

БГУИР

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 5  
Тема: «Исследование работы счетчиков»

Выполнил:  
студент группы 150502 Альхимович Н.Г.

Проверил:  
к.т.н., доцент Селезнёв И.Л.

Минск  
2023

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить работу счетчиков.

## 2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Работа выполняется с использованием базового стенда и лабораторных модулей dLab12, dLab13, dLab14.

Для достижения поставленной цели необходимо реализовать ряд задач. Изучить работу двоичного счетчика.

### 1. В статическом режиме:

- сформировать таблицу истинности и получить диаграмму состояний;
- по таблице состояний определить тип исследуемого счетчика: суммирующий или вычитающий, коэффициент Ксч;

### 2. В динамическом режиме:

- получить временную диаграмму, отражающую его работу в режимах сброса и счета;
- по полученной диаграмме определить, при каких состояниях входов асинхронного сброса счетчик находится в режиме счета, а при каких – в режиме сброса;
- по полученной временной диаграмме и выходным индикаторам «Q0», «Q1», «Q2» и «Q3» определить, по какому перепаду уровня импульсов на входе С происходит переключение счетчика.

Изучить работу двоично-десятичного счетчика.

### 1. В статическом режиме:

- сформировать таблицу истинности и получить диаграмму состояний;
- по таблице состояний определить тип исследуемого счетчика: суммирующий или вычитающий, его коэффициент пересчета Ксч;

### 2. В динамическом режиме:

- получить диаграмму состояний, отражающую полный цикл работы счетчика в режимах счета, сброса и установки;
- по временной диаграмме определить, при каких состояниях входов «R1», «R2» счетчик находится в режиме счета, а при каких – в режиме сброса;
- по временной диаграмме определить, при каких состояниях входов «S1», «S2» счетчик находится в режиме счета, а при каких – в режиме предварительной установки кода «1001»;
- по временной диаграмме и выходным индикаторам «Q0», «Q1», «Q2» и «Q3» определить, по какому перепаду уровня входных импульсов («0» -> «1» или «1» -> «0») происходит его переключение;

Изучить работу реверсивного счетчика.

1. В режиме счета на увеличение:

- сформировать таблицу истинности и получить диаграмму состояний;
- по таблице истинности и диаграмме состояний определить, удастся ли в статическом режиме исследования зарегистрировать изменение сигнала окончания счета (сигнала переноса) «PU» при появлении на выходе счетчика кода «1111»;

2. В режиме счета на уменьшение:

- сформировать таблицу истинности и получить диаграмму состояний;
- по таблице истинности и диаграмме состояний определить, удастся ли в статическом режиме исследования зарегистрировать изменение сигнала переноса «PD» при появлении на выходе счетчика кода «0000»;
- определить коэффициент пересчета Ксч счетчика в режиме счета на уменьшение.

3. В режиме параллельной загрузки:

- по индикаторам выходных сигналов счетчика «QO», «Q1», «Q2» и «Q3» определить состояние счетчика;
- определить, при каком логическом уровне сигнала «L» происходит параллельная загрузка;

4. Изучить работу реверсивного счетчика в динамическом режиме:

- получить временные диаграммы работы счетчика в режимах счета на увеличение и уменьшение;
- определить по какому перепаду на тактовых входах «CU» и «CD» происходит изменение состояния счетчика в указанных режимах;
- определить, при каких состояниях счетчика формируются сигналы переноса «PU» «PD»;
- получить временные диаграммы работы счетчика в режимах сброса и параллельной загрузки;
- определить, при каких уровнях входных сигналов на входах «R» и «L» происходит, соответственно, сброс и загрузка счетчика;
- определить условия, при каких происходит формирование сигналов переноса «PU» и «PD» в режимах сброса и параллельной загрузки.

## **3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

### **3.1 Двоичный счетчик**

Счетчиком называется устройство для подсчета числа входных импульсов. При поступлении каждого импульса на тактовый вход С состояние

счетчика изменяется на единицу. Счетчик можно реализовать на нескольких триггерах, при этом состояние счетчика будет определяться состоянием его триггеров. В суммирующих счетчиках каждый входной импульс увеличивает число на его выходе на единицу, в вычитающих счетчиках каждый входной импульс уменьшает это число на единицу. Наиболее простые счетчики – двоичные. На рисунке 3.1 представлен суммирующий двоичный счетчик.

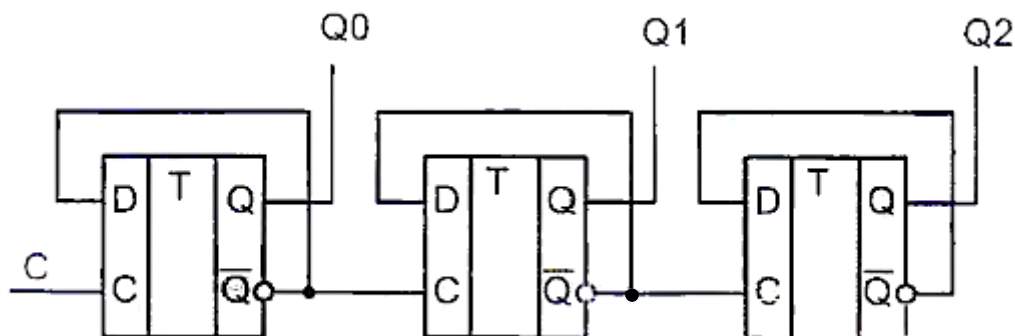


Рисунок 3.1 – Двоичный суммирующий счетчик

При построении счетчика триггеры соединяют последовательно. Выход каждого триггера непосредственно действует на тактовый вход следующего. Для того чтобы реализовать суммирующий счетчик, необходимо счетный вход очередного триггера подключать к инверсному выходу предыдущего. Для того чтобы изменить направление счета (реализовать вычитающий счетчик), можно предложить следующие способы:

- считывание выходных сигналов счетчика не с прямых, а с инверсных выходов триггеров;
- изменение структуры связей в счетчике путем подачи на счетный вход триггера сигнала не с инверсного, а с прямого выхода предыдущего каскада.

Счетчики характеризуются числом состояний в течение одного периода (цикла) счета. Число состояний определяется количеством триггеров  $m$  в структуре счетчика. Так для двоичного счетчика при  $m = 3$  число состояний равно  $2^m = 2^3 = 8$  (выходной код изменяется от 000 до 111).

Число состояний счетчика принято называть коэффициентом пересчета  $K_{сч}$ . Этот коэффициент равен отношению числа импульсов  $N_{вх}$  на входе к числу импульсов  $N_{вых}$  на выходе старшего разряда счетчика за период счета:

$$K_{сч} = \frac{N_{вх}}{N_{вых}} \quad (3.1)$$

Если на вход счетчика подавать периодическую последовательность импульсов с частотой  $f_{ВХ}$ , то частота  $f_{ВЫХ}$  на выходе старшего разряда счетчика будет меньше в  $K_{Сч}$  раз:

$$K_{Сч} = \frac{f_{ВХ}}{f_{ВЫХ}} \quad (3.2)$$

Поэтому счетчики можно использовать в качестве делителей частоты, величина  $K_{Сч}$  в этом случае будет называться коэффициентом деления. Для увеличения  $K_{Сч}$  приходится увеличивать число триггеров в схеме счетчика. Каждый дополнительный триггер удваивает число состояний счетчика, а, следовательно, и число  $K_{Сч}$ . Для уменьшения коэффициента  $K_{Сч}$  можно в качестве выхода счетчика рассматривать выходы триггеров промежуточных каскадов. Например, для счетчика на трех триггерах  $K_{Сч} = 8$ , если взять выход 2-го триггера, то  $K_{Сч} = 4$ . При этом  $K_{Сч}$  всегда будет являться целой степенью числа 2, а именно: 2, 4, 8, 16 и т. д.

Интегральная микросхема К555ИЕ5 содержит 4 триггера. Первый триггер работает как делитель на 2. Он имеет тактовый вход С0 и выход Q0. Три остальных триггера образуют делитель на 8. Этот делитель имеет вход С1 и три выхода: Q1, Q2 и Q3. Оба делителя могут работать независимо друг от друга. Для организации счетчика-делителя на 16 нужно выход Q0 делителя на 2 соединить с тактовым входом С1 делителя на 8. На рисунке 3.2 показано условное графическое обозначение двоичного счетчика Л555ИЕ5, включенного с коэффициентом пересчета  $K_{Сч} = 16$ .

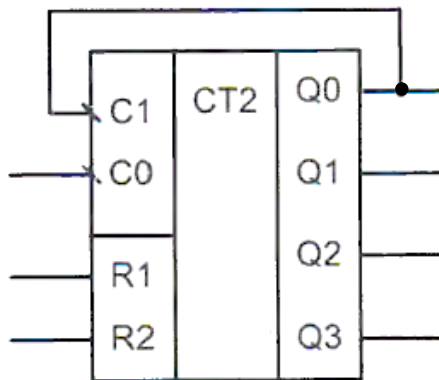


Рисунок 3.2 – Условное графическое обозначение двоичного счетчика К555ИЕ5

Режимы работы микросхемы К555ИЕ5, включенной с коэффициентом пересчета  $K_{Сч} = 16$ , при различных значениях входных сигналов приведены в таблице 3.1. В ней символ  $\times$  обозначает безразличное состояние входа, а символ  $\downarrow$  – срез тактового сигнала.

Таблица 3.1 – Режимы работы микросхемы K555IE5

<i>Режим работы</i>	<i>Вход</i>			<i>Выход</i>			
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>C0</i>	<i>Q0</i>	<i>Q1</i>	<i>Q2</i>	<i>Q3</i>
Сброс	1	1	×	0	0	0	0
Счет	0	1	↓	Увеличение кода			
	1	0	↓				
	0	0	↓				

Микросхема имеет два входа асинхронного сброса R1 и R2, которые объединены логической функцией «И». При одновременной подаче сигналов логической 1 на входы сброса все триггеры устанавливаются в состояние логического 0. В режиме счета по срезу каждого тактового импульса, поступающего на вход C0, происходит увеличение выходного кода счетчика на единицу.

### 3.2 Двоично-десятичный счетчик

Счетчик с коэффициентом пересчета  $K_{сч}$ , равным любому целому числу, можно реализовать на основе двоичного счетчика путем ввода обратных связей для исключения запрещенных состояний. Например, для счетчика на трех триггерах реализуется  $K_{сч}$  в пределах от 2 до 7, но при этом один или два триггера могут оказаться лишними. При использовании всех трех триггеров можно получить  $K_{сч} = 5...7$ , т.е.  $2 < K_{сч} < 2^3$ . Счетчик с  $K_{сч} = 5$  должен иметь 5 состояний, которые в простейшем случае образуют последовательность: {0, 1, 2, 3, 4}. Циклическое повторение этой последовательности означает, что коэффициент деления счетчика равен 5. Для построения суммирующего счетчика с  $K_{сч} = 5$  надо, чтобы после формирования последнего числа из последовательности {0, 1, 2, 3, 4} счетчик переходил не к числу 5, а к числу 0. В двоичном коде это означает, что от числа 100 нужно перейти к числу 000, а не 101. Изменение естественного порядка счета возможно при введении дополнительных связей между триггерами счетчика. Можно воспользоваться следующим способом: как только счетчик попадает в нерабочее состояние (в данном случае 101), этот факт должен быть опознан и выработан сигнал, который перевел бы счетчик в состояние 000. Нерабочее состояние счетчика описывается логическим уравнением:

$$F = (101) \vee (110) \vee (111) = Q_2 \wedge \overline{Q_1} \wedge Q_0 \vee Q_2 \wedge Q_1 \wedge \overline{Q_0} \vee Q_2 \wedge Q_1 \wedge Q_0 = \\ = Q_2 \wedge Q_0 \vee Q_2 \wedge Q_1 \quad (3.3)$$

Состояния 110 и 111 также являются нерабочими и поэтому учтены при составлении уравнения. Если на выходе эквивалентной логической схемы  $F = 0$ , значит, счетчик находится в одном из рабочих состояний:  $0 \vee 1 \vee 2 \vee 3 \vee 4$ . Как только он попадает в одно из нерабочих состояний  $5 \vee 6 \vee 7$ , формируется

сигнал  $F = 1$ . Появление сигнала  $F = 1$  должно переводить счетчик в начальное состояние 000, следовательно, этот сигнал нужно использовать для воздействия на установочные входы триггеров счетчика, которые осуществляли бы сброс счетчика в состояние  $Q_1=Q_2=Q_3=0$ . Один из вариантов построения счетчика с  $K_{сч} = 5$  представлен на рисунке 3.3.

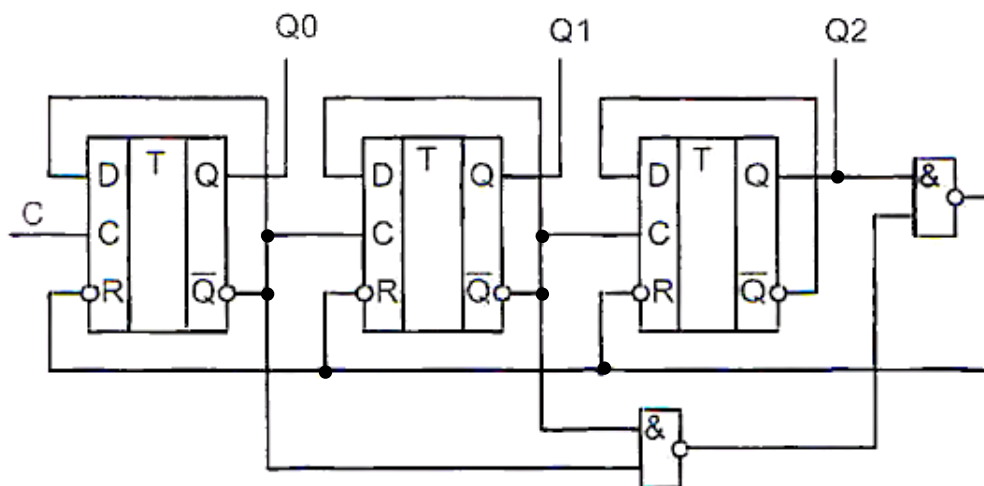


Рисунок 3.3 – Схема счетчика с коэффициентом пересчета 5

При последовательном включении делителя на 2 и счетчика с  $K_{сч} = 5$  образуется двоично-десятичный счетчик, у которого  $K_{сч} = 10$ , а выходной код представлен в двоичной форме. Данный подход реализован в интегральной микросхеме К555ИЕ2. Она содержит 4 триггера, один из которых работает самостоятельно и имеет тактовый вход СО и выход Q0, а три остальных образуют делитель на 5 с входом С1 и выходами Q1, Q2 и Q3. На рисунке 3.4 приведено условное графическое обозначение двоично-десятичного счетчика К555ИЕ2, включенного с коэффициентом пересчета  $K_{сч} = 10$ . Для этого выход Q0 соединен с входом С1.

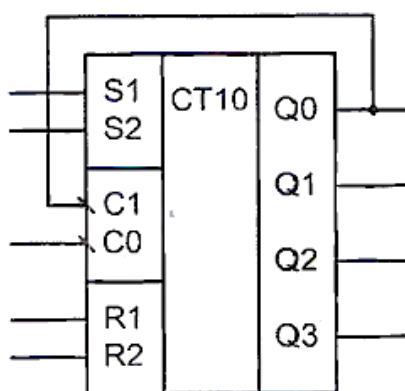


Рисунок 3.4 – Условное графическое обозначение двоично-десятичного счетчика К555ИЕ2

Режимы работы микросхемы K555IE2, включенной с коэффициентом пересчета  $K_{сч} = 10$ , при различных значениях входных сигналов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Режимы работы микросхемы K555IE2

<i>Режим работы</i>	<i>Вход</i>					<i>Выход</i>			
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>C0</i>	<i>Q0</i>	<i>Q1</i>	<i>Q2</i>	<i>Q3</i>
Сброс	1	1	0	×	×	0	0	0	0
	1	1	×	0	×	0	0	0	0
Предварительная установка	×	×	1	1	×	1	0	0	1
Счет	0	×	0	×	↓	Увеличение кода			
	×	0	×	0	↓				
	0	×	×	0	↓				
	×	0	0	×	↓				

Микросхема имеет два входа асинхронного сброса R1 и R2, объединенные логической функцией «И». В счетчике предусмотрена возможность предварительной асинхронной установки двоичного кода 1001. Для этого используются входы S1 и S2, также объединенные логической функцией «И». В режиме счета по срезу каждого тактового импульса, поступающего на вход C0, происходит увеличение выходного кода счетчика на единицу.

Двоично-десятичные счетчики широко используются для построения цифровых измерительных приборов с удобным для оператора десятичным отсчетным устройством.

### 3.3 Реверсивный счетчик

Реверсивным называется счетчик, который может работать как в режиме суммирования, так и в режиме вычитания. Направление счета в реверсивном счетчике определяется способом передачи сигнала между триггерами соседних разрядов.

Счетчики находят широкое применение в вычислительных и управляющих устройствах, цифровых измерительных приборах. Следует отметить, что счетчик является цифровым аналогом генератора линейно изменяющегося напряжения, т.к. на его выходе может быть сформирован линейно изменяющийся код.

В зависимости от выбранного способа управления внутренними триггерами реверсивные счетчики могут быть как асинхронными (последовательными), так и синхронными (параллельными).

Для построения асинхронного реверсивного счетчика достаточно с помощью коммутационных узлов обеспечить подачу сигналов с прямого (при



суммировании) или с инверсного (при вычитании) выхода предыдущего триггера на вход последующего триггера. Схема реверсивного асинхронного двоичного счетчика приведена на рисунке 3.5.

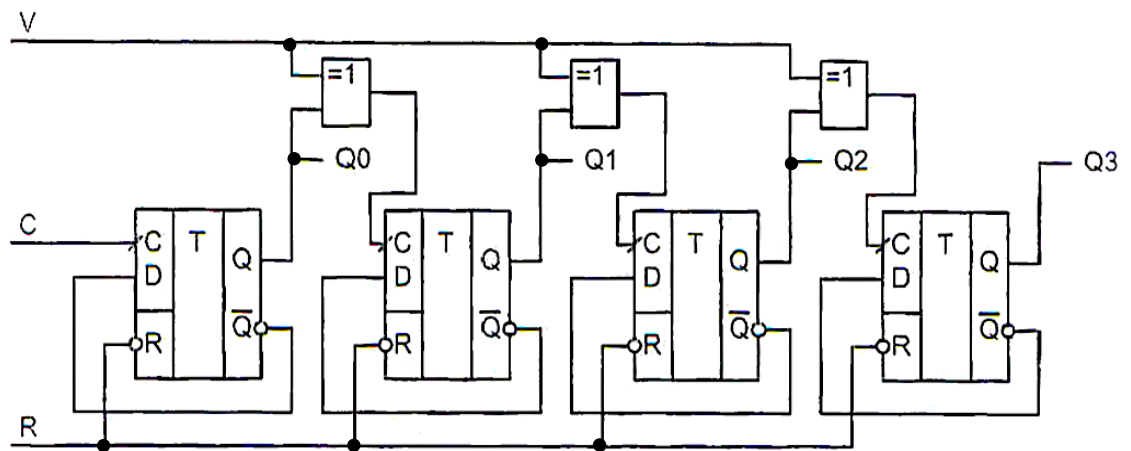


Рисунок 3.5 – Схема реверсивного асинхронного двоичного счетчика

В этой схеме в качестве коммутационного узла использованы логические элементы «Исключающее ИЛИ». При  $V = 0$  элементы «Исключающее ИЛИ» работают как повторители входных логических сигналов, в результате чего реализуется схема суммирующего счетчика. При  $V = 1$  элементы «Исключающее ИЛИ» инвертируют выходные сигналы триггеров предыдущих каскадов, в результате чего схема выполняет функции вычитающего счетчика.

Последовательные счетчики проще параллельных по устройству, но работают медленнее, кроме того, при переключении последовательной цепочки триггеров из-за задержки распространения тактового сигнала на их выходах могут кратковременно возникать ложные комбинации сигналов, нарушающие нормальную работу счетчика. В результате при смене направления счета записанная информация может быть потеряна.

Более совершенным в этом плане является синхронный реверсивный счетчик, в котором счетные импульсы поступают одновременно на входы всех триггеров. Примером синхронного реверсивного четырехразрядного счетчика является интегральная микросхема К555ИЕ7, условное графическое обозначение которой приведено на рисунке 3.6.

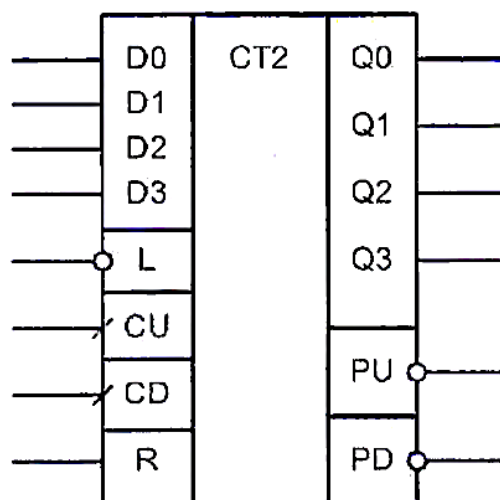


Рисунок 3.6 – Условное графическое обозначение синхронного реверсивного четырехразрядного счетчика К555ИЕ7

Счетчик имеет управляющий вход L, называемый также входом предварительной записи. Тактовые импульсы подаются на счетные входы: CU – прямого счета и CD – обратного счета. Если на вход CU приходит фронт тактового импульса, то содержимое счетчика увеличивается на единицу. Аналогичный перепад, поданный на вход CD, уменьшает на единицу содержимое счетчика.

Информационные входы D0-D3 позволяют записать в счетчик начальный код, с которого будет выполняться изменение состояния счетчика. Запись производится подачей логического нуля на управляющий вход L. При этом информация с D1-D4 записывается в триггеры счетчика и появляется на его выходах Q0-Q3, независимо от состояния сигналов на счетных входах CU и CD. Выходы счетчика Q3, Q2, Q1, Q0 имеют веса 8-4-2-1.

Для каскадного наращивания нескольких счетчиков предусмотрены выходы окончания счета на увеличение (PU) и окончания счета на уменьшение (PD). Эти выходы подключаются, соответственно, к входам CU и CD, следующего (старшего) счетчика.

Временная диаграмма переключений реверсивного счетчика показана на рисунке 3.7.

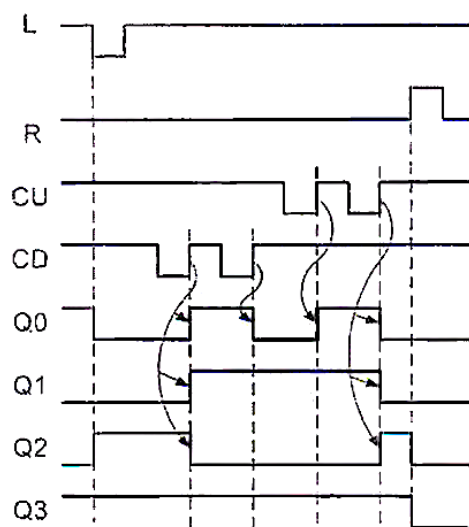


Рисунок 3.7 – Временная диаграмма переключений реверсивного счетчика

В зависимости от состояний входов возможны следующие режимы работы реверсивного счетчика (см. таблицу 3.3):

- режим счета реализуется, когда  $L=1$ : при подаче счетных импульсов на счетный вход CU происходит увеличение двоичного выходного кода, при подаче счетных импульсов на счетный вход CD – уменьшение, информационные входы DO-D3 могут находиться в любом состоянии, что обозначено в таблице символом  $\times$ ;
- режим параллельной записи обеспечивается, когда  $L=0$ , при этом кодовые наборы, установленные на информационных входах, повторяются на выходах соответствующих разрядов, независимо от состояния счетных входов;
- сброс счетчика осуществляется подачей высокого уровня напряжения на вход R, что приводит к отключению всех других входов и запрещению записи. В результате на информационных выходах устанавливаются сигналы  $Q_n=0$  ( $n = 0, 1, 2, 3$ ), на выходе окончания счета на увеличение – сигнал  $PU = 1$ , а сигнал на выходе окончания счета на уменьшение PD дублирует состояние счетного входа CD. Во всех других режимах  $R = 0$ .

Таблица 3.3 – Режимы работы реверсивного счетчика

<i>Режим</i>	<i>Вход</i>								<i>Выход</i>					
	<i>R</i>	<i>L</i>	<i>C</i> <i>U</i>	<i>C</i> <i>D</i>	<i>D</i> <i>0</i>	<i>D</i> <i>1</i>	<i>D</i> <i>2</i>	<i>D</i> <i>3</i>	<i>Q</i> <i>0</i>	<i>Q</i> <i>1</i>	<i>Q</i> <i>2</i>	<i>Q</i> <i>3</i>	<i>P</i> <i>U</i>	<i>P</i> <i>D</i>
Сброс	1	×	×	0	×	×	×	×	0	0	0	0	1	0
	1	×	×	1	×	×	×	×	0	0	0	0	1	1
Параллельная загрузка	0	0	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	×	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	×	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	0	0	1	×	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Счет на увеличение	0	1	↑	1	×	×	×	×	Увеличение кода				1	1
Счет на уменьшение	0	1	1	↑	×	×	×	×	Уменьшение кода				1	1

Режимы сброса и параллельной записи используются для начальной установки счетчика. Режим счета является основным рабочим режимом устройства.

## 4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

### 4.1 Двоичный счетчик

#### 4.1.1 Исследование двоичного счетчика в статическом режиме

Сформировать таблицу истинности двоичного счетчика (см. рисунок 4.1). Полученные данные представлены в таблице 4.1.

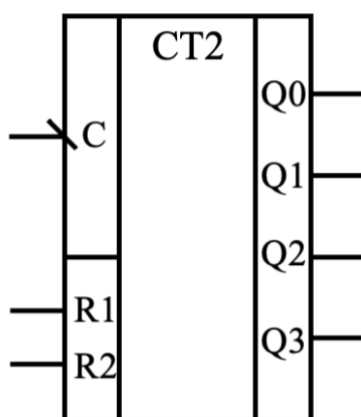


Рисунок 4.1 – Условно графическое обозначение двоичного счетчика

Таблица 4.1 – Таблица истинности двоичного счетчика

	R2	R1	C	Q3	Q2	Q1	Q0
Шар 1	0	0	П	0	0	0	1
Шар 2	0	0	П	0	0	1	0
Шар 3	0	0	П	0	0	1	1
Шар 4	0	0	П	0	1	0	0
Шар 5	0	0	П	0	1	0	1
Шар 6	0	0	П	0	1	1	0
Шар 7	0	0	П	0	1	1	1
Шар 8	0	0	П	1	0	0	0
Шар 9	0	0	П	1	0	0	1
Шар 10	0	0	П	1	0	1	0
Шар 11	0	0	П	1	0	1	1
Шар 12	0	0	П	1	1	0	0
Шар 13	0	0	П	1	1	0	1
Шар 14	0	0	П	1	1	1	0
Шар 15	0	0	П	1	1	1	1
Шар 16	0	0	П	0	0	0	0

Получить диаграмму состояний двоичного счетчика. Диаграмма приведена на рисунке 4.2.

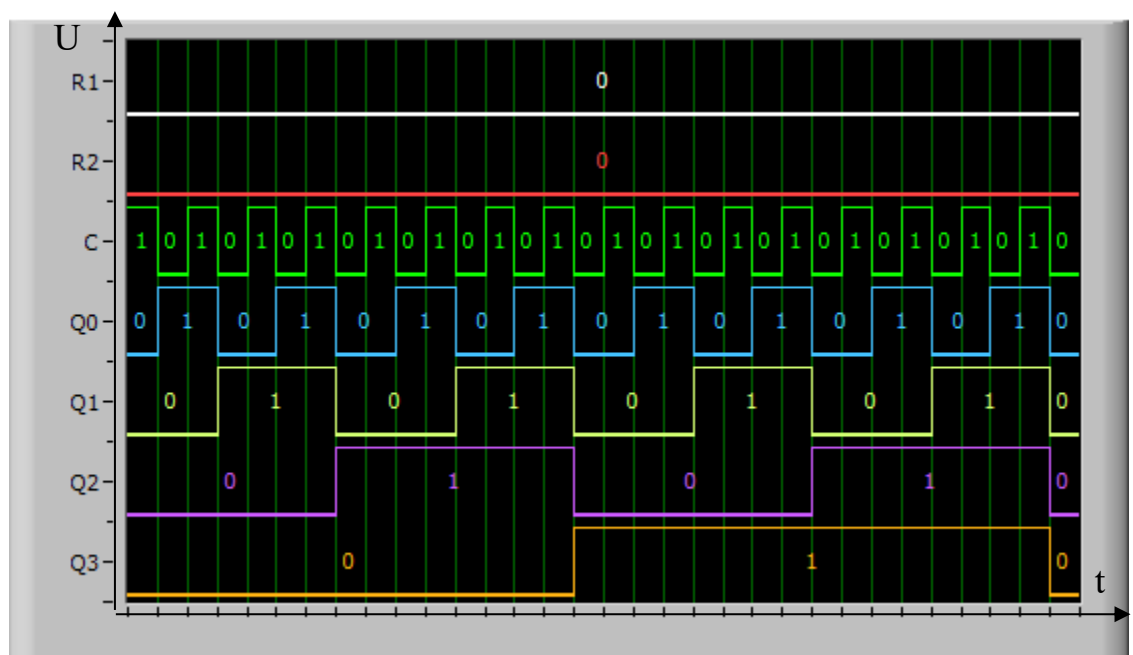


Рисунок 4.2 – Диаграмма состояний двоичного счетчика

В результате, можно определить, что исследуемый счетчик является суммирующим, так как каждый входной импульс увеличивает число на его выходе на единицу. Коэффициент пересчета  $K_{сч}$  равен 16, что определяется по количеству состояний в течение одного цикла счета.

#### 4.1.2 Исследование двоичного счетчика в динамическом режиме

Получить диаграмму состояний двоичного счетчика, отражающую полный цикл его работы в режимах счета и сброса. Диаграмма приведена на рисунке 4.3.

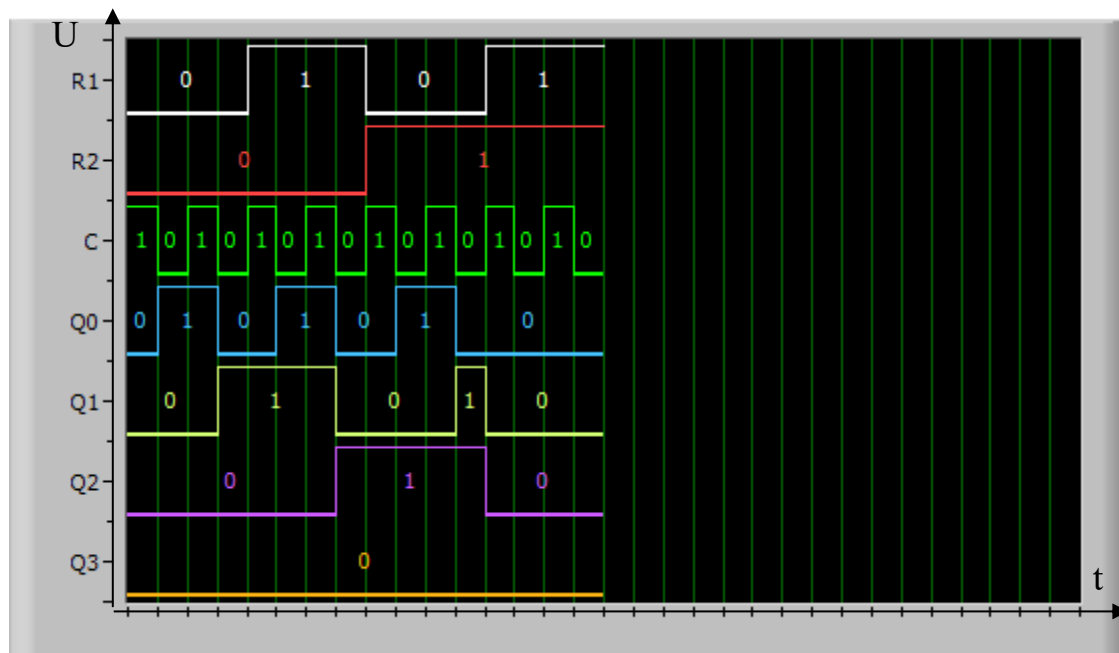


Рисунок 4.3 – Диаграмма состояний двоичного счетчика в динамическом режиме

Изменяя в процессе работы счетчика состояние входов асинхронного сброса «R1» и «R2», можно определить по временной диаграмме, при каких состояниях этих входов счетчик находится в режиме счета, а при каких – в режиме сброса. Полученные данные представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Режимы работы двоичного счетчика

<i>Вход R2</i>	<i>Вход R1</i>	<i>Режим работы</i>
0	0	Режим счета
0	1	
1	0	
1	1	Режим сброса

По временной диаграмме и выходным индикаторам «Q0», «Q1», «Q2» и «Q3» можно определить, что переключение счетчика происходит по перепаду уровня импульсов на входе «С» из «1» в «0».

## 4.2 Двоично-десятичный счетчик

### 4.2.1 Исследование двоично-десятичного счетчика в статическом режиме

Сформировать таблицу истинности двоично-десятичного счетчика (см. рисунок 4.4). Полученные данные представлены в таблице 4.3.

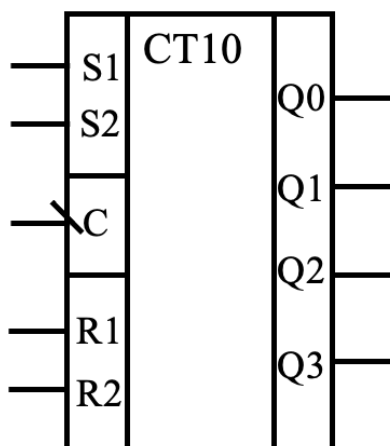


Рисунок 4.4 – Условно графическое обозначение двоично-десятичного счетчика

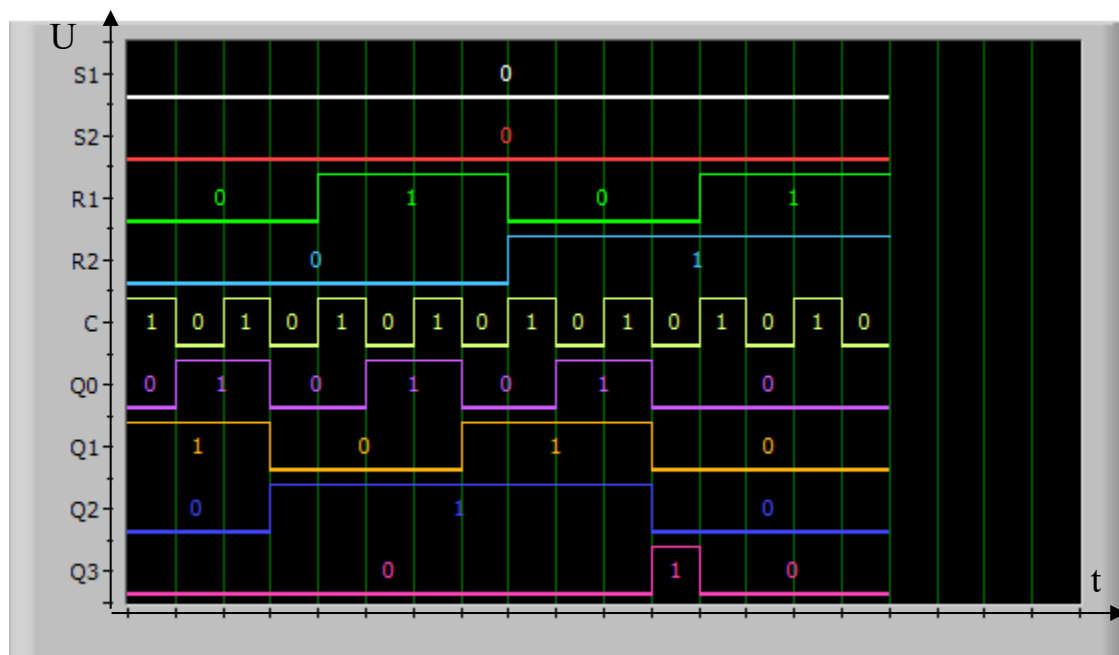
Таблица 4.3 – Таблица истинности двоично-десятичного счетчика

	S2	S1	R2	R1	C	Q3	Q2	Q1	Q0
Шаг 1	0	0	0	0	Л	0	0	0	1
Шаг 2	0	0	0	0	Л	0	0	1	0
Шаг 3	0	0	0	0	Л	0	0	1	1
Шаг 4	0	0	0	0	Л	0	1	0	0
Шаг 5	0	0	0	0	Л	0	1	0	1
Шаг 6	0	0	0	0	Л	0	1	1	0
Шаг 7	0	0	0	0	Л	0	1	1	1
Шаг 8	0	0	0	0	Л	1	0	0	0
Шаг 9	0	0	0	0	Л	1	0	0	1
Шаг 10	0	0	0	0	Л	0	0	0	0

Получить диаграмму состояний двоично-десятичного счетчика. Диаграмма приведена на рисунке 4.5.







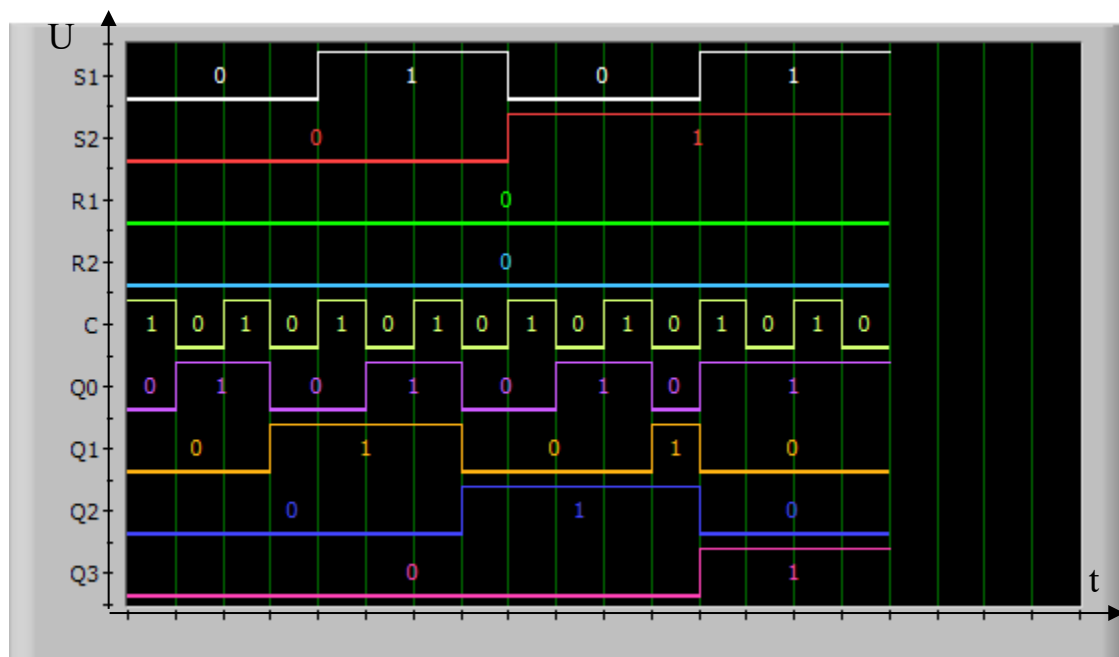
**Рисунок 4.6 – Диаграмма состояний счетчика в динамическом режиме при изменении состояний входов «R1» и «R2»**

Изменяя в процессе работы счетчика состояние входов асинхронного сброса «R1» и «R2», можно определить по временной диаграмме, при каких состояниях этих входов счетчик находится в режиме счета, а при каких – в режиме сброса. Полученные данные представлены в таблице 4.4.

**Таблица 4.4 – Режимы работы двоично-десятичного счетчика**

<b><i>Вход R2</i></b>	<b><i>Вход R1</i></b>	<b><i>Режим работы</i></b>
0	0	Режим счета
0	1	
1	0	
1	1	Режим сброса

Получить диаграмму состояний двоично-десятичного счетчика, отражающую его работу в режимах счета и предварительной установки кода «1001» при изменении состояний входов асинхронной установки «S1» и «S2». Диаграмма приведена на рисунке 4.7.



**Рисунок 4.7 – Диаграмма состояний счетчика в динамическом режиме при изменении состояний входов «S1» и «S2»**

Изменяя в процессе работы счетчика состояние входов асинхронной установки «S1» и «S2», можно определить по временной диаграмме, при каких состояниях этих входов счетчик находится в режиме счета, а при каких – в режиме предварительной установки кода «1001». Полученные данные представлены в таблице 4.5.

**Таблица 4.5 – Режимы работы двоично-десятичного счетчика**

<i><b>Вход S2</b></i>	<i><b>Вход S1</b></i>	<i><b>Режим работы</b></i>
0	0	Режим счета
0	1	
1	0	
1	1	Режим предварительной установки кода «1001»

По временной диаграмме и выходным индикаторам «Q0», «Q1», «Q2» и «Q3» можно определить, что переключение счетчика происходит по перепаду уровня импульсов на входе «C» из «1» в «0».

### **4.3 Реверсивный счетчик**

#### **4.3.1 Режим счета на увеличение**

Сформировать таблицу истинности реверсивного счетчика (см. рисунок 4.8). Полученные данные представлены в таблице 4.6.

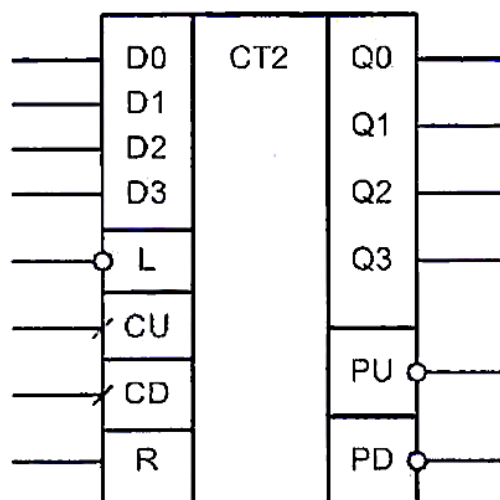


Рисунок 4.8 – Условное графическое обозначение реверсивного счетчика K555IE7

Таблица 4.6 – Таблица истинности реверсивного счетчика

	R	L	D3	D2	D1	D0	CU	CD	Q3	Q2	Q1	Q0	PU	PD
War 1	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	0	0	1	1	1
War 2	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	0	1	0	1	1
War 3	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	0	1	1	1	1
War 4	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	1	0	0	1	1
War 5	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	1	0	1	1	1
War 6	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	1	1	0	1	1
War 7	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	1	1	1	1	1
War 8	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	0	0	0	1	1
War 9	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	0	0	1	1	1
War 10	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	0	1	0	1	1
War 11	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	0	1	1	1	1
War 12	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	1	0	0	1	1
War 13	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	1	0	1	1	1
War 14	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	1	1	0	1	1
War 15	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	1	1	1	1	1	1
War 16	0	1	0	0	0	0	ЛГ	1	0	0	0	0	1	1

Получить диаграмму состояний реверсивного счетчика. Диаграмма приведена на рисунке 4.9.

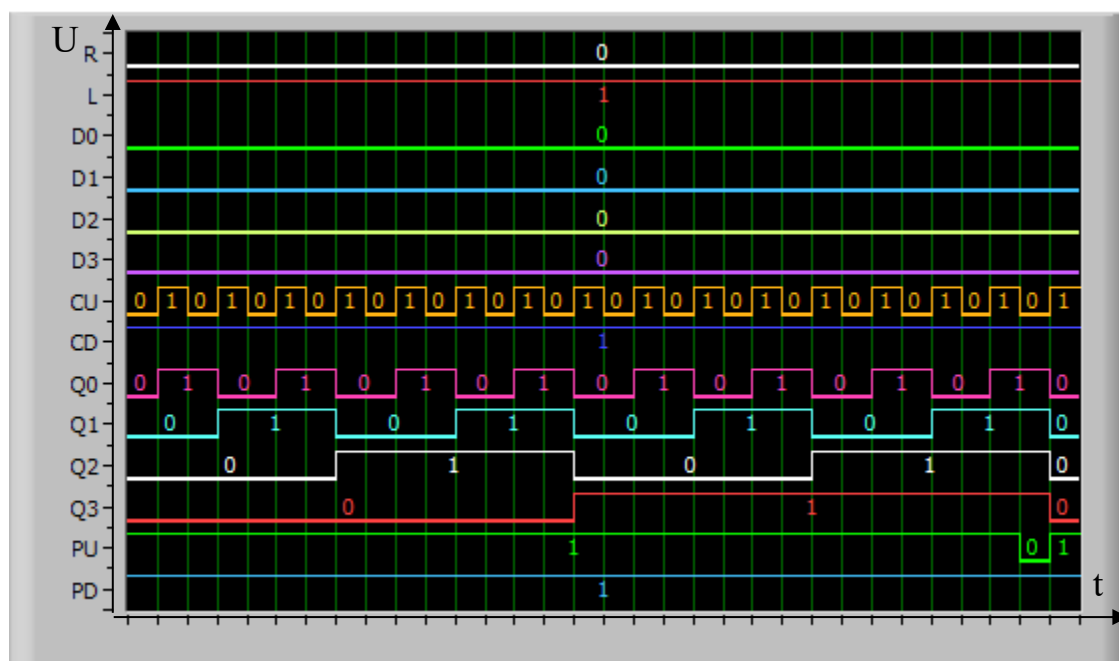


Рисунок 4.9 – Диаграмма состояний реверсивного счетчика

По таблице истинности и диаграмме состояний можно определить, что в статическом режиме исследования удастся зарегистрировать изменение сигнала окончания счета (сигнала переноса) «PU» при появлении на выходе счетчика кода «1111».

Коэффициент пересчета  $K_{сч}$  равен 16, что определяется по количеству состояний в течение одного цикла счета.

#### 4.3.2 Режим счета на уменьшение

Сформировать таблицу истинности реверсивного счетчика. Полученные данные представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Таблица истинности реверсивного счетчика

	R	L	D3	D2	D1	D0	CU	CD	Q3	Q2	Q1	Q0	PU	PD
Шар 1	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	1	1	1	1
Шар 2	0	1	0	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	1	0	1
Шар 3	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	0	1	1	1
Шар 4	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	0	0	1	1
Шар 5	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	1	1	1	1
Шар 6	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	1	0	1	1
Шар 7	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	0	1	1	1
Шар 8	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	0	0	1	1
Шар 9	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	1	1	1	1
Шар 10	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	1	0	1	1
Шар 11	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	0	1	1	1
Шар 12	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	0	0	1	1
Шар 13	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	1	1	1	1
Шар 14	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	1	0	1	1
Шар 15	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	0	1	1	1
Шар 16	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	0	0	1	1

Получить диаграмму состояний реверсивного счетчика. Диаграмма приведена на рисунке 4.10.

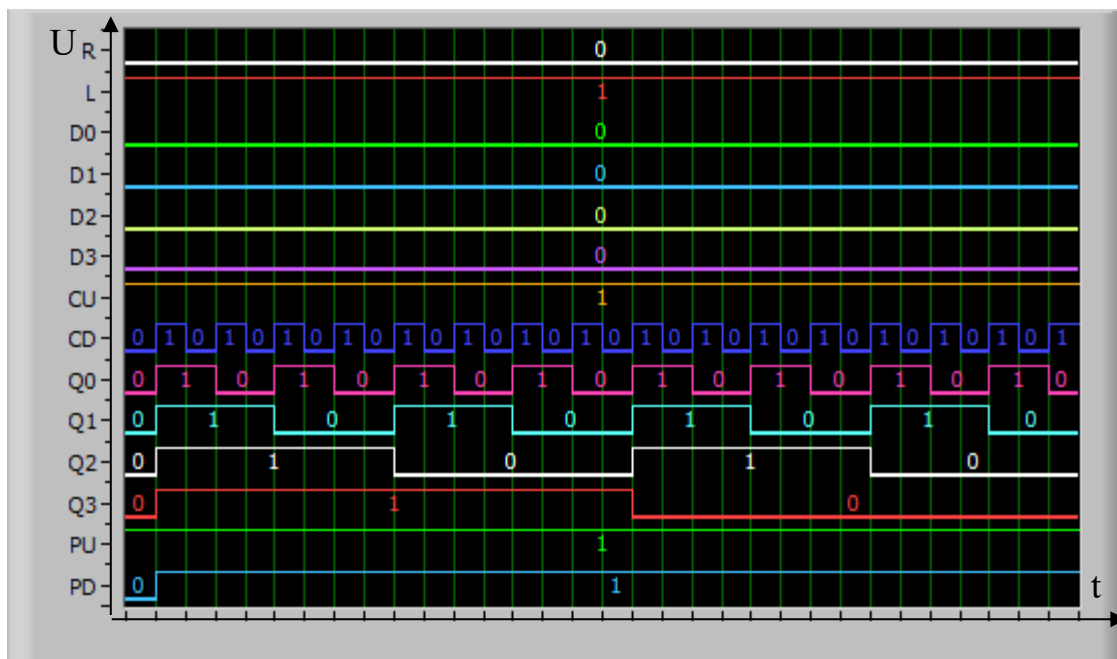


Рисунок 4.10 – Диаграмма состояний реверсивного счетчика

По таблице истинности и диаграмме состояний можно определить, что в статическом режиме исследования удастся зарегистрировать изменение сигнала переноса «PD» при появлении на выходе счетчика кода «0000».

Коэффициент пересчета  $K_{\text{сч}}$  равен 16, что определяется по количеству состояний в течение одного цикла счета.

### 4.3.3 Режим параллельной загрузки

По индикаторам выходных сигналов счетчика «Q0», «Q1», «Q2», «Q3» определить состояния счетчика. Полученные данные представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Таблица состояний счетчика

$Q0$	$Q1$	$Q2$	$Q3$
0	1	1	1
0	0	0	1
1	1	1	1

В результате, можно определить, что параллельная загрузка происходит при логическом уровне «0» сигнала «L».

#### 4.3.4 Динамический режим

Получить диаграмму состояний реверсивного счетчика в режимах счета на увеличение и уменьшение. Диаграмма приведена на рисунке 4.11.

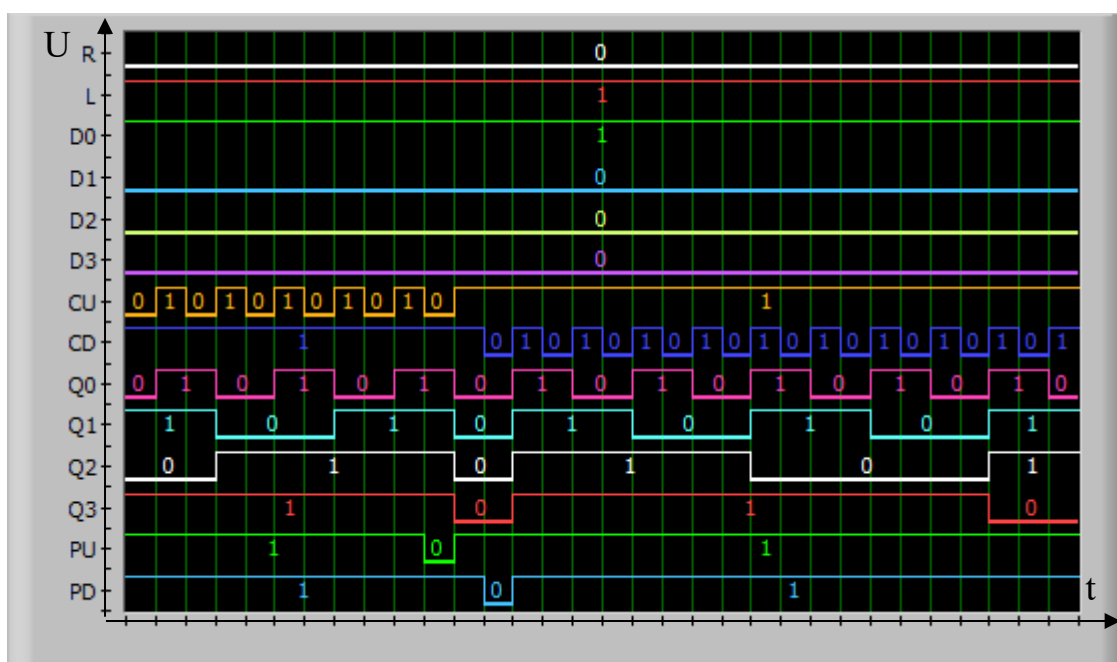


Рисунок 4.11 – Диаграмма состояний реверсивного счетчика

По полученной диаграмме состояний можно определить, что изменение состояния счетчика в режимах счета на увеличение и уменьшение происходит по перепаду из 0 к 1 на входах «CU» и «CD» соответственно.

Сигнал переноса «PU» формируется при переходе от состояния 1111 к состоянию 0000, то есть при переходе от максимального значения к минимальному. Тогда как сигнал «PD» формируется при переходе от состояния 0000 к состоянию 1111, то есть при переходе от минимального значения к максимальному.

Получить диаграмму состояний реверсивного счетчика в режимах сброса и параллельной загрузки. Диаграмма приведена на рисунке 4.12.

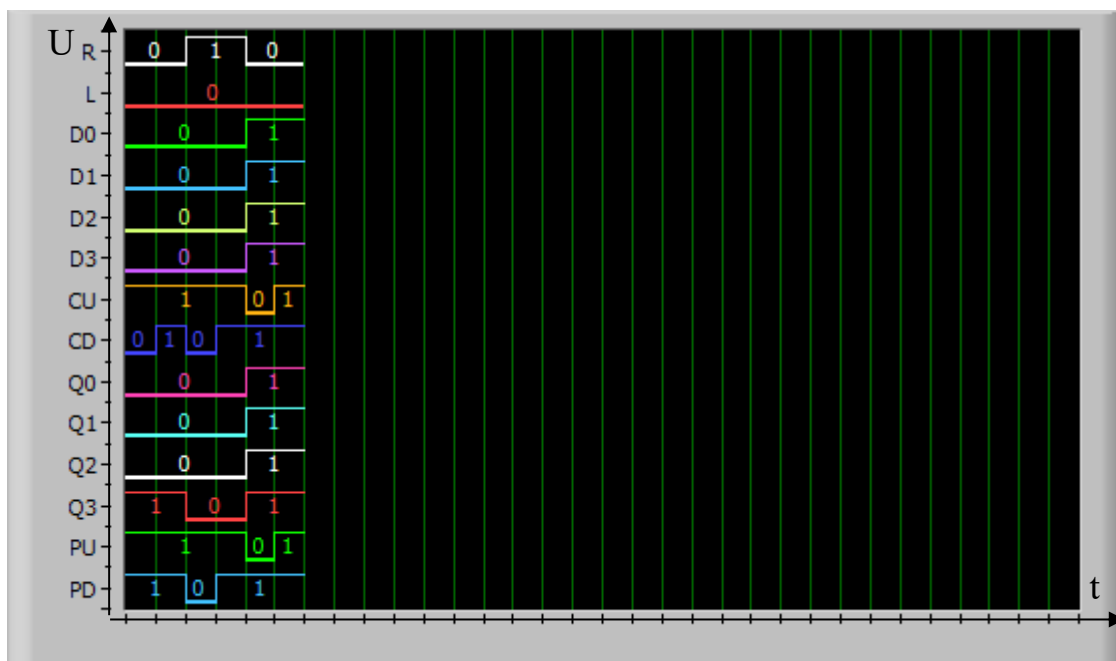


Рисунок 4.12 – Диаграмма состояний реверсивного счетчика

По таблице состояний счетчика можно определить, что сброс происходит при логическом уровне «1» входного сигнала «R», загрузка – при уровне «0» сигнала «L».

В режиме сброса на выходе окончания счета на увеличение формируется сигнал  $PU=1$ , а сигнал на выходе окончания счета на уменьшение  $PD$  дублирует состояние счетного входа  $CD$ . В режиме параллельной загрузки значения 1111, которое является максимальным для данного счетчика, формируется сигнал переноса «PU».

## 5 ВЫВОДЫ

В процессе выполнения лабораторной работы было изучено функционирование двоичного, двоично-десятичного и реверсивного счетчика. Для каждого из них были сформированы таблицы истинности и диаграммы состояний.

В ходе изучения работы двоичного счетчика в статическом режиме было определено, что изучаемый двоичный счетчик является суммирующим, так как каждый входной импульс увеличивает число на его выходе на единицу, также коэффициент пересчета  $K_{сч}$  равен 16.

При изучении работы двоичного счетчика в динамическом режиме была составлена таблица режимов работы счетчика, также определено, что переключение счетчика происходит по перепаду уровня импульсов на входе «C» из «1» в «0».

Изучение работы двоично-десятичного счетчика в статическом режиме показало, что исследуемый счетчик является суммирующим, так как каждый

входной импульс увеличивает число на его выходе на единицу, а коэффициент пересчета  $K_{сч}$  равен 10.

В ходе изучения работы двоично-десятичного счетчика в динамическом режиме была составлена таблица режимов работы счетчика, также определено, что переключение счетчика происходит по перепаду уровня импульсов на входе «С» из «1» в «0».

В процессе изучения работы реверсивного счетчика в режиме счета на увеличение было определено, что зарегистрировать изменение сигнала окончания счета (сигнала переноса) «PU» удастся при появлении на выходе счетчика кода «1111», а коэффициент пересчета  $K_{сч}$  равен 16.

В ходе изучения работы реверсивного счетчика в режиме счета на уменьшение было определено, что зарегистрировать изменение сигнала переноса «PD» удастся при появлении на выходе счетчика кода «0000», коэффициент пересчета  $K_{сч}$  равен 16.

Изучение работы реверсивного счетчика в режиме параллельной загрузки показало, что параллельная загрузка происходит при логическом уровне «0» сигнала «L». Также была составлена таблица состояний счетчика.

Также по результатам исследования работы реверсивного счетчика в динамическом режиме было определено, что изменение состояния счетчика в режимах счета на увеличение и уменьшение происходит по перепаду из 0 к 1 на входах «CU» и «CD». Сигнал переноса «PU» формируется при переходе от состояния 1111 к состоянию 0000, тогда как сигнал «PD» – при переходе от состояния 0000 к состоянию 1111; сброс происходит при уровне «1» входного сигнала «R», загрузка – при уровне «0» сигнала «L». В режиме сброса формируется сигнал  $PU=1$ , а сигнал на выходе «PD» дублирует состояние входа «CD». В режиме параллельной загрузки значения 1111 формируется сигнал переноса «PU».