

Ячейка типа «идеальный диод»

Когда функция меняется в милливольтном диапазоне (т.е. до 1 В) не удаётся на обычных диодах (из-за наличия прямого падения на переходе) реализовать функциональный преобразователь. С помощью ОУ можно реализовать ячейку «идеальный диод».

Принципиальная электрическая схема имеет вид ⇨

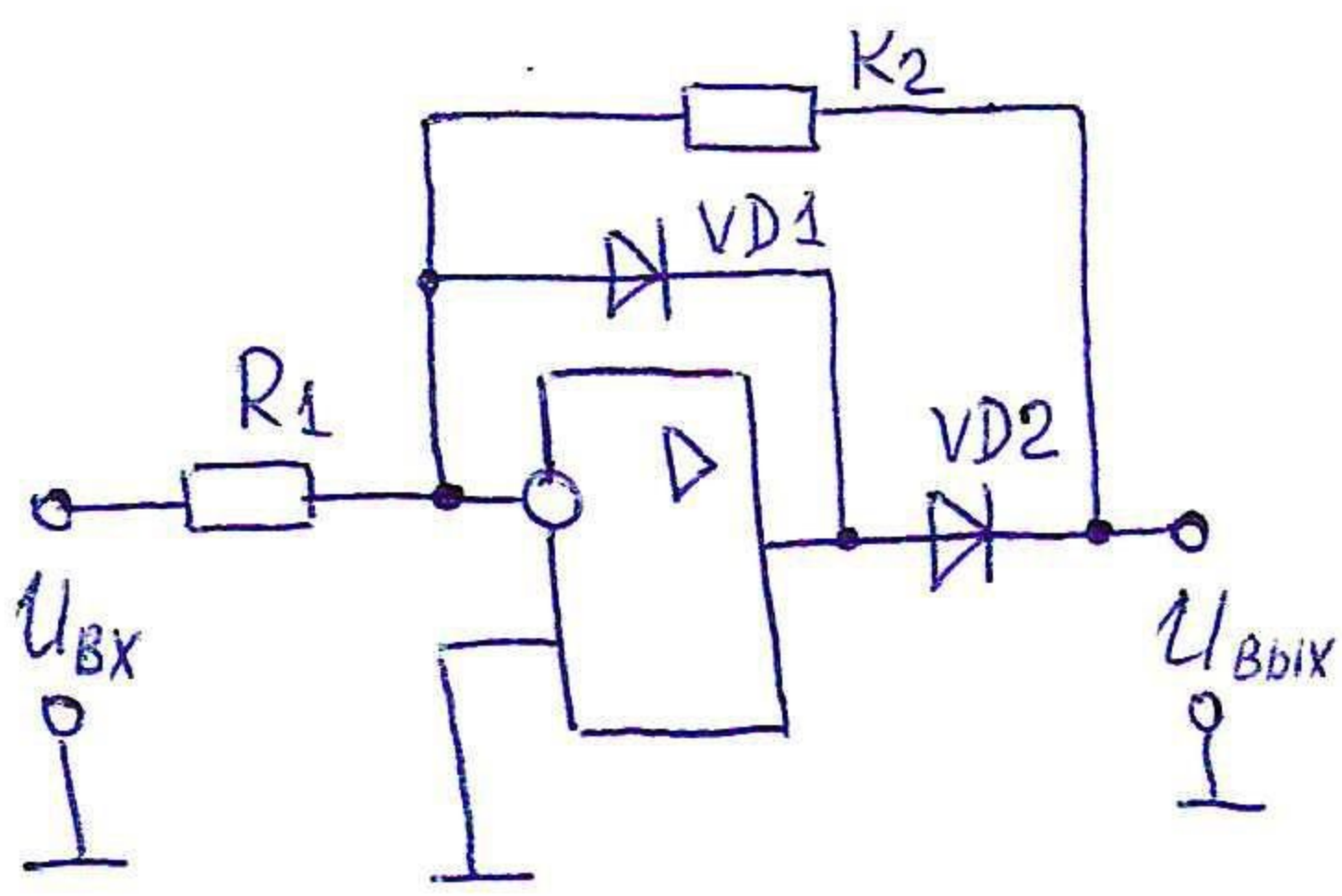
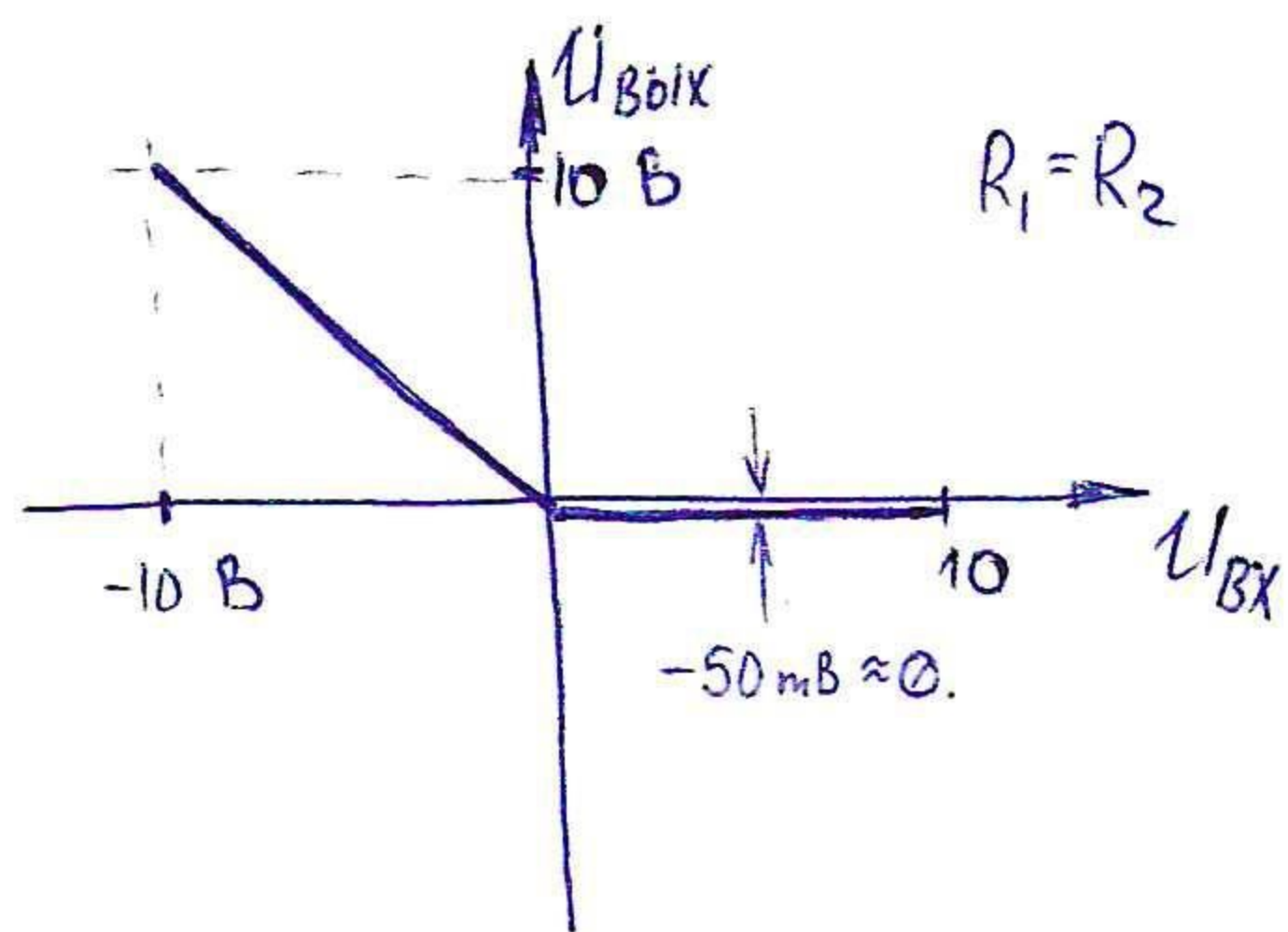


Схема представляет собой однополупериодный выпрямитель, построен на основе инвертирующего усилителя, содержащего диоды в цепи обратной связи.



▷ При положительной полярности $U_{вх}$ на выходе $U_{вых} < 0$, открыт диод $VD1$, диод $VD2$ - закрыт. На выход схемы через резистор R_2 поступает напряжение с инвертирующего входа. Если не учитывать обратного тока $VD2$ и $U_{см.}$, то можно считать, что $U_{вых} \approx 0$.

Реально, $U_{вых} = -I_{обр.} \cdot R_2 = -0,5 \text{ мкА} \cdot 100 \text{ кОм} = -50 \text{ мВ}$.

▷ При отрицательной полярности $U_{вх}$ на выходе появится положительное напряжение, диод $VD1$ закрывается, диод $VD2$ откроется при $U_{ак} \geq 0,5 \text{ В}$, для этого необходимо

$$U_{вх} = \frac{U_{ак}}{A} = \frac{0,5 \text{ В}}{10000} = 50 \text{ мкВ} \approx 0. \text{ Выходное напряжение определяется}$$

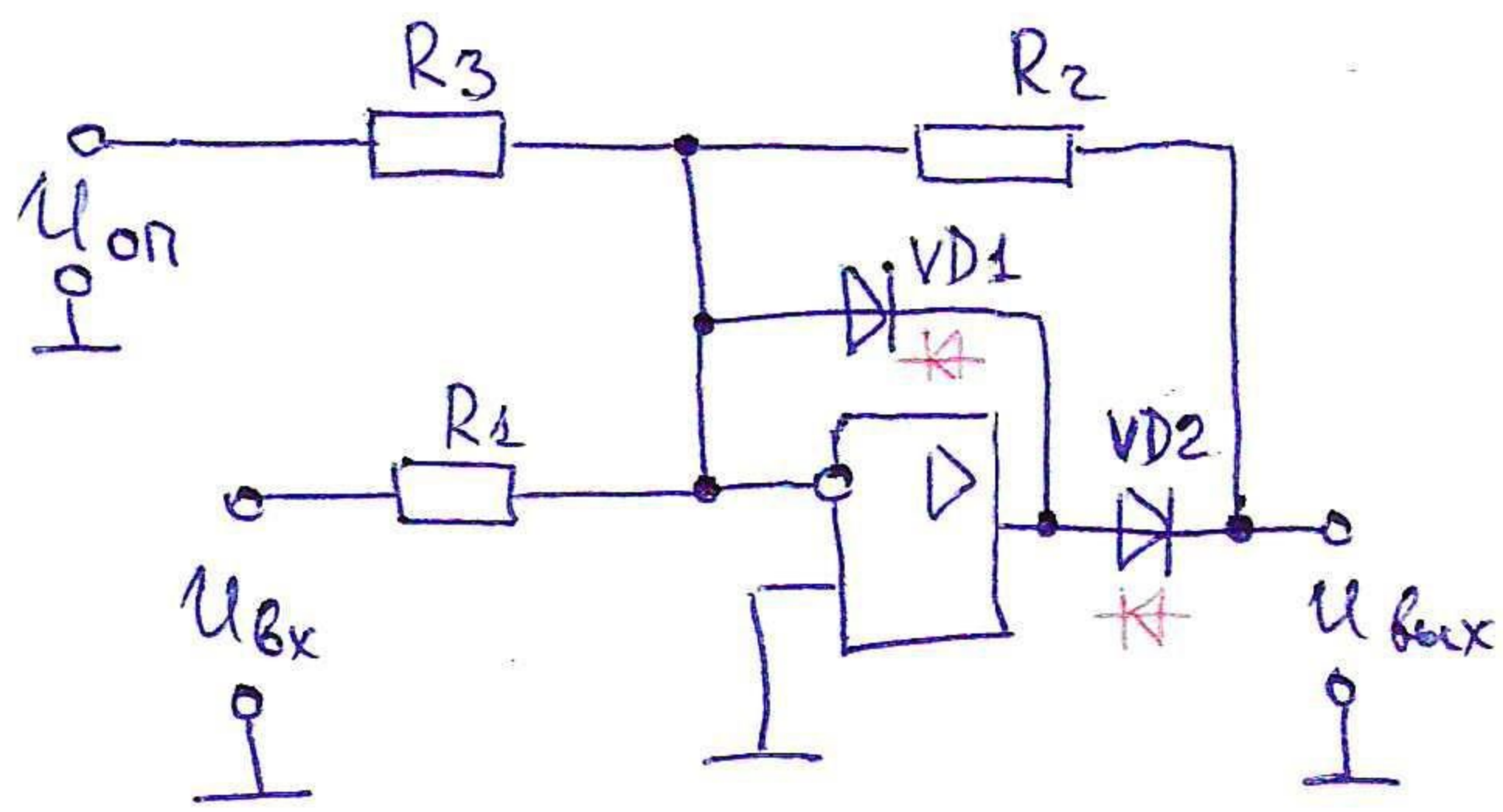
се выражением $U_{вых} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{вх}$. Поскольку диод $VD2$

входит в последовательную цепь контура О.О.С, то падение на нём не сказывается на выходном напряжении. Таким образом, в подобных выпрямителях целесообразнее использовать кремниевые диоды (большее прямое падение, но меньший обратный ток), чем германиевые.

Выходное сопротивление схемы равно R_2 при положительном входном сигнале и близко к нулю - при отрицательном. Это следует учитывать при подсоединении последующих цепей. $R_{вх} = R_1!$

Рассмотренная ячейка может выполнять роль отдельного участка кусочно-линейного аппроксиматора.

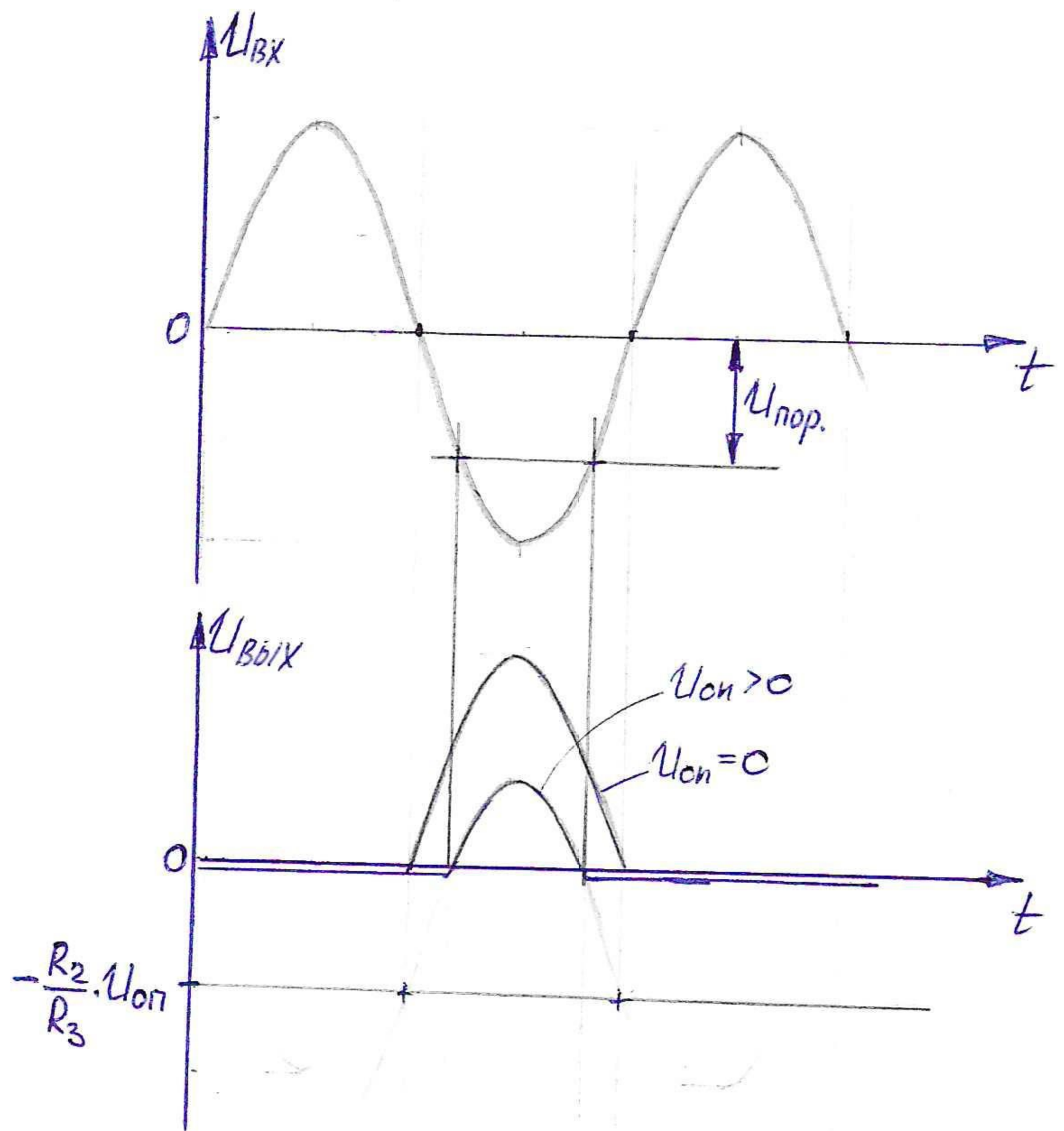
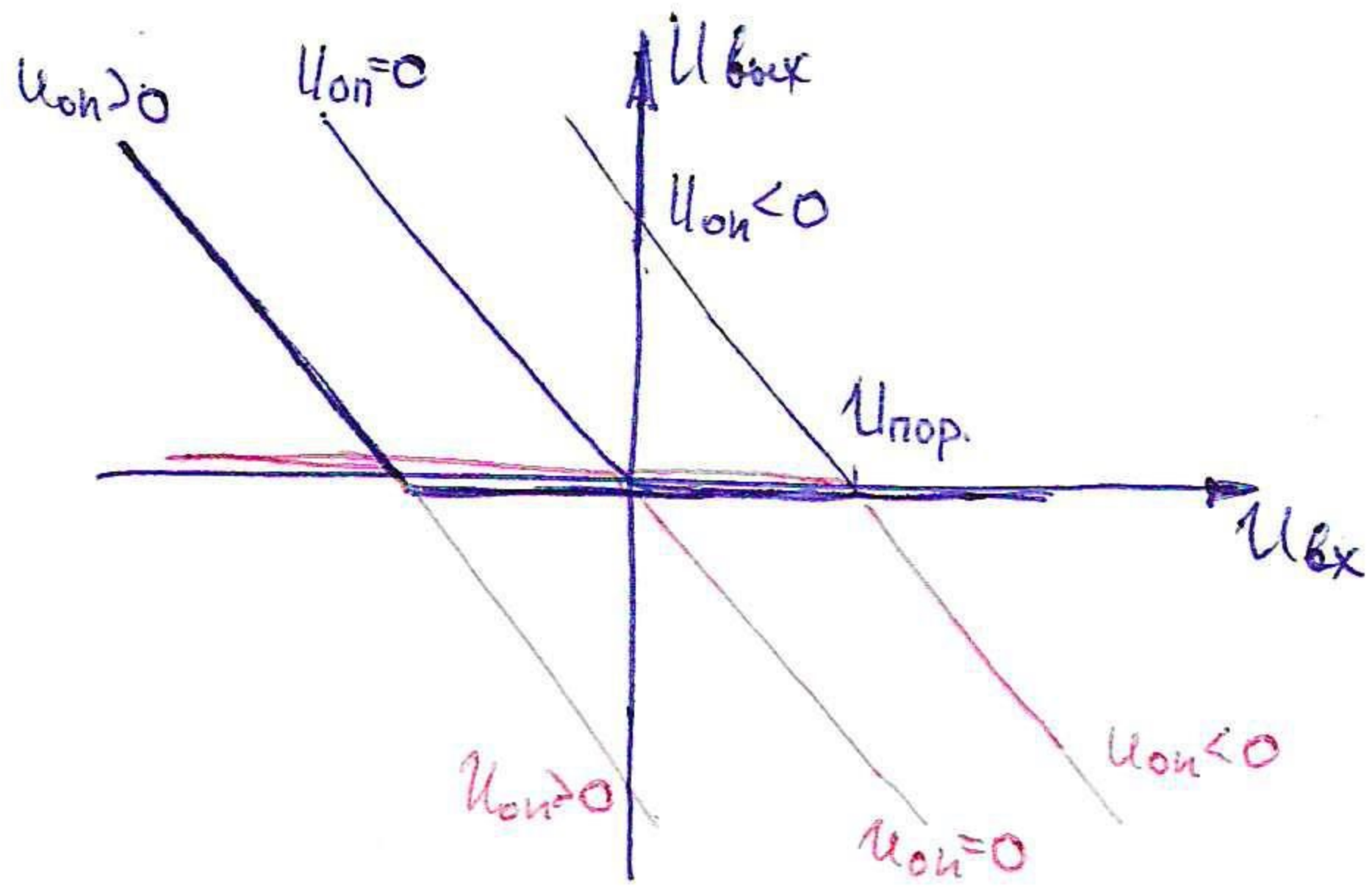
Для того, чтобы изменить порог срабатывания элемента нужно в схему подать напряжение от источника опорного напряжения через резистор R_3 .



Если $VD1$ - закрыт, а $VD2$ открыт, тогда

$$U_{вых} = - \underbrace{\frac{R_2}{R_1}}_{\text{НАКЛОН АХ}} \cdot U_{вх} - \underbrace{\frac{R_2}{R_3}}_{\text{сдвиг АХ}} \cdot U_{оп};$$

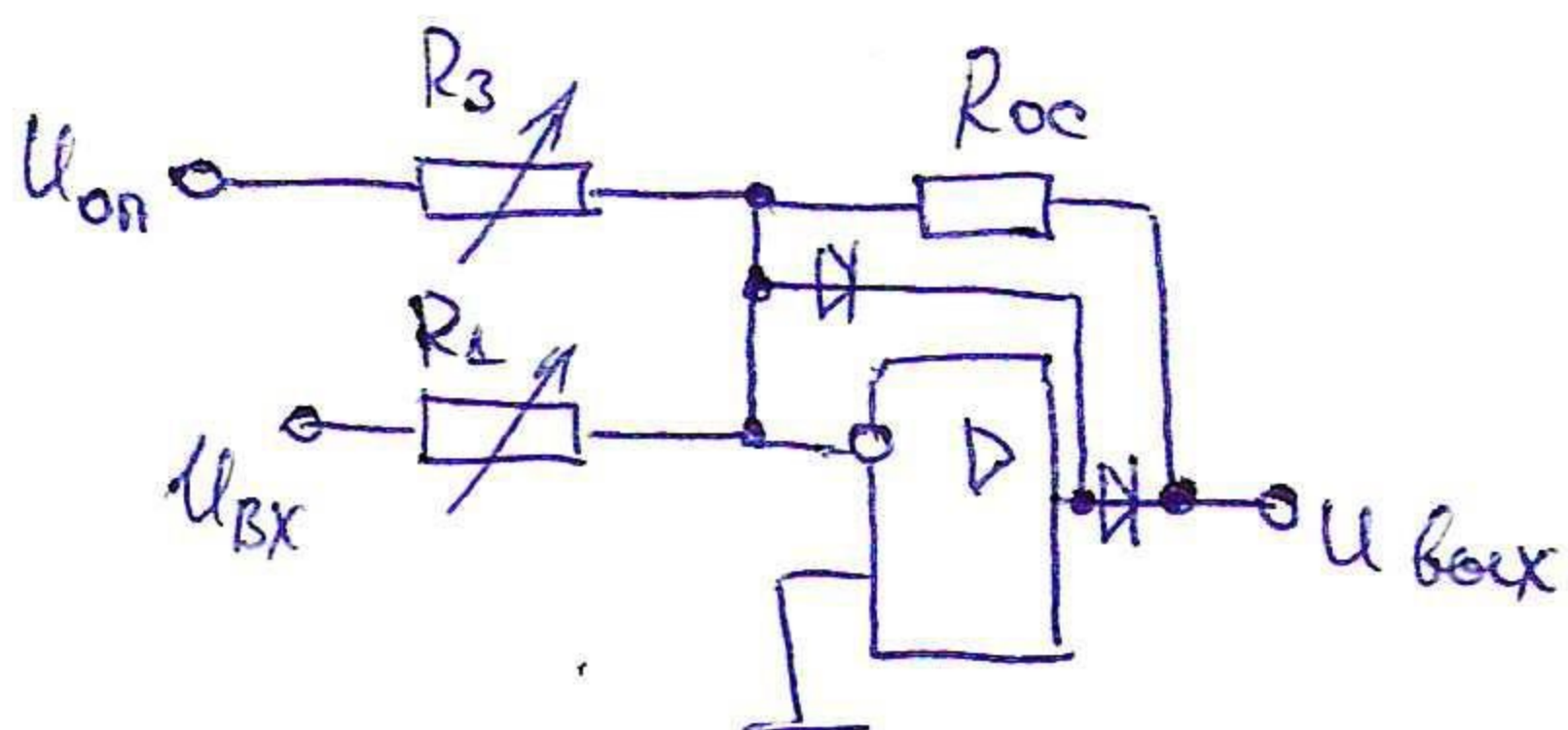
$$U_{пор.} = U_{вых} |_{U_{вх}=0} = - \frac{R_2}{R_3} \cdot U_{оп} \cdot \frac{R_1}{R_2} = - \frac{R_1}{R_3} U_{оп}$$



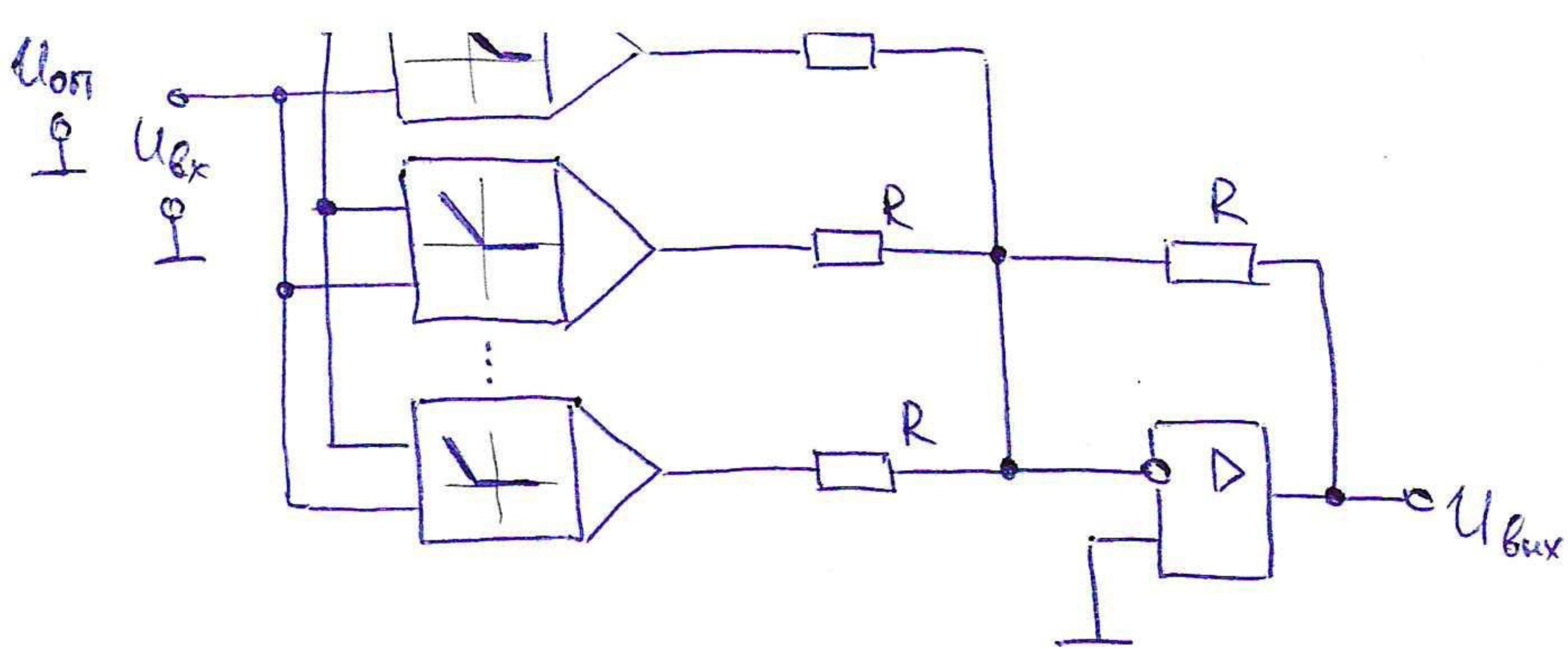
В результате получена элементка, в которой можно регулировать как крутизну, так и порог срабатывания.

Такую элементку можно использовать в составе кусочно-линейного аппроксиматора.

В качестве $U_{оп}$ можно использовать напряжение $U_{пит}$.



$R_1 \uparrow$ - наклон АХ (правда, порог тоже изм-ся)
 $R_3 \uparrow$ - порог срабатывания.



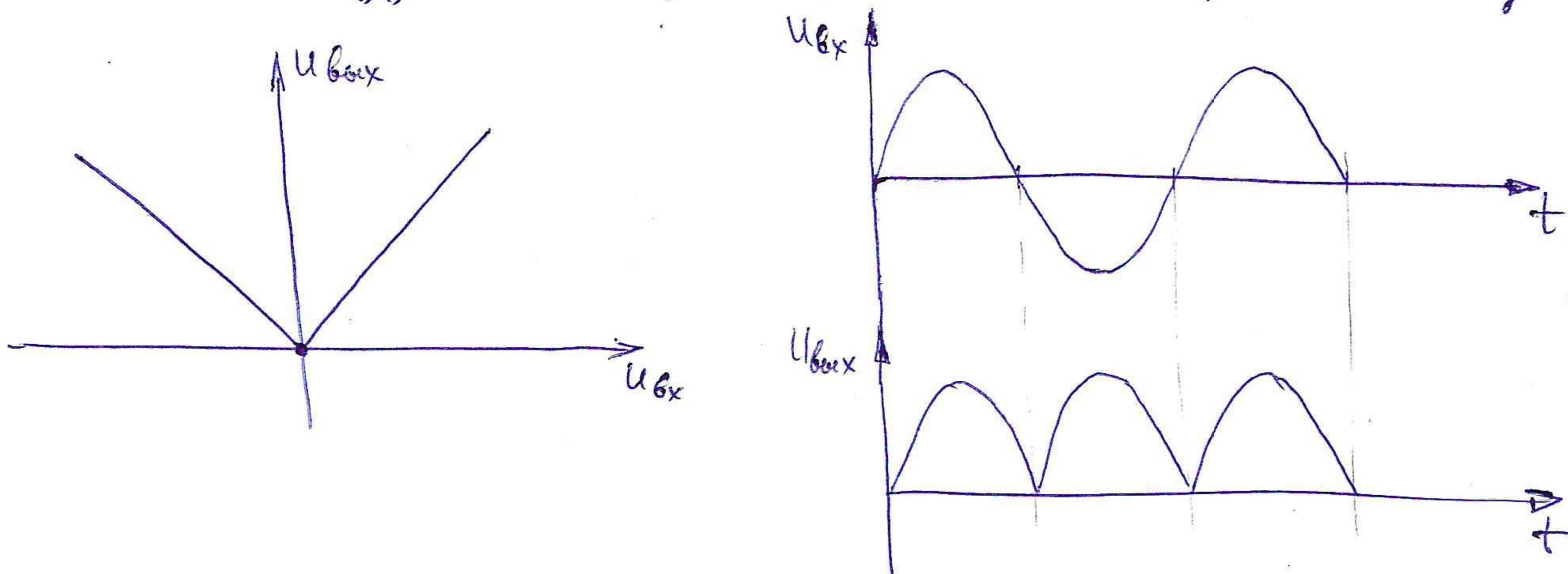
Выходные сигналы со всех элементов ^{складываются} (суммируются) с помощью схемы инвертирующего сумматора.

- Надо помнить, что 1) ДФП воспроизводит только монотонные функции.
- 2) Объединяя схемы ДФП со схемами инвертирования, усиления, суммирования и т.п. можно реализовать практически любую непрерывную функцию.
- 3) Все операции выполняются мгновенно.

На базе элемента "идеальный диод" можно построить **ТОЧНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ**.

Схема предназначена для получения на выходе абсолютной величины входного сигнала (но без потери напряжения на прямосмещённом переходе выпрямительных диодов). Можно использовать для выпрямления сигналов переменного тока в милливольтовом диапазоне.

Амплитудная характеристика и временные диаграммы:



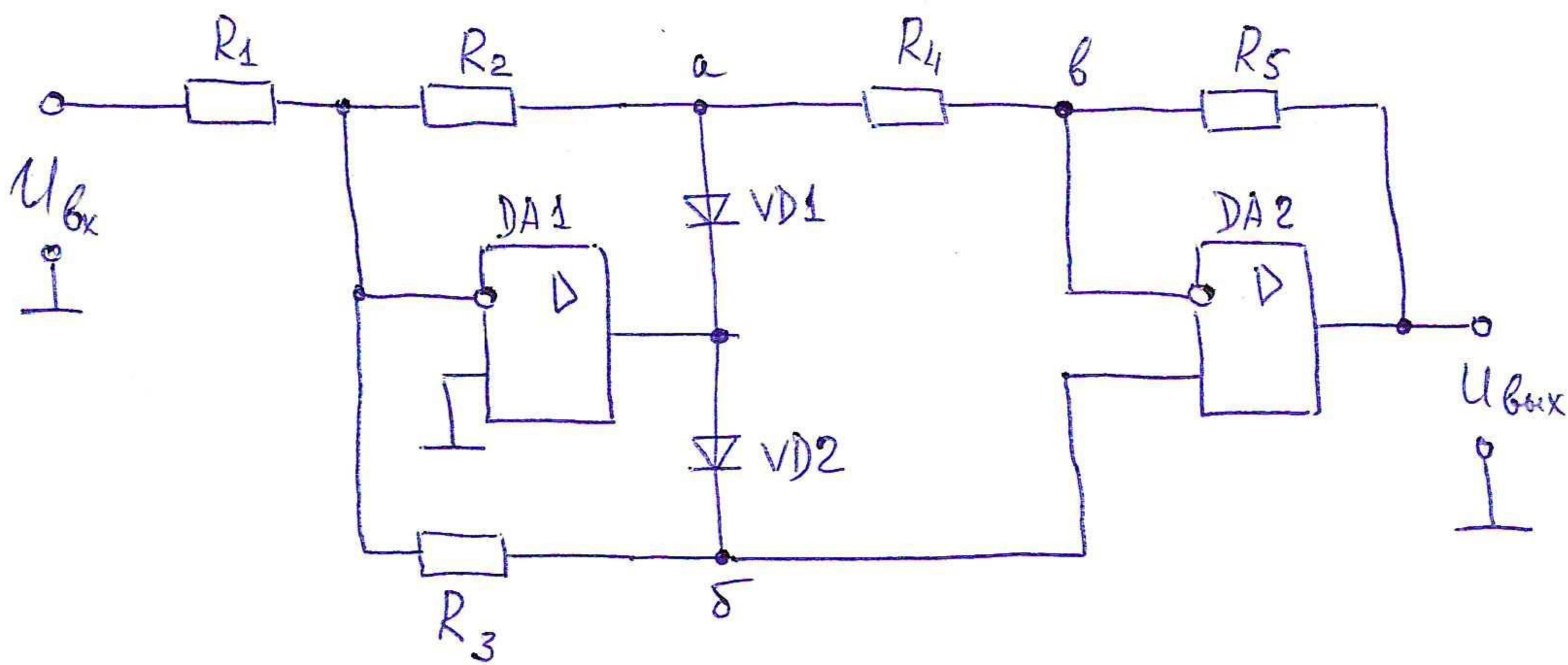


Схема работает следующим образом.

Примем все резисторы равными: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5$!

▷ При положительном входном напряжении на выходе DA1 появится отрицательное напряжение. VD1 - откроется, VD2 - закроется. Напряжение $U_a = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{вх} = -U_{вх}$. Так как неинвертирующий вход DA2 через R3 подключен к потенциально заземлённой точке, то DA2 оказывается в режиме инвертирующего усилителя по отношению к U_a с коэффициентом передачи $-\frac{R_5}{R_4}$. $U_{вых} = -U_a = U_{вх}$.

▷ При отрицательном $U_{вх}$ напряжение на выходе DA1 становится положительным, VD1 - закрывается, VD2 - открывается. Усилитель DA2 становится неинвертирующим по отношению к U_{δ} с

$$K_{U2} = 1 + \frac{R_5}{R_2 + R_4}, \text{ поскольку } R_2 \text{ подключен к потенциально}$$

заземлённому входу DA1. При равенстве всех резисторов

$$K_{U2} = 1,5. \text{ Необходимо найти напряжение в точке } \delta.$$

Поскольку потенциалы точек δ и b равны ($\Delta U = 0$), то коэффициент передачи DA1 $K_{U1} = \frac{-((R_2 + R_4) \parallel R_3)}{R_1} = -\frac{2}{3}$. Общий

$$\text{коэффициент усиления } K_U = K_{U1} \cdot K_{U2} = -\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2} = -1.$$

Тогда, $U_{вых} = -U_{вх}$.

Тем самым, при любой полярности $U_{вх}$ на выходе $U > 0$!

Проанализировать: $R_1 = R_2 = R_4 = R$; $R_3 = R_5 = 2 \cdot R$.

Существует множество подобных схем, отличающихся значениями $R_{вх}$, $R_{вых}$, K_u .

Самостоятельно проанализировать работу следующей схемы:

(сначала при $+U_{вх}$, затем при $-U_{вх}$).

