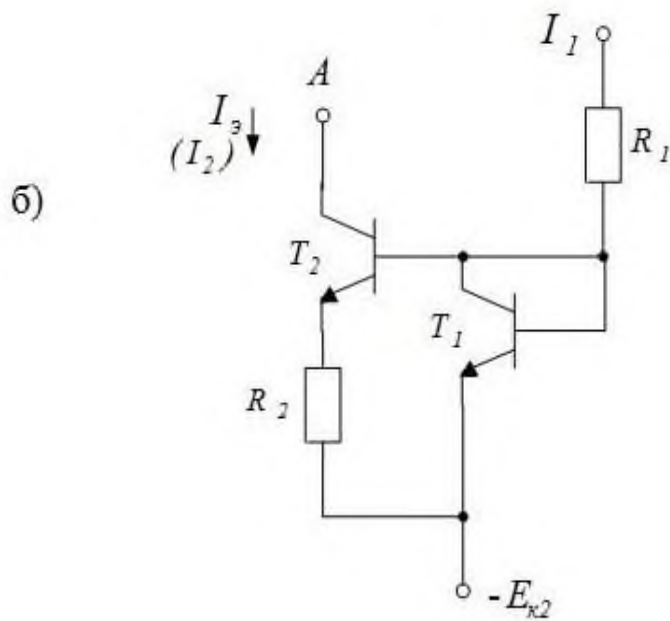
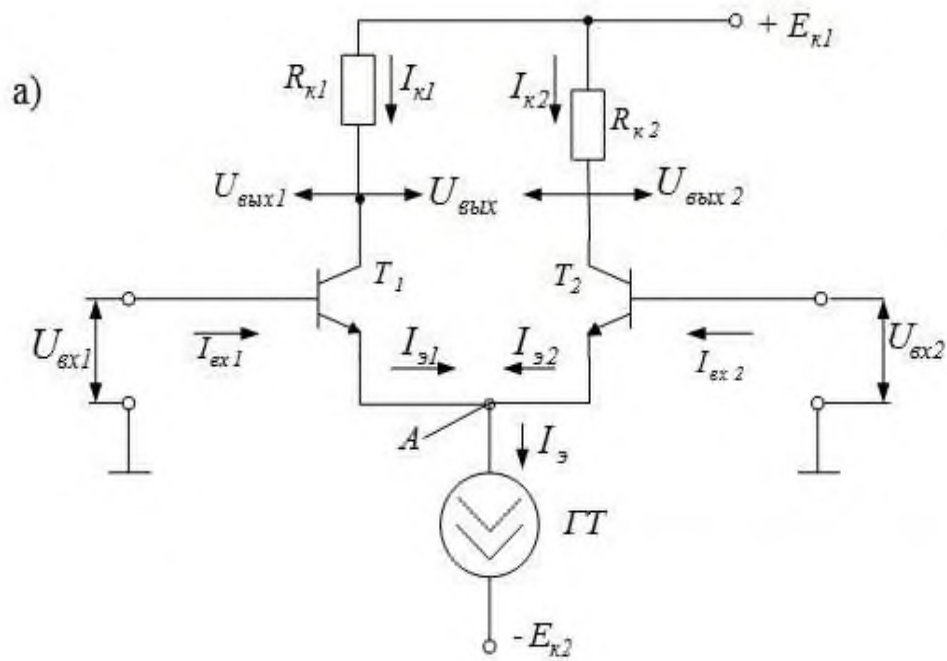




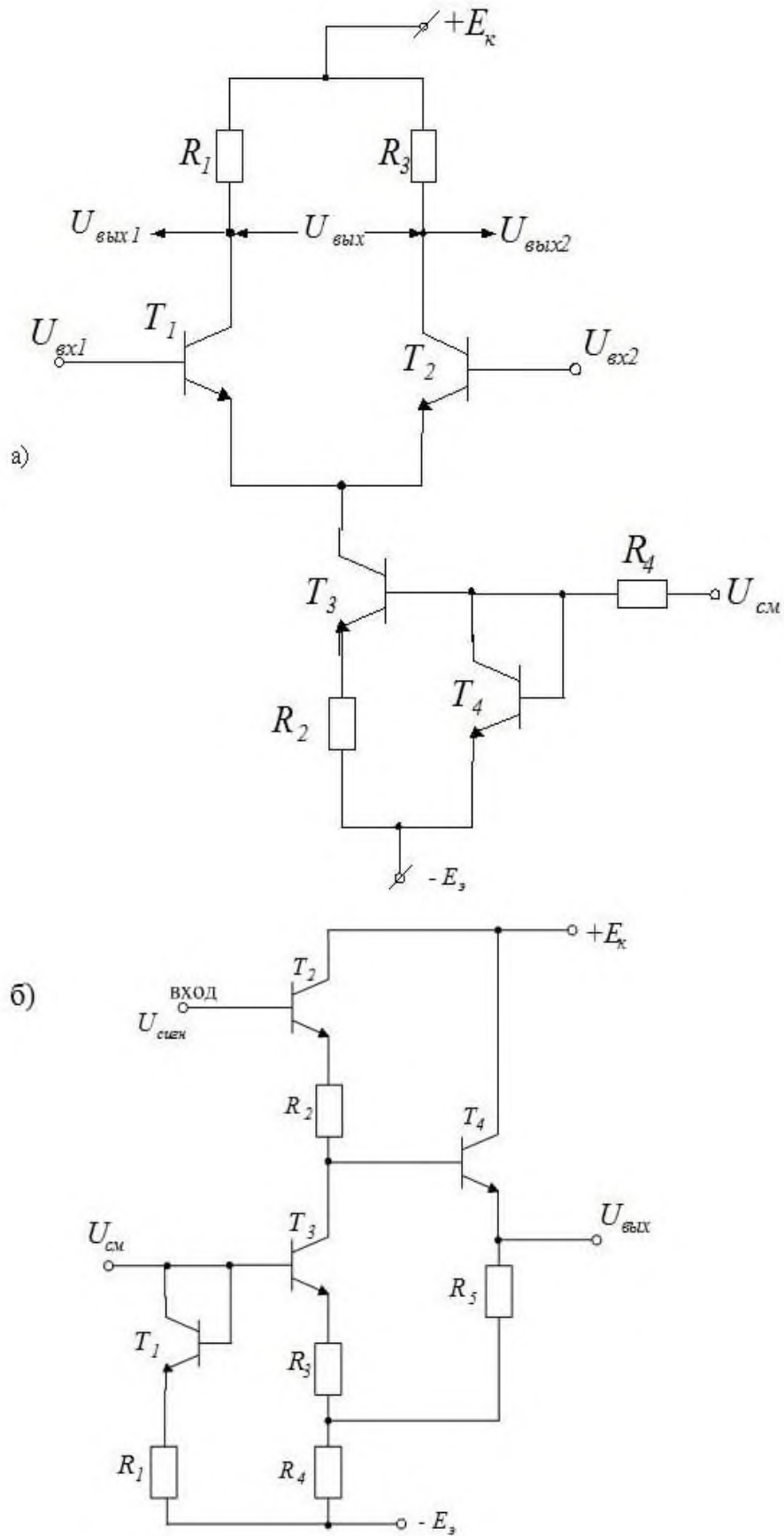
#### 64. Эквивалентная схема участка "затвор-исток" полевого транзистора



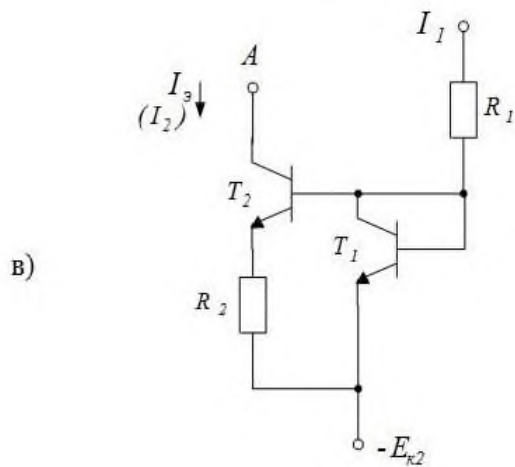
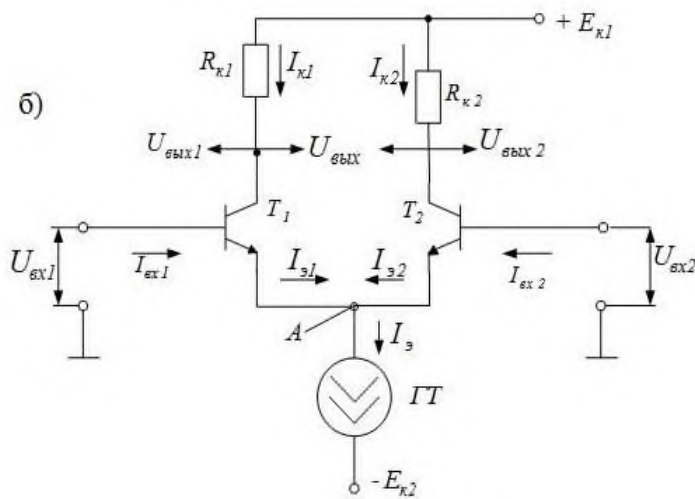
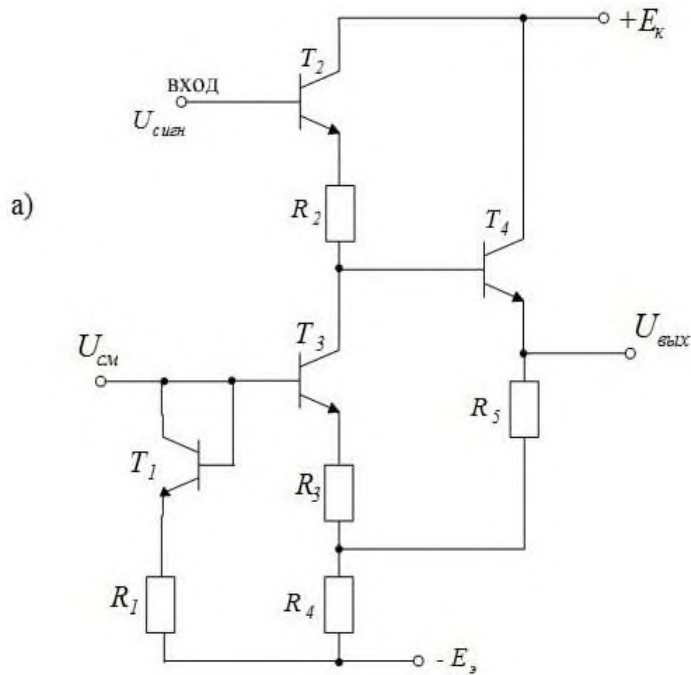
## 65. Мостовое построение выходного дифференциального каскада ОУ



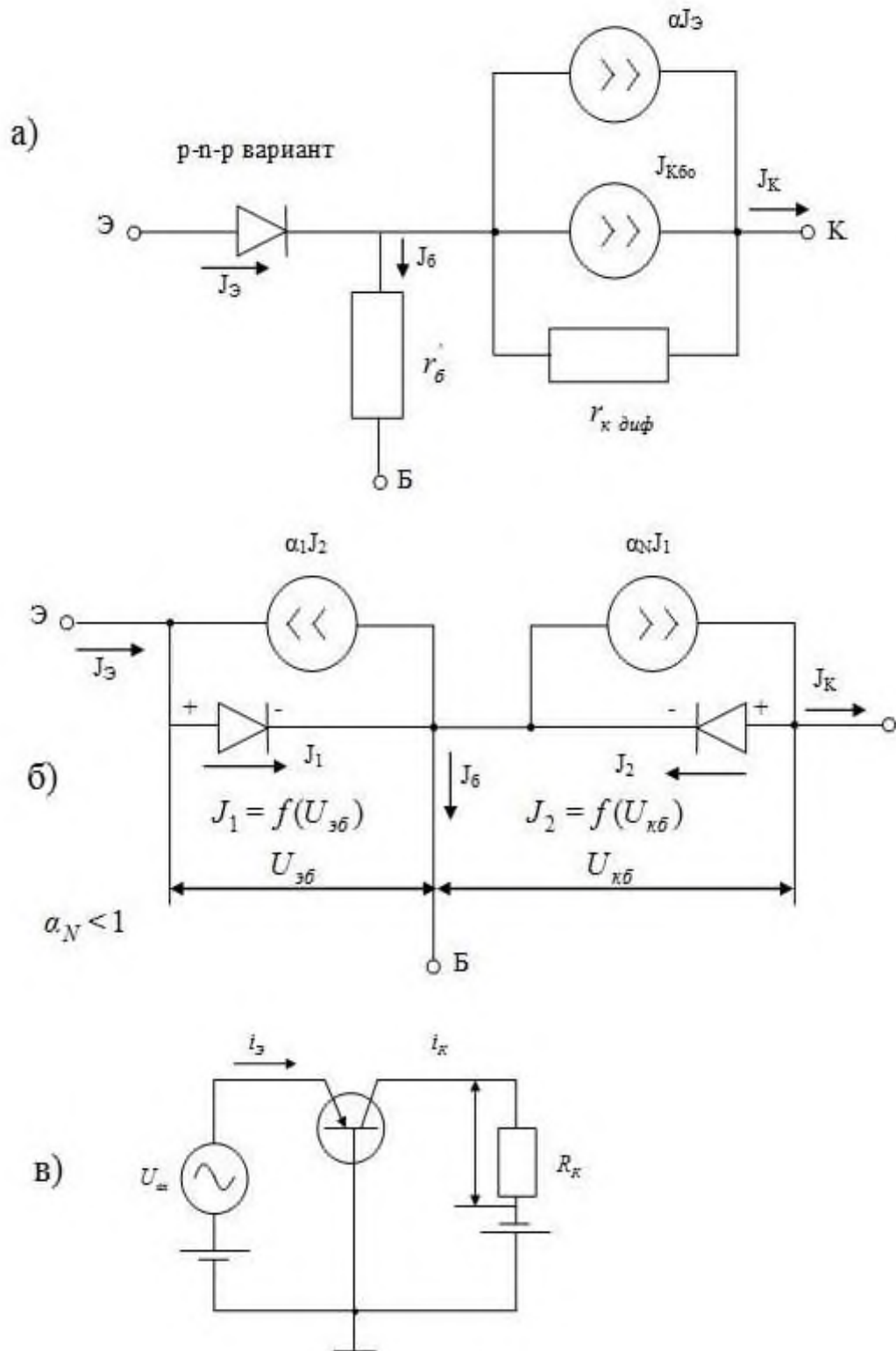
66 Сема электрическая принципиальная выходного каскада ОУ, устройство



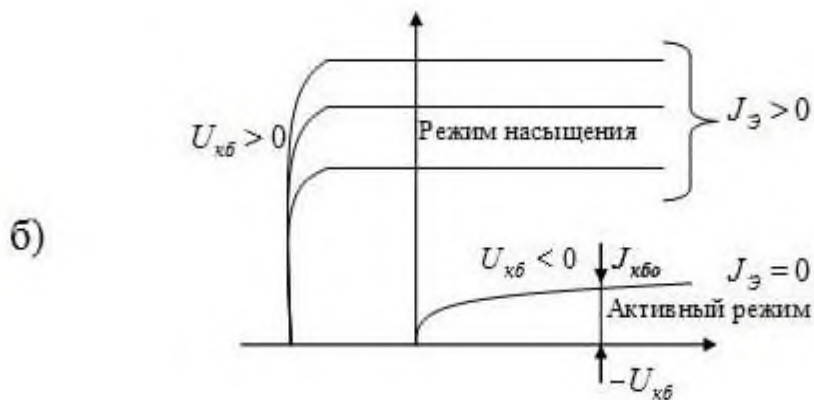
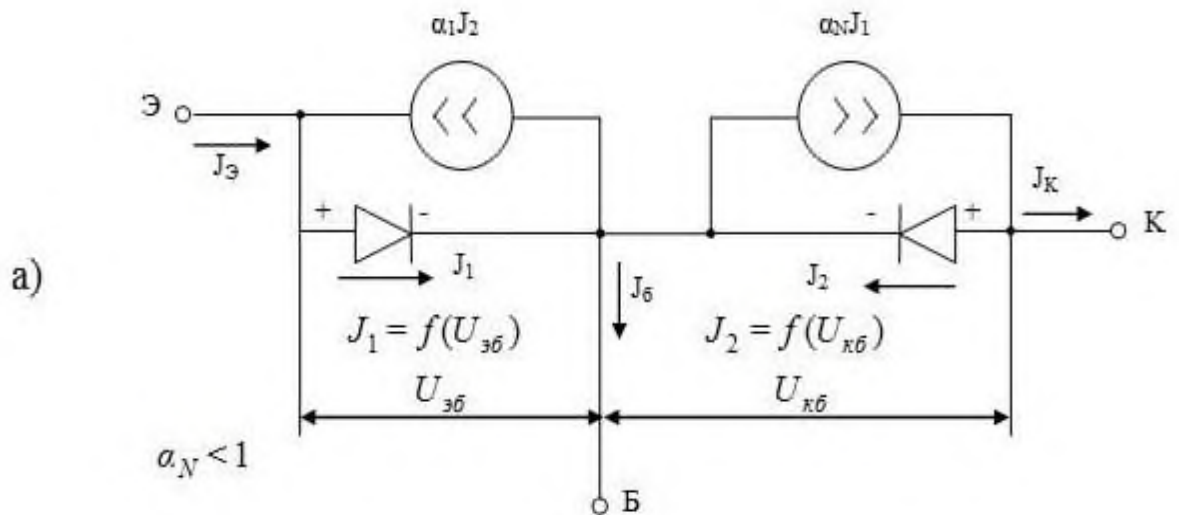
67 Выходные каскады ОУ. Общая типовая электрическая схема



68 Эквивалентная схема биполярного транзистора

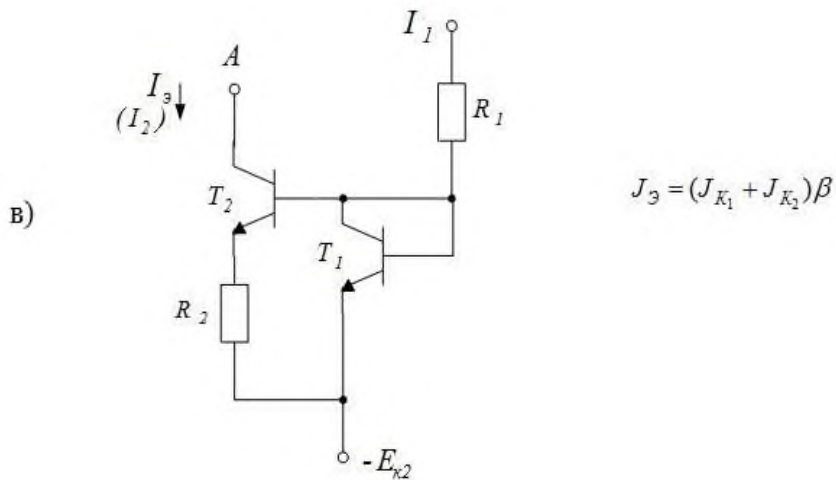
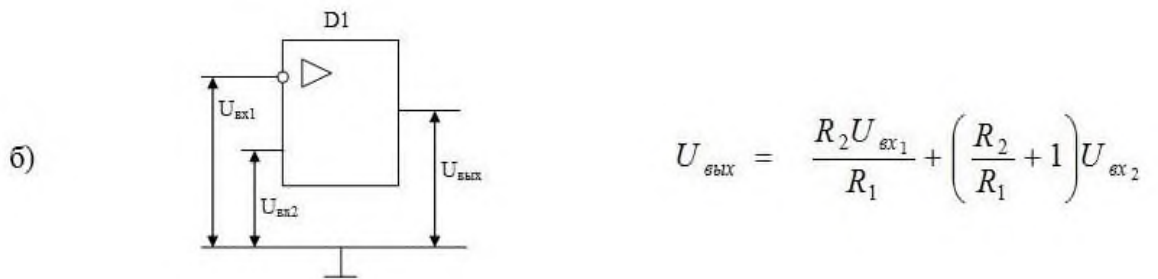
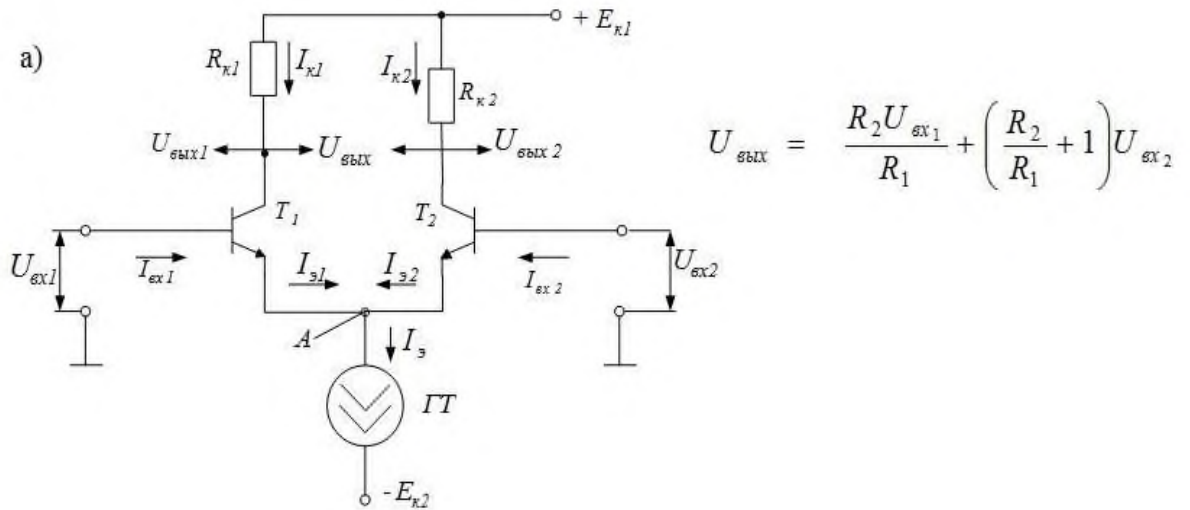


69 Полупроводниковый (биполярный) транзистор, принцип работы в типовом случае транзистор подключен к источнику постоянного тока таким образом, что переход "эмиттер-база" смещен в проводящем направлении, а переход "коллектор-база" в обратном направлении. В случае р-п-р транзисторе в область базы переходят "дырки" как основные носители области эмиттера р-типа

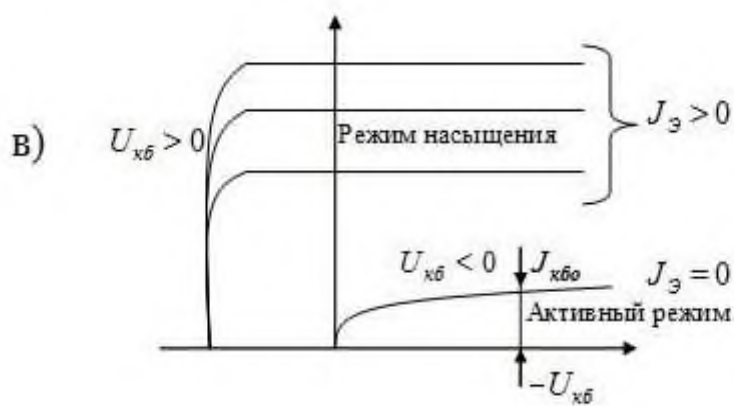
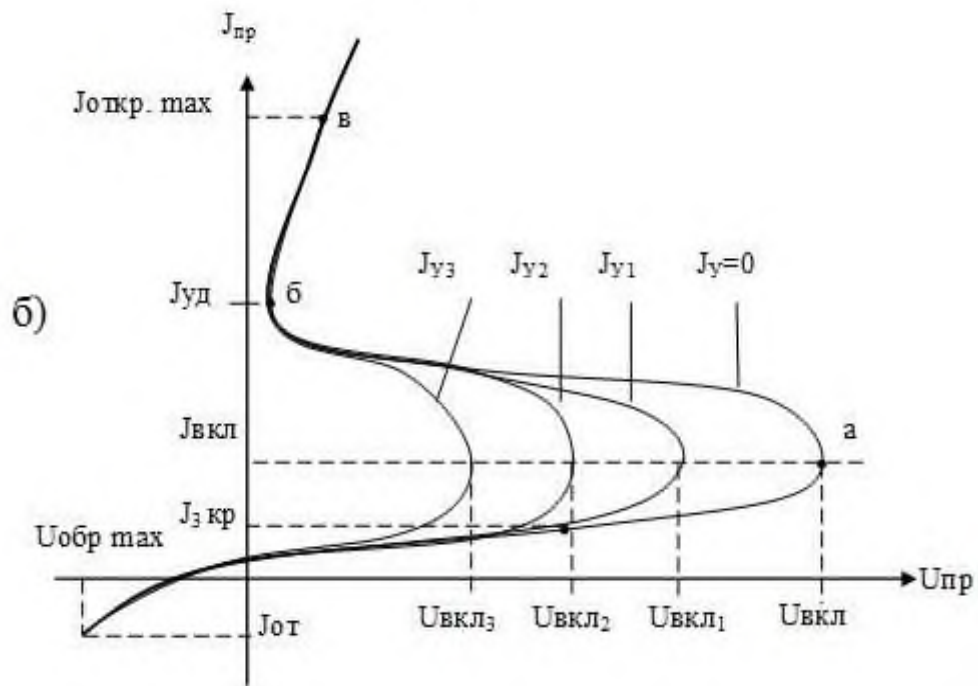
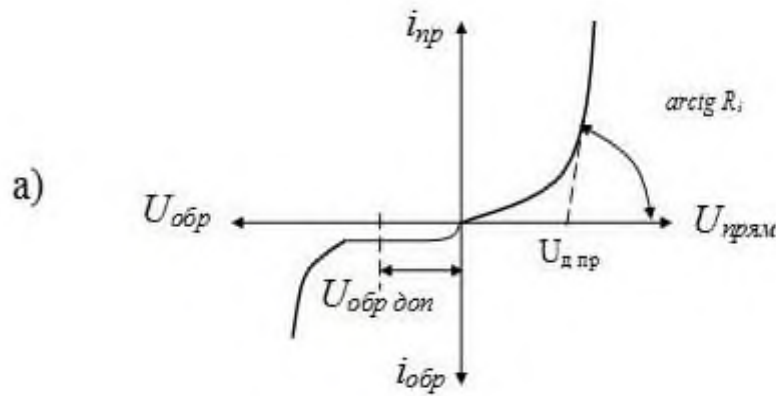


70 Графическая и математическая модели операционного усилителя (ОУ)

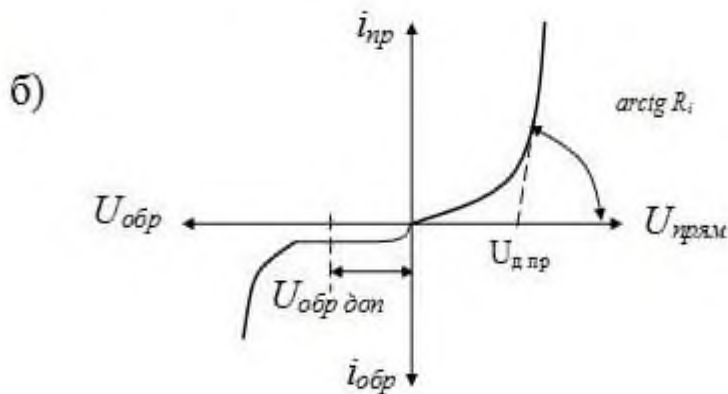
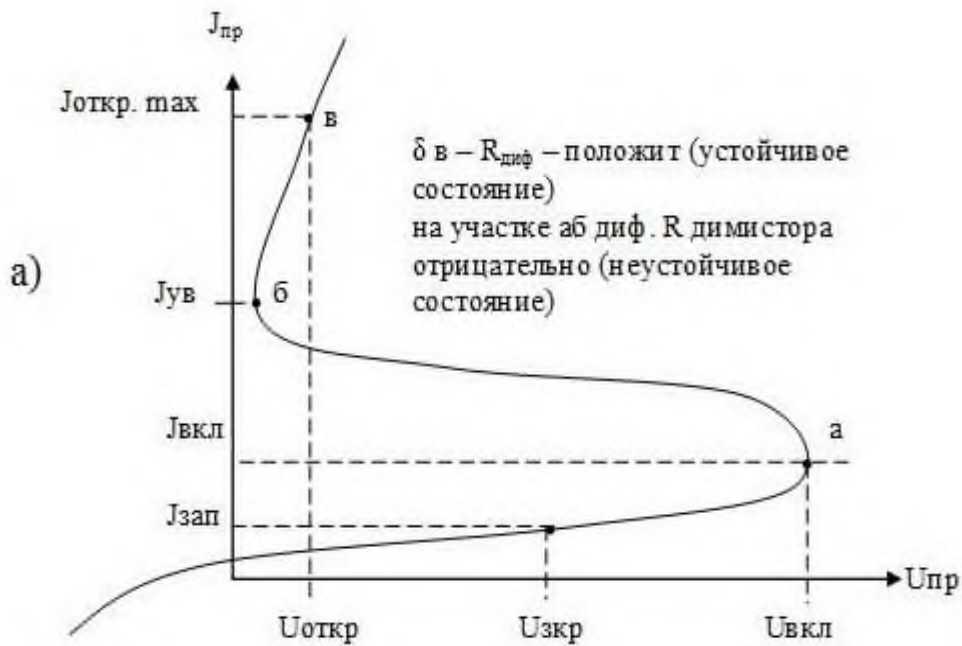




71 Вольтамперная характеристика управляемого тиристора, участок отрицательного сопротивления



72. Вольтамперная характеристика тиристора, устойчивые и неустойчивые состояния



73. Принципы регулирования усиления в устройствах, использующих ОУ
- если один из резисторов в цепи обратной связи ( $R_1$  или  $R_2$ ) ОУ сделать переменным, то можно изменять коэффициент усиления. Регулировка усиления - дискретная и плавная
  - регулировку усиления можно организовать, поставив на входе не инвертирующего входа переменный
  - регулировку усиления в ОУ можно осуществлять подключением регулятора в цепи положительной обратной связи

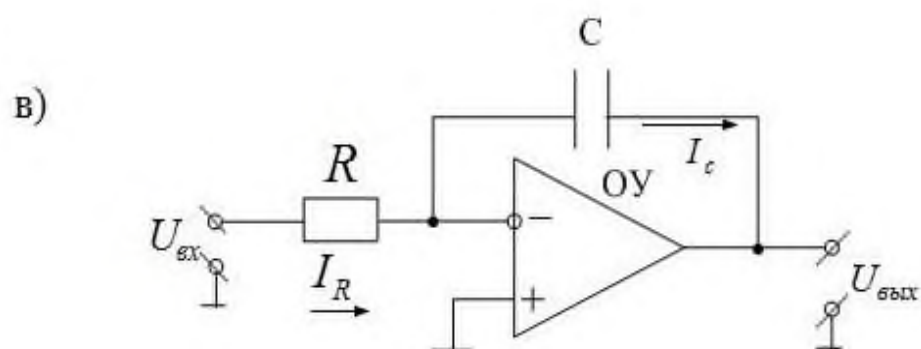
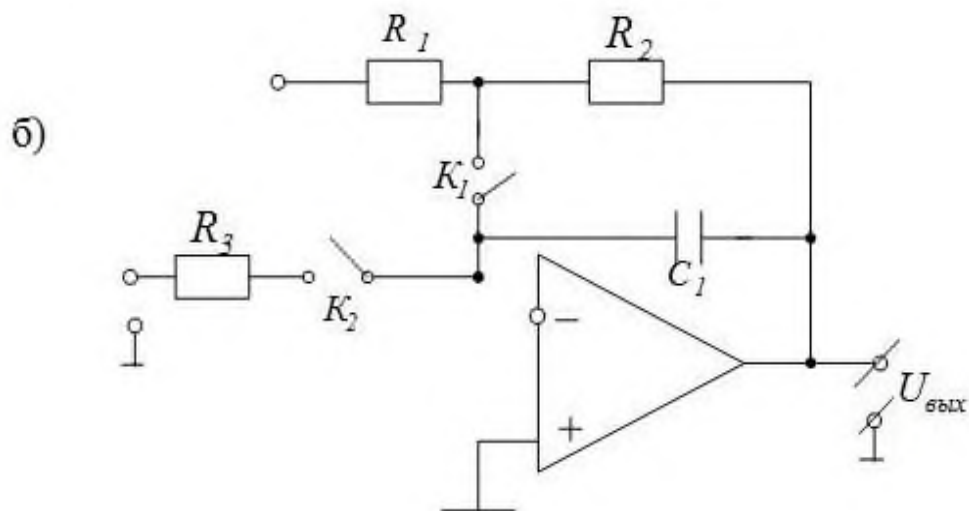
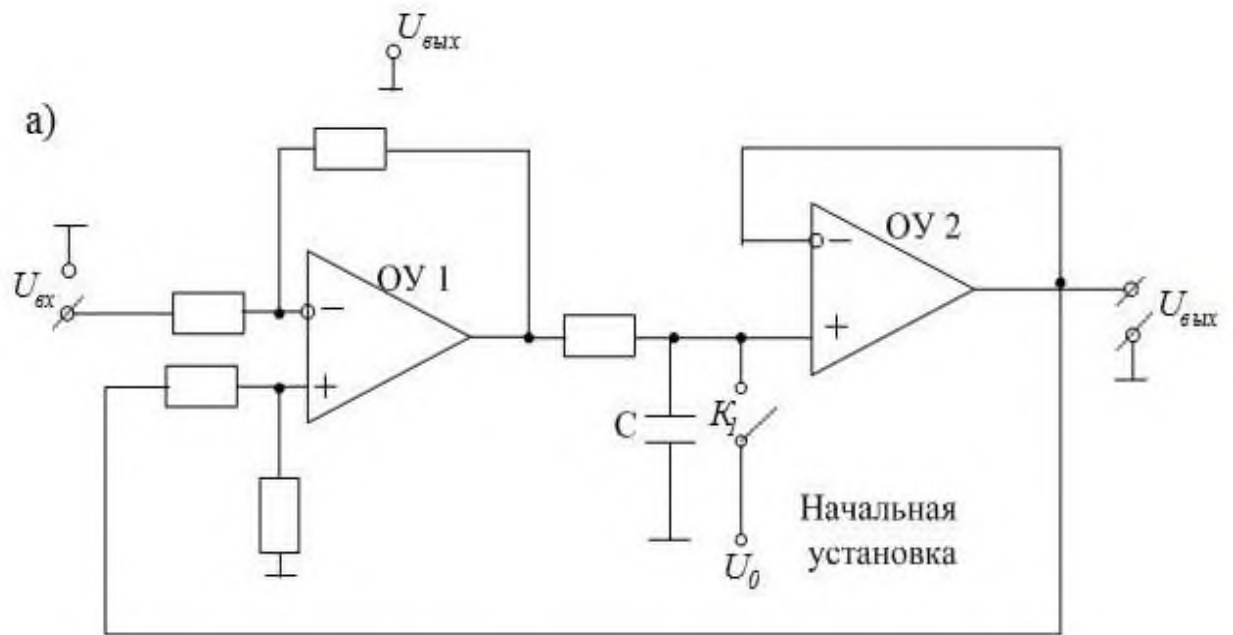
74 Уравнение математической модели ОУ как дифференциального устройства (дифференциатора)

$$\text{a) } J_C = J_0 + J_R$$

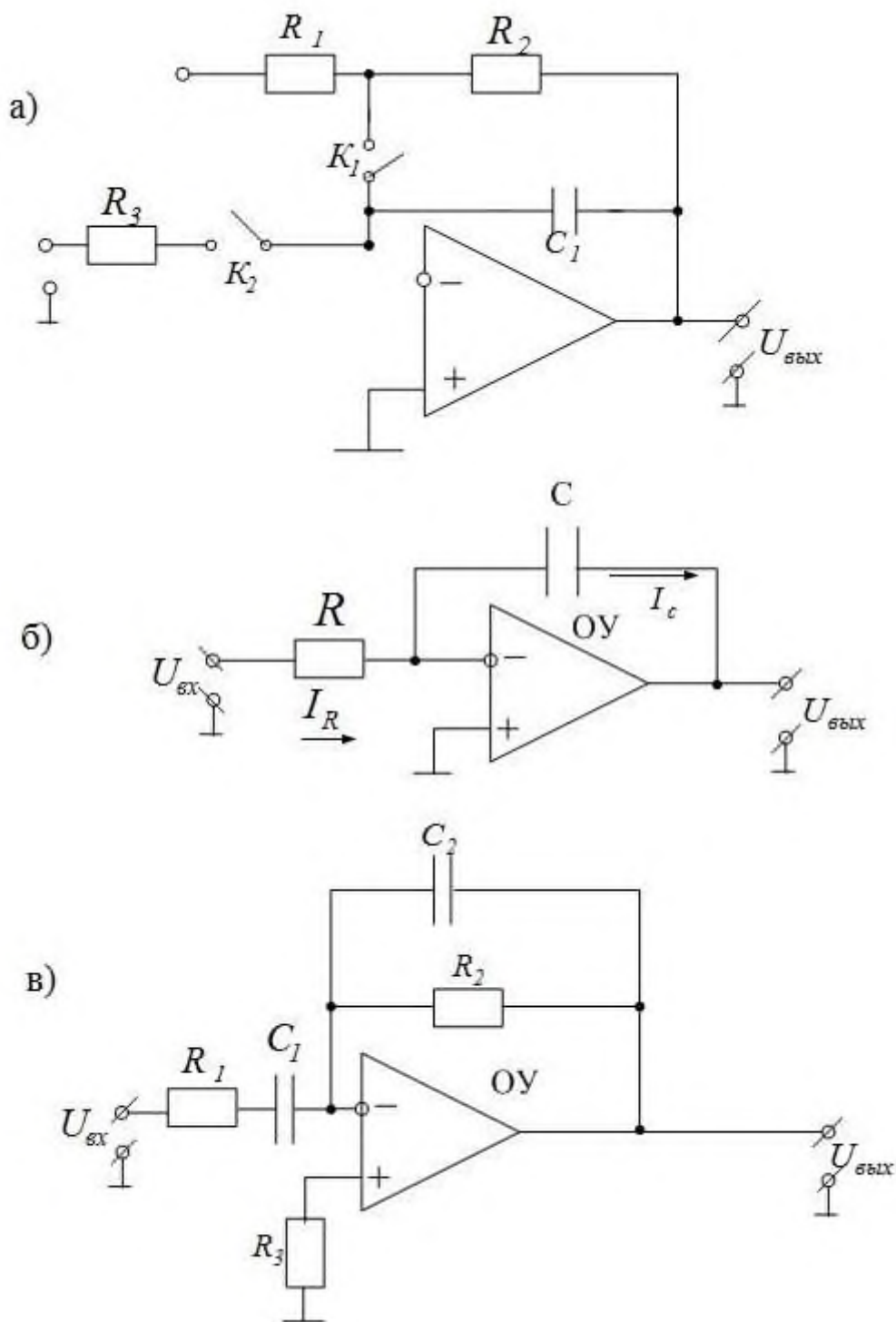
$$\text{б) } U_{\text{вых}} = -RC \frac{dU_{\text{вх}}}{dt} = -\tau_a \frac{dU_{\text{вх}}}{dt}$$

$$\text{в) } i_C = C \frac{dU_{\text{вх}}}{dt}$$

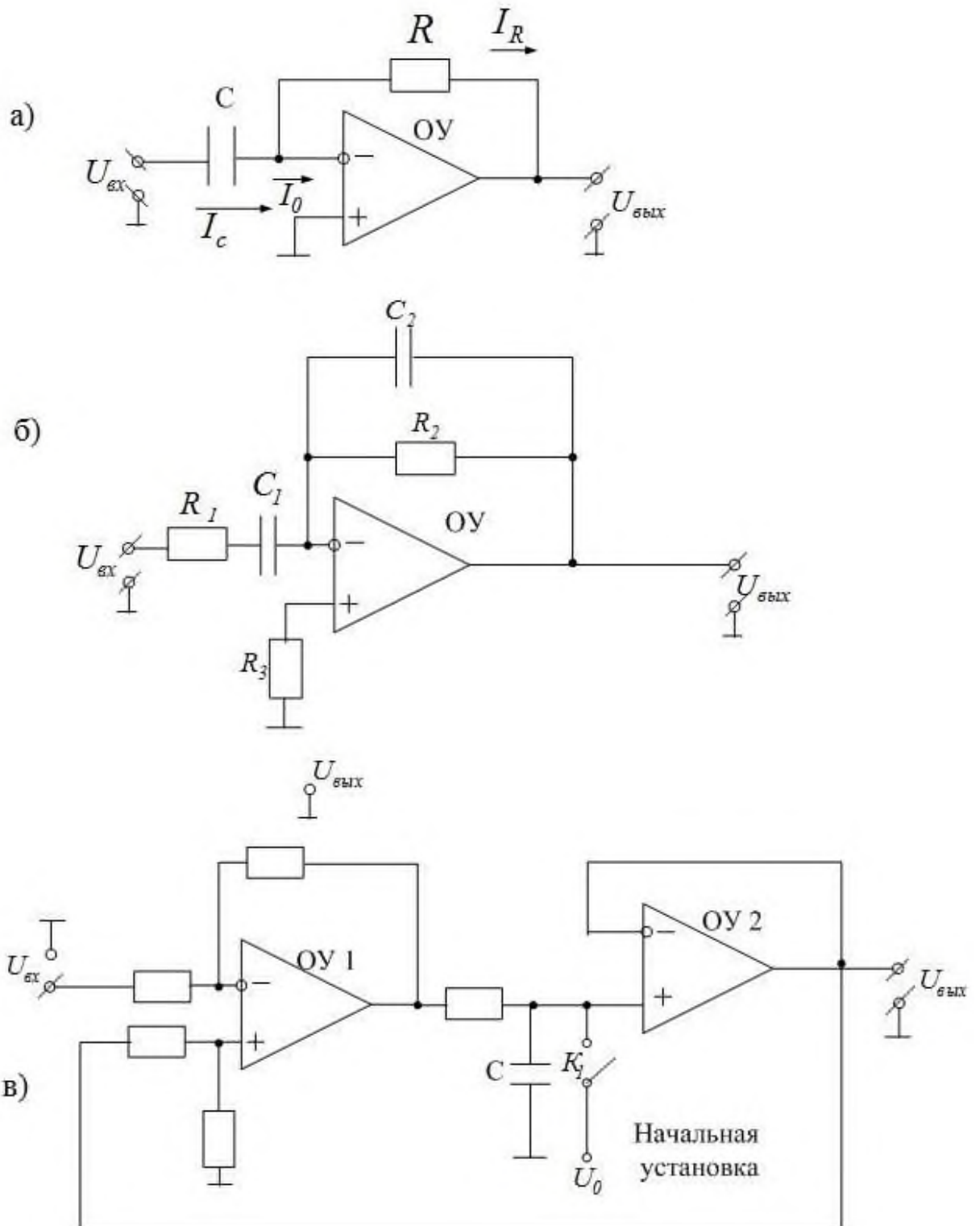
75 Принципиальная схема идеального интегратора на ОУ



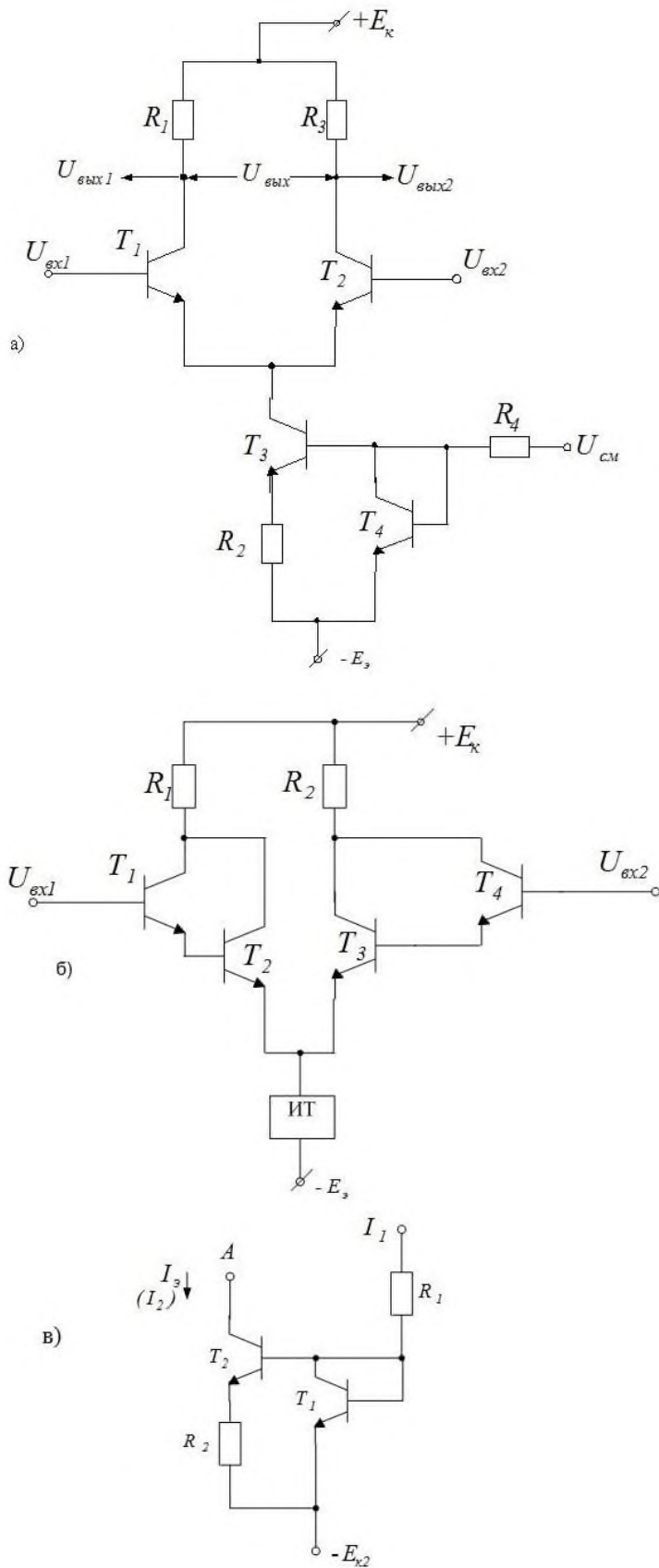
76 Схема принципиальная электрическая интегратора на ОУ. Идеальный интегратор



77 Практическая схема дифференциатора на операционном усилителе (ОУ)

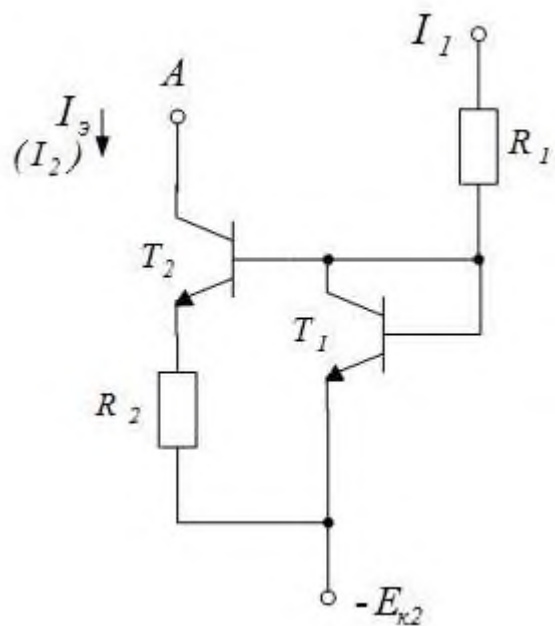


78 Схема электрическая принципиальная дифференциального каскада с высоким входным сопротивлением

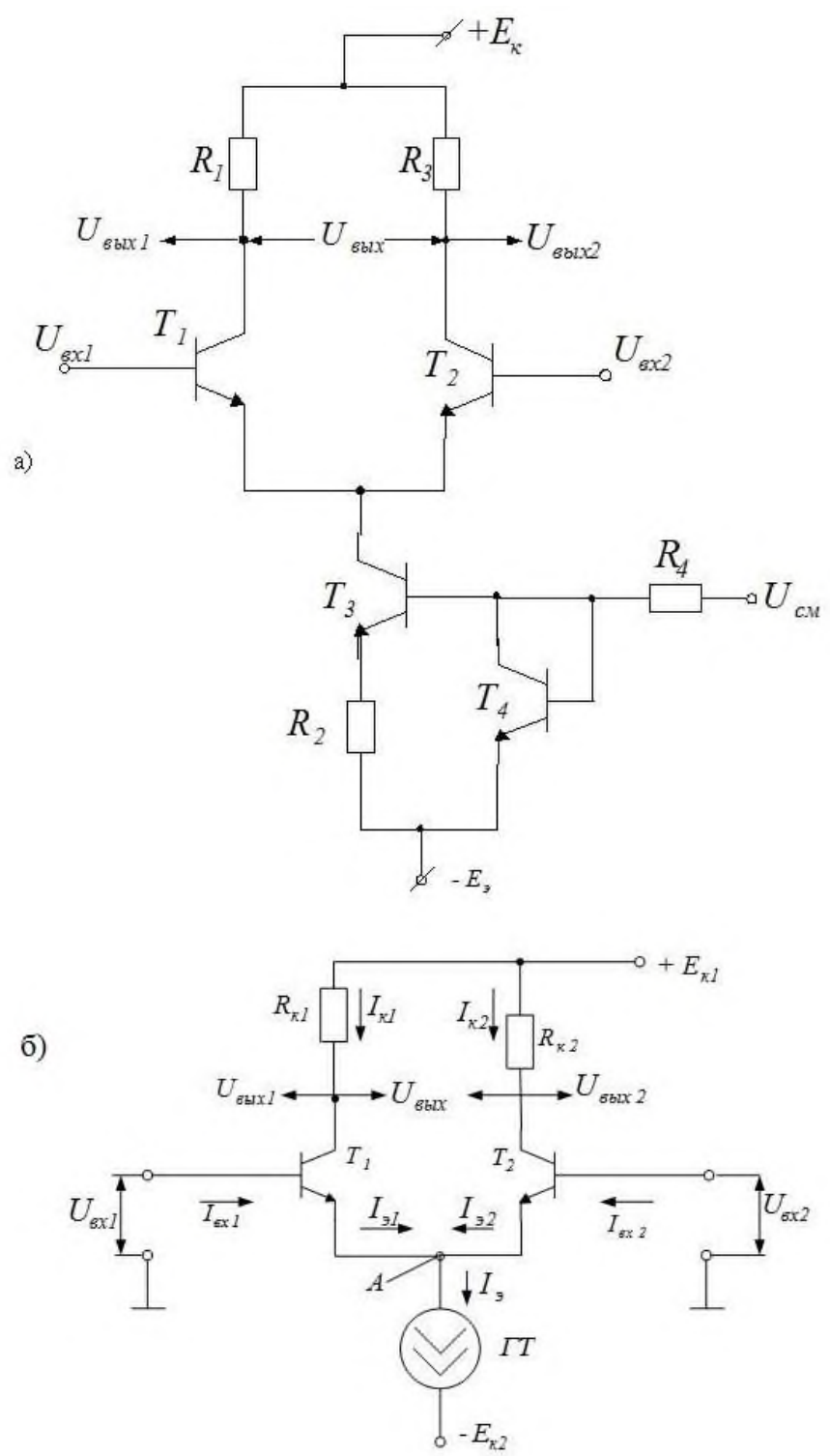




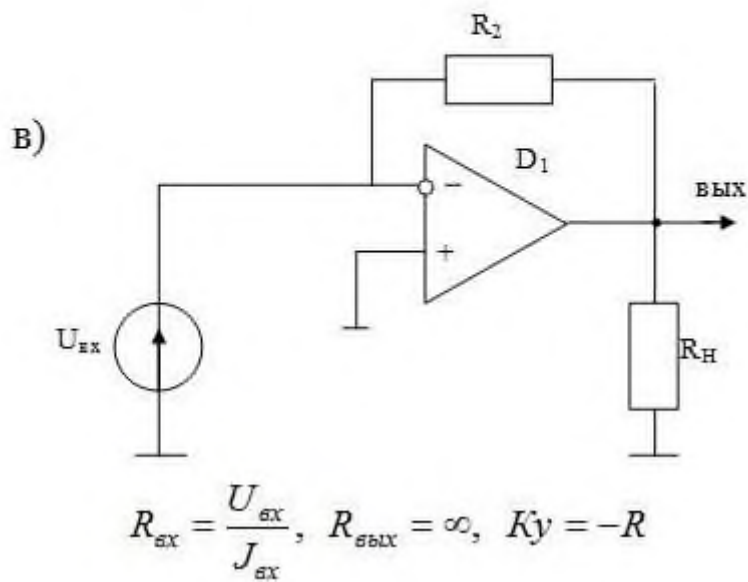
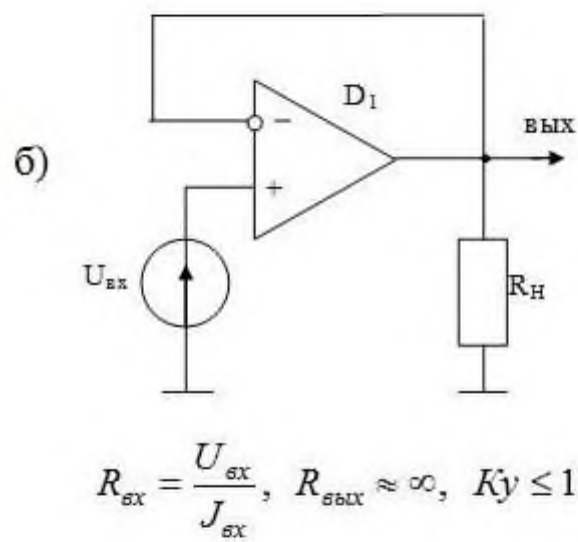
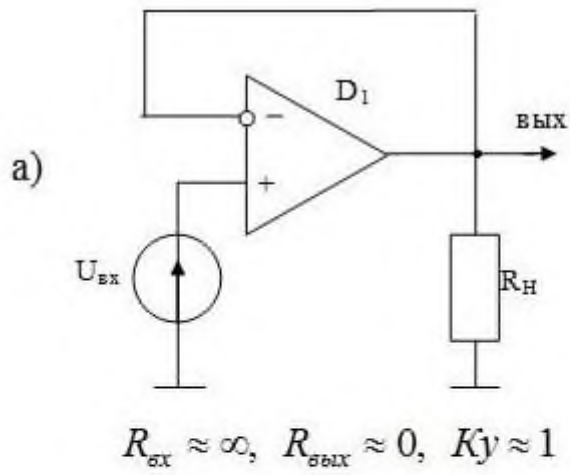
79 Принцип действия генератора тока в ОУ



80 Генератор тока, его роль в ОУ



81 Операционный усилитель в режиме повторителя, его параметры



## 82 Эквивалентная схема усилителя на полевом транзисторе



83 Математическое выражение для статистического коэффициента усиления по напряжению полевого транзистора

$$\text{а) } \mu = \frac{U_{\text{сн}}}{U_{\text{зс}}}$$

$$\text{б) } \mu = \frac{\Delta U_{\text{зс}}}{\Delta U_{\text{зИ}}}$$

$$\text{в) } \mu = \left. \frac{dU_{\text{сн}}}{dU_{\text{зИ}}} \right|_{J_c = \text{const}}$$

84 Математические выражения (модели) для крутизны стокзатворной характеристики полевого транзистора

$$\text{а) } S = \frac{\Delta J_c}{\Delta U_{\text{зИ}}} = \left. \frac{dU_c}{dU_{\text{зИ}}} \right|_{U_{\text{сн}} = \text{const}}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{2J_c}{|U_{\text{зИом}}|} = G_{\text{кo}}$$

$$\text{б) } S = \frac{dU_{\text{зИ}}}{|dJ_c|} = \frac{1}{G_k}$$

$$\text{в) } S = \frac{dJ_c}{dU_{\text{зИ}}} = \frac{2J_{c \text{ нач}}}{|U_{\text{зИомс}}|} \left(1 - \frac{U_{\text{зИомс}}}{U_{\text{зИ}}}\right) = G_K$$

85 Аналитическое выражение для тока коллектора биполярного транзистора

$$1) J_K = \alpha J_{\varepsilon} + J_{\kappa\beta_0} + \frac{U_{\kappa\beta}}{r_{\kappa} \partial u_{\phi}};$$

$$a) 2) J_K \approx \beta J_{\beta} + J_{\kappa\beta_0} + \frac{U_{\kappa\varepsilon}}{r_{\kappa}^* \partial u_{\phi}};$$

$$\text{где } r_{\kappa}^* \partial u_{\phi} = \frac{r_{\kappa} \partial u_{\phi}}{1 + \beta}; \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha};$$

$$1) J_K = \beta J_{\varepsilon} + J_{\kappa\beta_0} + \frac{U_{\kappa\varepsilon}}{r_{\kappa} \partial u_{\phi}};$$

$$б) 2) J_K \approx \alpha J_{\beta} + J_{\kappa\beta_0} + \frac{U_{\kappa\varepsilon}}{r_{\kappa}^* \partial u_{\phi}};$$

$$\text{где } r_{\kappa}^* \partial u_{\phi} = \frac{r_{\kappa} \partial u_{\phi}}{1 + \beta};$$

$$в) J_K = \alpha J_{\varepsilon} + J_{\kappa\beta_0} + \frac{U_{\kappa\varepsilon}}{r_{\kappa} \partial u_{\phi}};$$

### 86 Роль отрицательной обратной связи

- отрицательная обратная связь в ОУ может выполнять функции: стабилизации расчетного коэффициента усиления, выравнивание амплитудно-частотной характеристики ОУ, коррекция усиления ОУ с целью устранения самовозбуждения ОУ

- способствует увеличению его усиления, расширяет частотный диапазон

-служит для выравнивания токов и напряжений в дифференциальных каскадах усилителя

-предназначена для согласования входных каскадов усилителя с выходными

### 87 Роль положительной обратной связи в ОУ

- часть выходного сигнала поступает на неинвертирующий вход в фазе со входным сигналом, т.е. образуется положительная обратная связь, повышающая общий коэффициент усиления

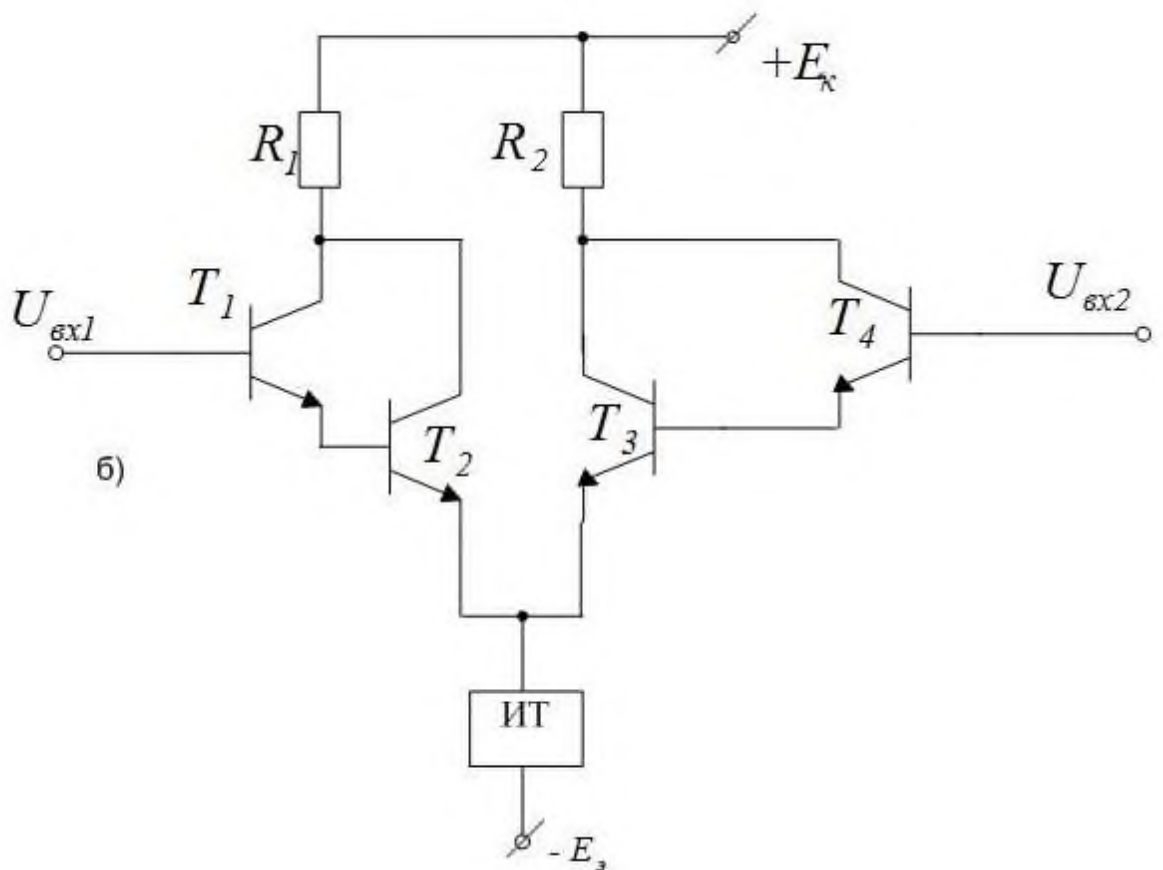
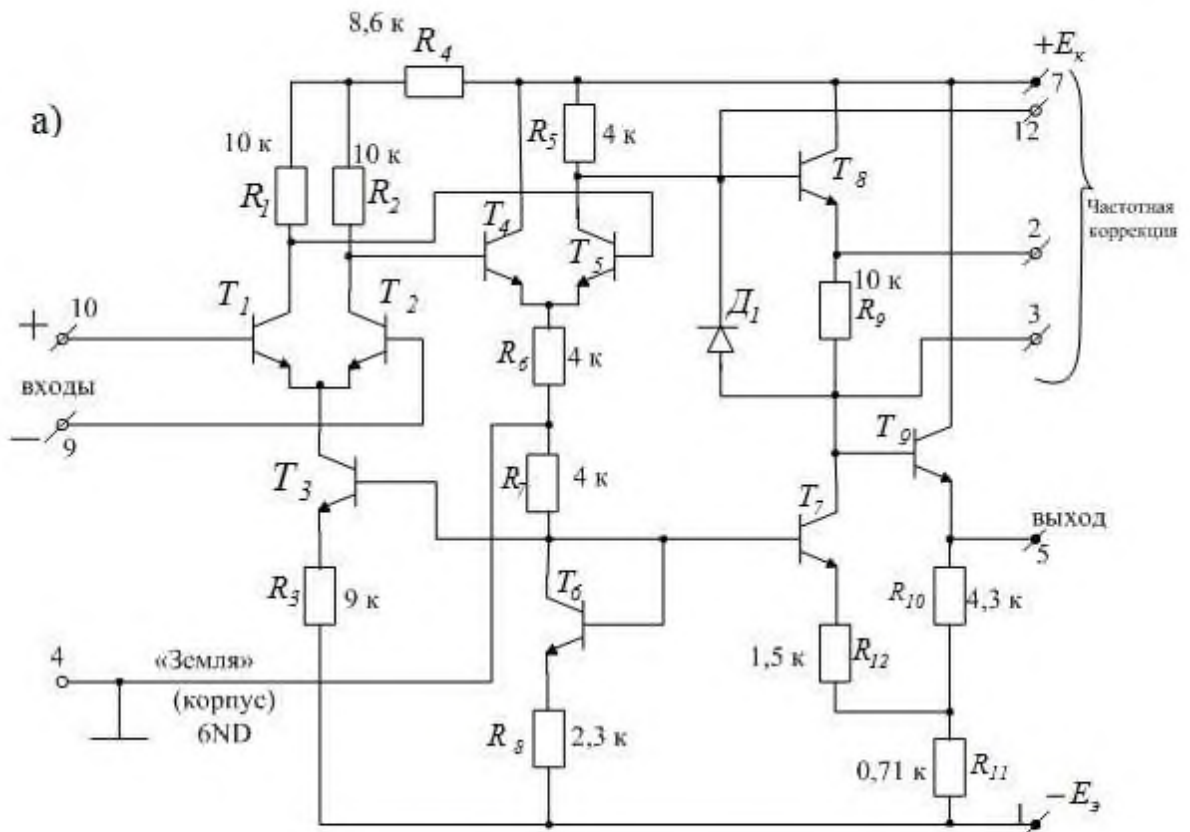
- часть входного сигнала поступает на выход, образуя положительную обратную связь и улучшая частотную характеристику ОУ

-часть выходного сигнала поступает в противофазе на инвертирующий вход ОУ, образуя положительную обратную связь, повышающую общее усиление ОУ





89 Типовая схема принципиальная операционного усилителя, покаскадный состав



- 90 Сравнительная величина входного сопротивления для схем включения: с общим эмиттером, общей базой и общим коллектором
- наименьшее входное сопротивление, высокие входные сопротивления в схемах с общим эмиттером и общим коллектором
  - наименьшее входное сопротивление в схеме с общим коллектором, наибольшее в схеме с общим эмиттером

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи. Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

**Критерии оценивания результатов тестирования:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

**2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ**

**Компетентностно-ориентированная задача № 1**

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с инвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 4.

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с неинвертирующим включением операционного усилителя для получения

коэффициента усиления равного 10.

Дано инвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

Дано неинвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

### **Компетентностно-ориентированная задача № 2**

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с инвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 3.

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с неинвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 9.

Дано инвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 9 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

Дано неинвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 9 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

### **Компетентностно-ориентированная задача № 3**

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с инвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 2.

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с неинвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 8.

Дано инвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 8 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

Дано неинвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 8 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

### **Компетентностно-ориентированная задача № 4**

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с инвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 4.

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с неинвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 10.

Дано инвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему

равно входное сопротивление такой схемы?

Дано неинвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

### Компетентностно-ориентированная задача № 5

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с инвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 2.

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с неинвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 8.

Дано инвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

Дано неинвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

### Компетентностно-ориентированная задача № 6

Согласно номера варианта и статических характеристик биполярного транзистора выполнить графоаналитические расчеты для усилительного каскада по схеме с общим эмиттером (ОЭ) :

а) записать исходные данные:

марка транзистора \_\_\_\_\_ тип транзистора \_\_\_\_\_

напряжение источника питания коллекторной цепи  $E_K = \underline{\hspace{2cm}}$  В;

активное сопротивление нагрузки  $R_H = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом;

постоянная составляющая тока базы  $I_{B0} = \underline{\hspace{2cm}}$  мА;

амплитудное значение переменной

составляющей тока ( амплитуда усиливаемого сигнала)  $I_{Bm} = \underline{\hspace{2cm}}$  мА.

б) нарисовать электрическую принципиальную схему усилителя с учетом обеспечения режима постоянного тока с помощью одного резистора  $R_B$  от источника  $E_K$  ( схема смещения фиксированным током базы );

в) нарисовать входные и выходные статические характеристики транзистора для схемы с ОЭ;

г) записать уравнение Кирхгофа для выходной цепи и построить линию нагрузки;

д) найти на линии нагрузки рабочий участок, т.е. точки, которые соответствуют токам базы  $I_{Bmin} = I_{B0} - I_{mB}$  и  $I_{Bmax} = I_{B0} + I_{mB}$ , определить и обозначить рабочую точку усилителя – точку пересечения линии нагрузки и характеристики, которая соответствует  $I_{B0}$ ;

е) определить графически  $I_{Kmin}$ ,  $I_{Kmax}$ ,  $U_{KЭmin}$ ,  $U_{KЭmax}$  – по выходным характеристикам и  $U_{BЭmin}$ ,  $U_{BЭmax}$  – по входным;

ж) построить на характеристиках временные диаграммы токов и напряжений и выявить наличие или отсутствие искажений формы сигнала;

з) рассчитать для линейного ( малоискажающего ) режима входное сопротивление  $R_{ВХ}$ , а также коэффициенты усиления по току  $K_I$ , по напряжению  $K_U$  и по мощности  $K_P$ . Найти полезную мощность в нагрузке  $P_H$  и мощность  $P_K$ , рассеиваемую в коллекторе.

### Компетентностно-ориентированная задача № 7

По заданным статическим характеристикам биполярного транзистора определить параметры каскада в режиме переключения мощности ( в ключевом режиме работы):

а) записать исходные данные:

марка транзистора \_\_\_\_\_ тип транзистора \_\_\_\_\_

напряжение источника питания коллекторной цепи  $E_K = \underline{\hspace{2cm}}$  В;

активное сопротивление нагрузки  $R_H = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом;

б) нарисовать электрическую принципиальную схему усилителя в ключевом режиме с учетом обеспечения надежного закрытия транзистора при нулевом входном сигнале с помощью источника  $E_B$  и резистора  $R_B$ ;

в) нарисовать входные и выходные статические характеристики транзистора для схемы с ОЭ;

г) построить линию нагрузки;

д) рассчитать ток базы включения  $I_{БВКЛ}$ ;

е) определить графически остаточное напряжение открытого ключа  $U_{ОСТ}$  – напряжение коллектор – эмиттер в режиме насыщения, выходной ток  $I_{КВКЛ}$ ;

ж) рассчитать мощность  $P_{ВХ}$ , необходимую для открывания ключа, мощность  $P_{К ВКЛ}$ , рассеиваемую на коллекторе транзистора в состоянии "включено " и сопротивление транзистора  $R_{ВКЛ}$  в состоянии "включено ";

з) построить временные диаграммы токов и напряжений.

### Компетентностно-ориентированная задача № 8

По заданной марке и статическим характеристикам полевого транзистора выполнить графоаналитические расчеты для усилительного каскада с общим истоком ( ОИ ):

а) записать исходные данные:

марка транзистора \_\_\_\_\_ тип транзистора \_\_\_\_\_ канал типа \_\_\_\_\_

напряжение источника питания стоковой цепи  $E_C = \underline{\hspace{2cm}}$  В;

параметры рабочей точки:

значение тока стока при отсутствии входного сигнала  $I_{C0} = \underline{\hspace{2cm}}$  мА;

значение напряжения сток-исток при отсутствии входного сигнала  $U_{СИ0} = \underline{\hspace{2cm}}$  В.

б) нарисовать электрическую принципиальную схему усилителя с ОИ;

в) нарисовать входную (сток-затворную) и выходную ( стокую ) характеристики полевого транзистора с ОИ;

г) показать рабочую точку ( по заданным  $I_{C0}$ ,  $U_{СИ0}$ );

д) рассчитать малосигнальные электрические параметры и построить эквивалентную схему полевого транзистора на низкой частоте;

е) построить линию нагрузки;

- ж) построить на характеристиках временные диаграммы токов и напряжений и выявить наличие или отсутствие искажений формы сигнала;
- з) для линейного ( малоискажающего ) режима усиления определить входное сопротивление  $R_{ВХ}$  и выходное  $R_{ВЫХ}$ , а также коэффициенты усиления по току  $K_I$ , по напряжению  $K_U$  и по мощности  $K_P$ .

### Компетентностно-ориентированная задача № 9

По заданной марке и статическим характеристикам полевого транзистора выполнить графоаналитические расчеты для усилительного каскада с общим истоком ( ОИ ):

а) записать исходные данные:

марка транзистора \_\_\_\_\_ тип транзистора \_\_\_\_\_ канал типа \_\_\_\_\_  
напряжение источника питания стоковой цепи  $E_C =$  \_\_\_\_\_ В;

параметры рабочей точки:

значение тока стока при отсутствии входного сигнала  $I_{C0} =$  \_\_\_\_\_ мА;

значение напряжения сток-исток при отсутствии входного сигнала  $U_{СИ0} =$  \_\_\_\_\_ В.

б) нарисовать электрическую принципиальную схему усилителя с ОИ;

в) нарисовать входную (стоко-затворную) и выходную ( стоковую ) характеристики полевого транзистора с ОИ;

г) показать рабочую точку ( по заданным  $I_{C0}$ ,  $U_{СИ0}$ );

д) рассчитать малосигнальные электрические параметры и построить эквивалентную схему полевого транзистора на низкой частоте;

е) построить линию нагрузки;

ж) построить на характеристиках временные диаграммы токов и напряжений и выявить наличие или отсутствие искажений формы сигнала;

з) для линейного ( малоискажающего ) режима усиления определить входное сопротивление  $R_{ВХ}$  и выходное  $R_{ВЫХ}$ , а также коэффициенты усиления по току  $K_I$ , по напряжению  $K_U$  и по мощности  $K_P$ .

### Компетентностно-ориентированная задача № 10

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с инвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 2.

Рассчитайте значения сопротивлений обратной связи в схеме с неинвертирующим включением операционного усилителя для получения коэффициента усиления равного 8.

Дано инвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

Дано неинвертирующее включение операционного усилителя с резисторами в схеме отрицательной обратной связи равными 10 кОм. Чему равно входное сопротивление такой схемы?

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

**Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа). 2-1 балла выставляется обучающемуся, если

решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена