



Кафедра РЛ-1, Секция № 4

## « ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА И МИКРОПРОЦЕССОРЫ »

Отчёт по лабораторным работам

Группа				
Студент				
<b>Исследование шифраторов, дешифраторов и мультиплексоров</b>				
Подготовка				
Выполнение				
Защита				
<b>Исследование регистров</b>				
Подготовка				
Выполнение				
Защита				
<b>Исследование счётчиков</b>				
Подготовка				
Выполнение				
Защита				
<b>Исследование триггеров</b>				
Подготовка				
Выполнение				
Защита				
<b>Исследование ЦАП</b>				
Подготовка				
Выполнение				
Защита				
<b>Исследование АЦП</b>				
Подготовка				
Выполнение				
Защита				

МОСКВА 2023 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИГГЕРОВ

Цель работы: изучение методов построения и режимов работы различных схем триггеров, распространенных в цифровой и импульсной технике.

### 1. Исследование триггеров с коллекторно-базовыми связями на биполярных транзисторах.

1.1 Исследование симметричного триггера с отдельным запуском (рисунок 1.1).

Симметричный триггер с отдельным запуском реализуется на первой схеме лабораторного макета. Рабочее состояние обеспечивается при поданных напряжениях питания ( $+E_{п} = +12\text{ В}$ ) и смещения ( $-E_{см} = -12\text{ В}$ ).

$$U^0 = \quad U_{бн} =$$

$$U^1 = \quad U_{бо} =$$

Вывод:

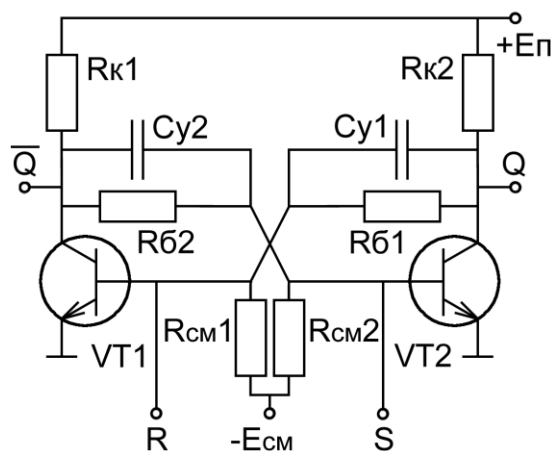


Рисунок 1.1 – Схема симметричного триггера с отдельным запуском (RS триггер)

1.2 Исследование симметричного триггера с общим счетным запуском по базам (рисунок 1.2).

Симметричный триггер с отдельным запуском реализуется на первой схеме лабораторного макета. Особенность данного триггера – наличие одного счетного входа С. Рабочее состояние обеспечивается при поданных напряжениях питания ( $+E_{п} = +12\text{ В}$ ) и смещения ( $-E_{см} = -12\text{ В}$ ).

Чувствительность запуска триггера:

$$U_{пн} =$$

$$U_{пв} =$$

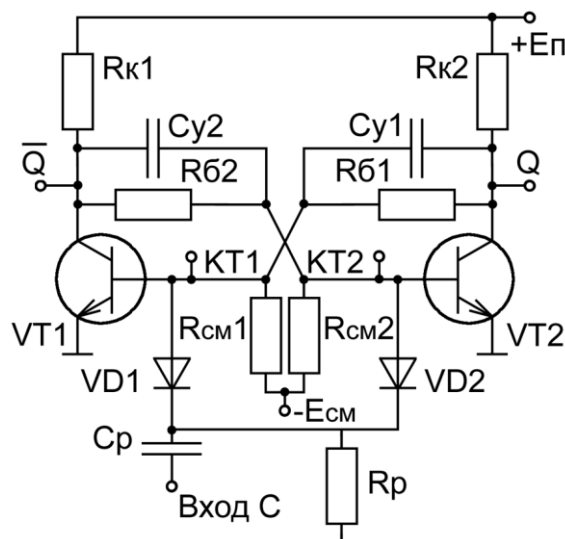
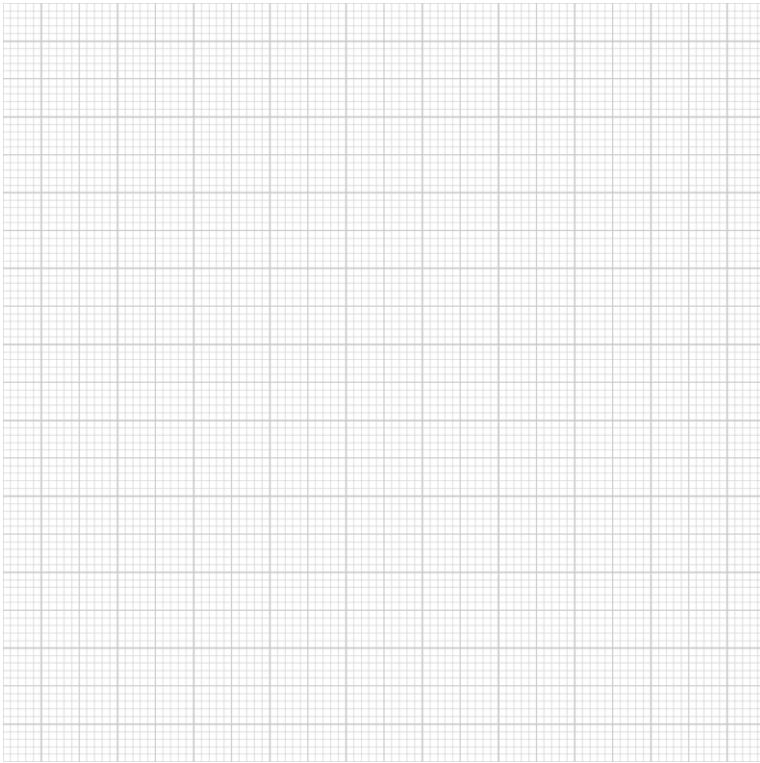


Рисунок 1.2 – Схема симметричного триггера с общим счетным запуском (Т триггер)



Вывод:

Рисунок 1.3 – Осциллограммы напряжений в контрольных точках

1.3 Исследование симметричного триггера с управляемым счетным запуском по базам (рисунок 1.4).

Симметричный триггер с управляемым счетным запуском реализуется на первой схеме лабораторного макета. Особенность данного триггера – наличие одного счетного входа С и управляющих резисторов  $R_{упр1}$  и  $R_{упр2}$ . Рабочее состояние обеспечивается при поданных напряжениях питания ( $+E_{п} = +12\text{ В}$ ) и смещения ( $-E_{см} = -12\text{ В}$ ).

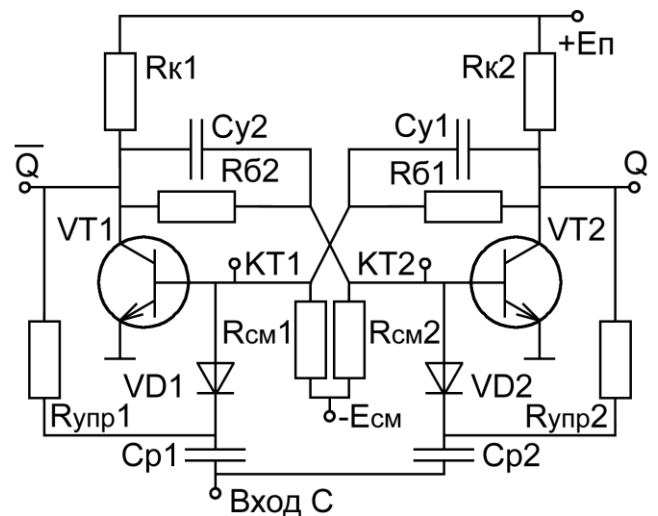


Рисунок 1.4 – Схема симметричного триггера с управляемым запуском (Т триггер)

$U_{пн} =$

$U_{пв} =$

Вывод:

## 2. Исследование несимметричного триггера с эмиттерной связью

### (триггер Шмитта) (рисунок 2.1)

2.1 Исследование процесса формирования триггером Шмитта прямоугольных импульсов из сигнала произвольной формы. Триггер Шмитта реализуется на второй схеме лабораторного макета. Рабочее состояние обеспечивается при поданном напряжении питания (+Eп = +12 В).

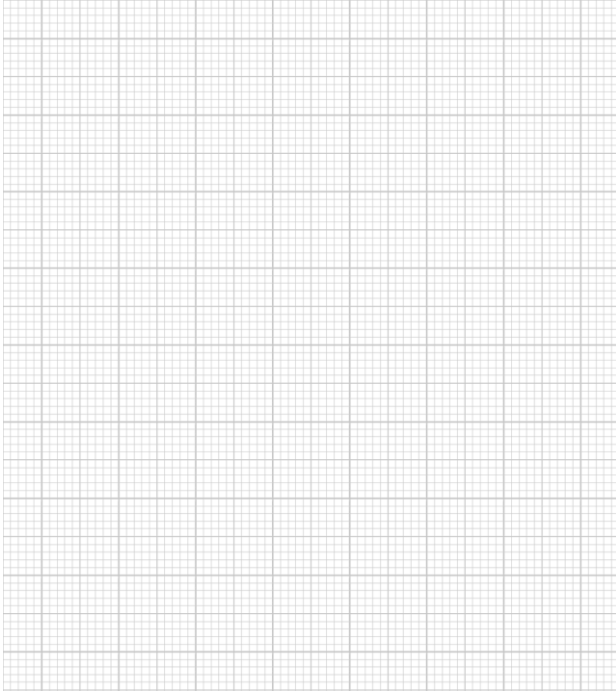


Рисунок 2.2 – Осциллограммы напряжений в контрольных точках

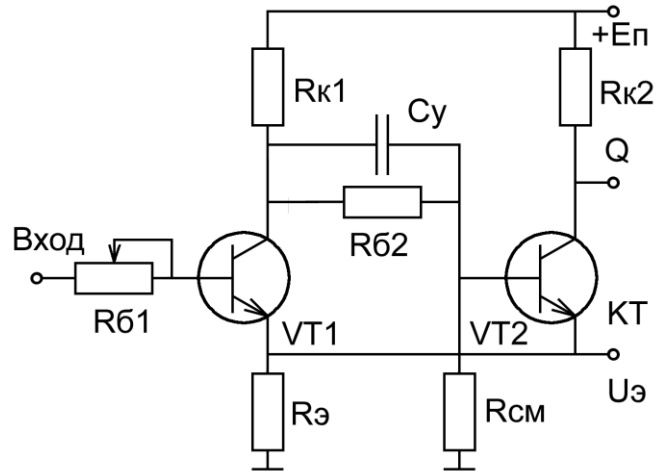


Рисунок 2.1 – Схема несимметричного триггера с эмиттерной связью (триггер Шмитта)

Вывод:

2.2 Определение порогов срабатывания и отпускания триггера Шмитта. Построение проходной характеристики (зависимость  $U_{вых}$  от  $U_{вх}$ ).

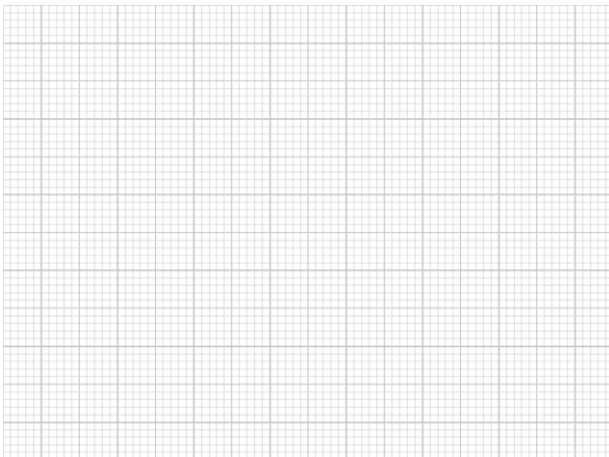


Рисунок 2.3 – Проходная характеристика триггера Шмитта

$$U_0 = \quad U_1 =$$

$$U_{ср} = \quad U_{отп} =$$

Вывод:

2.3 Исследование влияния входного сопротивления ( $R_{61}$ ) на работу триггера Шмитта.

Вывод:

### 3 Исследование триггеров на интегральных логических элементах

Триггеры на логических элементах реализуются на третьей части лабораторного макета.

#### 3.1 Исследование RS-триггера

Таблица 1 – Таблица истинности RS-триггера

$R$	$S$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим
0	1			
1	0			
0	0			
1	1			

Вывод:

#### 3.2 Исследование RSC-триггера

Таблица 2 – Таблица истинности RSC-триггера

$R$	$S$	$C$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим
1	0	$\perp$			
0	1	$\perp$			
0	0	X			
X	X	0			
1	1	1			

Вывод:

#### 3.3 Исследование D-триггера

Таблица 3 – Таблица истинности D-триггера

$D$	$C$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим
0	$\perp$			
1	$\perp$			
X	0			
D	1			

Вывод:

#### 3.4 Исследование JK-триггера

Таблица 4 – Таблица истинности JK-триггера

$K$	$J$	$C$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим
1	0	$\perp$			
0	1	$\perp$			
0	0	X			
X	X	0			
1	1	$\perp$			

Вывод:

3.5 Исследование D-триггера, построенного на основе JK-триггера  
 Таблица 5 – Таблица истинности D-триггера

$D$	$C$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим
0	Л			
1	Л			
X	0			

Вывод:

3.6 Исследование T-триггера  
 Таблица 6 – Таблица истинности T-триггера

$T$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим
Л			
0			

Вывод:

3.7 Исследование временных параметров T-триггера



Вывод:

Рисунок 3.1 – Осциллограммы напряжений в контрольных точках

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРО-АНАЛОГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ЦАП)

Цель работы: изучение принципов построения и исследование основных характеристик цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).

## 1 Исследование ЦАП на матрице R-2R (с суммированием напряжений)

**1.1 Определение напряжение смещения нуля на выходе ЦАП1.** На входе ЦАП1 устанавливается код 0 (ключи S1.0...S1.7 в положении "0").

$$U_{см} =$$

**1.2 Определите максимального напряжения на выходе ЦАП1.** На входе ЦАП1 устанавливается код 255 (ключи S1.0...S1.7 в положении "1").

$$U_{max} =$$

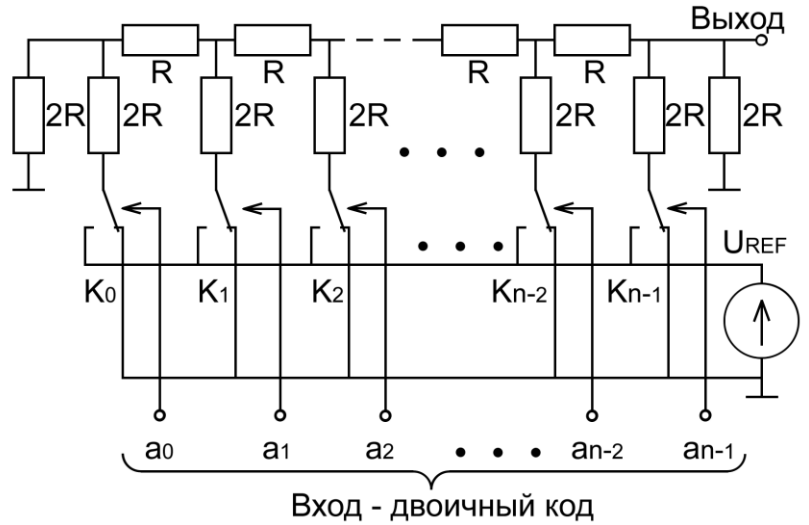


Рисунок 1.1 - ЦАП на матрице R-2R (с суммированием напряжений)

**1.3 Определение зависимости выходного напряжения ЦАП1 от входного кода для трех участков диапазона преобразования**

$$K1_{10} = \quad K1_2 = \quad U1(K1) =$$

$$K2_{10} = \quad K2_2 = \quad U2(K2) =$$

$$K3_{10} = \quad K3_2 = \quad U3(K3) =$$

Вывод:

**1.4 Определение относительной и абсолютной разрешающей способности ЦАП1**

$$\delta = \frac{1}{2^n - 1} =$$

$$h = U_{max} \cdot \delta =$$

**1.5 Определение относительной нелинейности ЦАП1**

$$\varepsilon = \frac{|h \cdot k - U(k)|}{U_{max}} ; \quad \varepsilon_1 = \quad \varepsilon_2 = \quad \varepsilon_3 = \quad \varepsilon_{max} =$$

где U(k) выходное напряжение, соответствующее коду k ;

**1.6 Сравнение полученных данных с расчетными значениями**

## 2 Исследование ЦАП на взвешенном резистивном делителе (с суммированием токов)

**2.1 Определение напряжения смещения нуля на выходе ЦАП2.** На входе ЦАП2 устанавливается код 0 (ключи S1.0...S1.7 в положении "0").

$$U_{см} =$$

**2.2 Определите максимального напряжения на выходе ЦАП2.** На входе ЦАП2 устанавливается код 255 (ключи S1.0...S1.7 в положении "1").

$$U_{max} =$$

**2.3 Определите зависимости выходного напряжения ЦАП2 от входного кода для трех участков диапазона преобразования.**

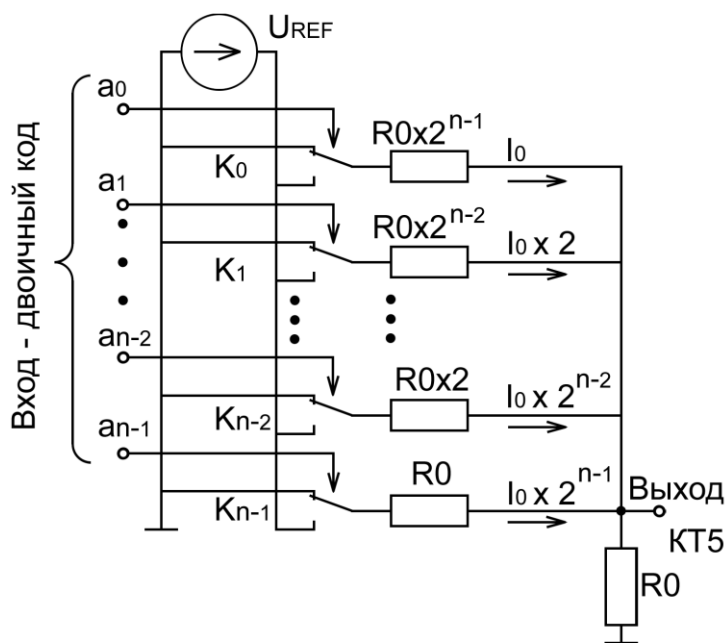


Рисунок 1.2 - ЦАП на взвешенном резистивном делителе (с суммированием токов)

$$K1_{10} =$$

$$K1_2 =$$

$$U1(K1) =$$

$$K2_{10} =$$

$$K2_2 =$$

$$U2(K2) =$$

$$K3_{10} =$$

$$K3_2 =$$

$$U3(K3) =$$

Вывод:

**2.4 Определение относительной и абсолютной разрешающей способности ЦАП1**

$$\delta = \frac{1}{2^n - 1} =$$

$$h = U_{max} \cdot \delta =$$

**2.5 Определение относительной нелинейности ЦАП1**

$$\varepsilon = \frac{|h \cdot k - U(k)|}{U_{max}}; \quad \begin{array}{l} \varepsilon_1 = \\ \varepsilon_2 = \\ \varepsilon_3 = \end{array}$$

$$\varepsilon_{max} =$$

где  $U(k)$  выходное напряжение, соответствующее коду  $k$ ;

**2.6 Сравнение полученных данных с расчетными значениями**



# ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ (АЦП)

Цель работы: изучение принципов построения и исследование основных характеристик преобразователей напряжение-код, называемых обычно аналого-цифровые преобразователи (АЦП).

## 1 Исследование АЦП последовательного действия

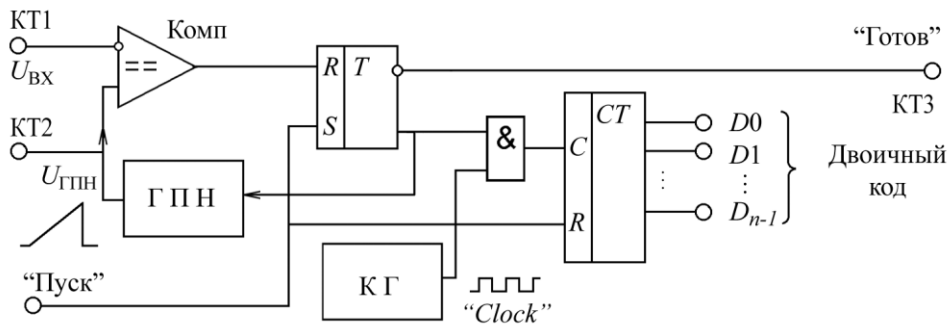


Рисунок 1.1 – Функциональная схема АЦП последовательного действия

**1.1 Исследование процесса преобразования в режиме внешнего запуска.** С генератора импульсов на вход "Запуск" поданы импульсы положительной полярности амплитудой 4 В, длительностью 1 мкс и периодом повторения равным 2 мс.

**1.1.1** Исследование процесса преобразования при заряде конденсатора С2 ГПН от генератора стабильного тока (рисунок 1.2).

**1.1.2** Исследование процесса преобразования при заряде конденсатора С2 ГПН через резистор (рисунок 1.3).

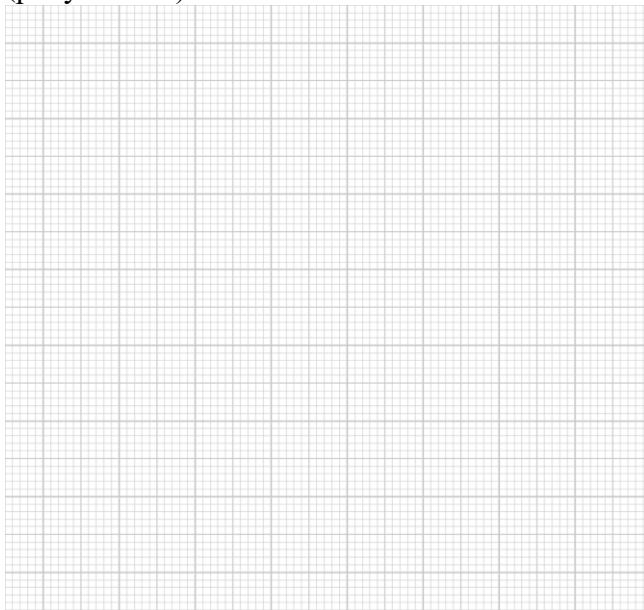


Рисунок 1.2

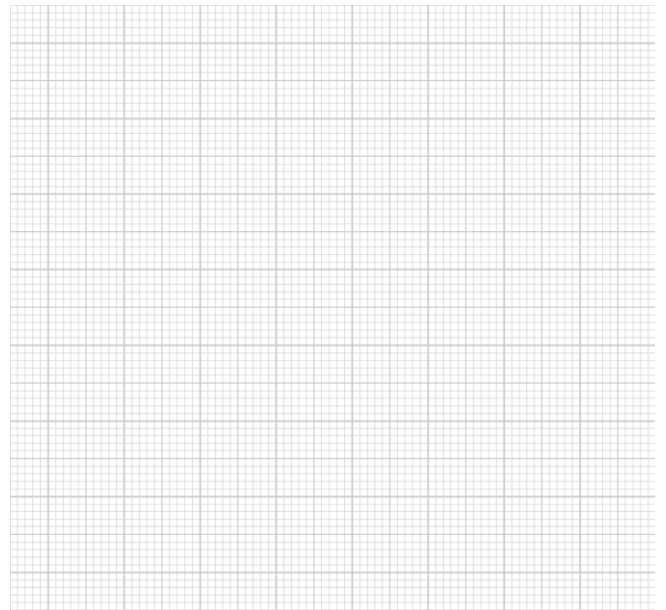


Рисунок 1.3

Осциллограммы напряжений в контрольных точках

$U_{ВХ1} =$

$t_{пр1} =$

$U_{ВХ1} =$

$t_{пр1} =$

$U_{ВХ2} =$

$t_{пр2} =$

$U_{ВХ2} =$

$t_{пр2} =$

Выводы:

**1.2 Исследование зависимости цифрового кода на выходе АЦП от уровня входного сигнала**  
Таблица 1

Напряжение $U_{вх}$ (КТ1)	Код при заряде С2 от ГСТ (ПЗ.1)	Относительная нелинейность	Код при заряде С2 от R8 (ПЗ.2)	Относительная нелинейность

**1.3 Исследование процесса преобразования аналогового сигнала в цифровой код.**

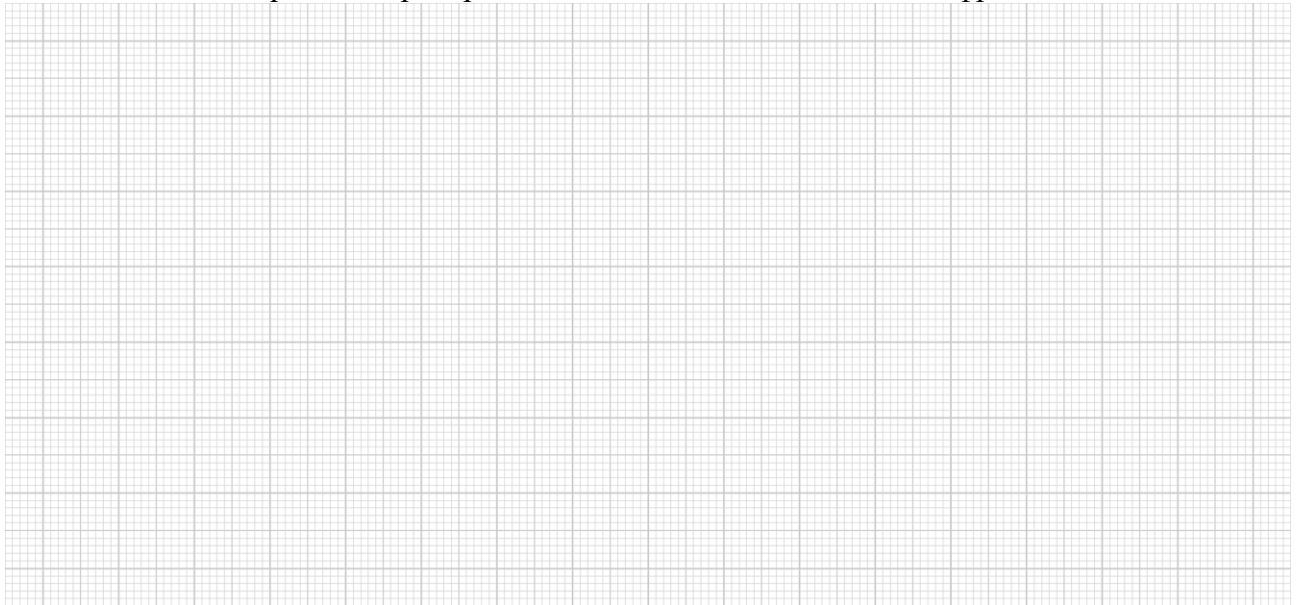


Рисунок 1.4 – Осциллограммы процесса восстановления цифрового кода в аналоговый сигнал

**1.4 Определение предельной частоты преобразования:  $f_{max} =$**

**2 Исследование АЦП поразрядного кодирования**

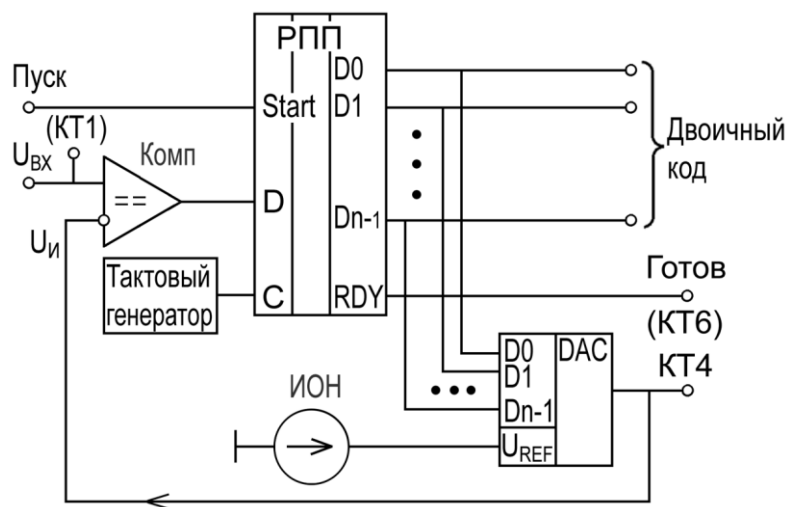


Рисунок 1.5 – Функциональная схема АЦП поразрядного кодирования

## 2.1 Исследование процесса приближения кода к искомому значению.

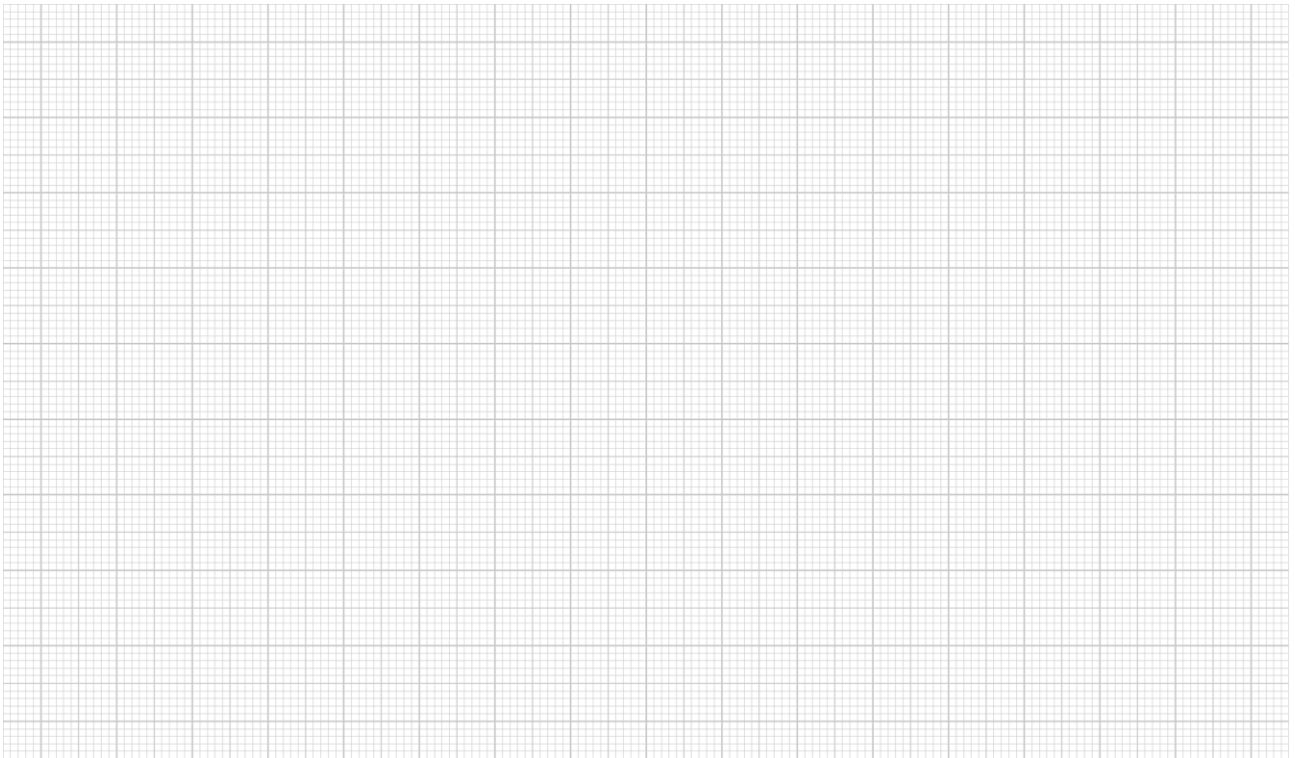


Рисунок 1.6 – Осциллограммы процесса приближения испытательного напряжения к искомому значению

Время преобразования:  $t_{пр} =$

## 2.2 Исследование процесса преобразования аналогового сигнала в цифровой код.

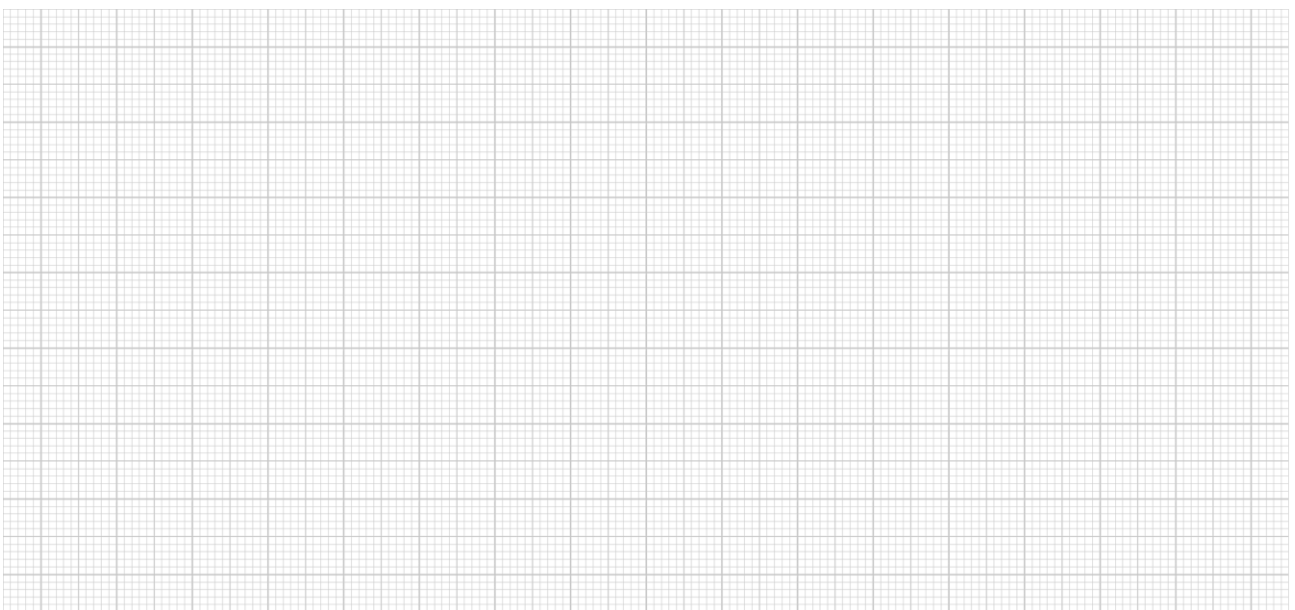


Рисунок 1.7 – Осциллограммы процесса восстановления цифрового кода в аналоговый сигнал

## 2.3 Определение предельной частоты преобразования: $f_{max} =$

Выводы:

### 3 Исследование АЦП параллельного действия

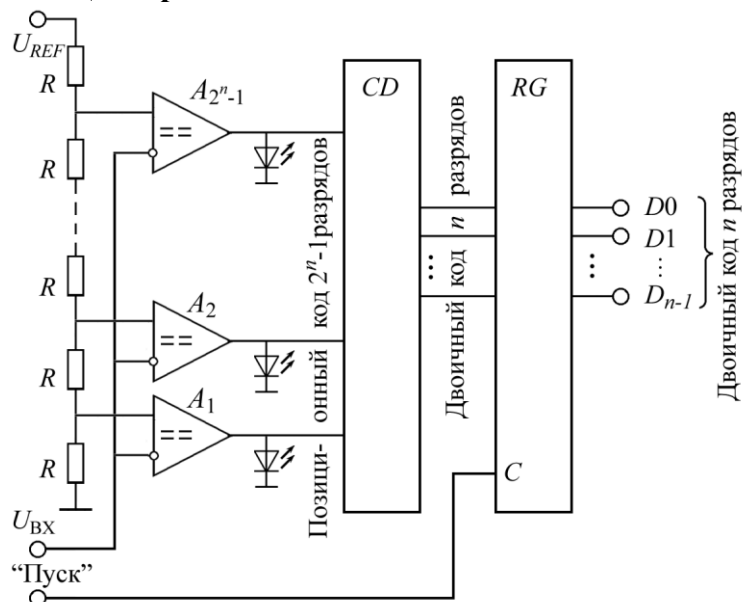


Рисунок 1.8 – Функциональная схема АЦП параллельного действия

#### 3.1 Исследование зависимости кода АЦП от уровня входного сигнала

Напряжение $U_{BX}$ (КТ1)	линейный позиционный код	двоичный код	относительная нелинейность

#### 3.2 Исследование процесса преобразования аналогового сигнала в цифровой код.



Рисунок 1.7 – Осциллограммы процесса восстановления цифрового кода в аналоговый сигнал

#### 2.3 Определение предельной частоты преобразования: $f_{max} =$

Выводы: