

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Кафедра ЭВМ

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

Выполнил:
студент группы 150501 Смоленский Н.О.

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

Минск
2023

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение работы двоичного, двоично-десятичного и реверсивного счётчиков.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Поставленные задачи:

1. Подготовка лабораторных модулей dLab12, dLab13, dLab14 на установке N1 ELVIS.
2. Изучение работы двоичного счётчика.
 - 2.1. Изучение работы двоичного счётчика в статическом режиме.
 - 2.1.1. Сформировать таблицу истинности и диаграмму состояний.
 - 2.1.2. Определить тип счётчика и коэффициент пересчёта $K_{сч}$.
 - 2.2. Изучение работы двоичного счётчика в динамическом режиме.
 - 2.2.1. Сформировать диаграмму состояний.
 - 2.2.2. Определить, по какому фронту импульса на входе С происходит переключение счётчика.
3. Изучение работы двоично-десятичного счётчика.
 - 3.1. Изучение работы двоично-десятичного счётчика в статическом режиме.
 - 3.1.1. Сформировать таблицы истинности и диаграмм состояний.
 - 3.1.2. Определить тип счётчика и его коэффициент пересчёта $K_{сч}$.
 - 3.2. Изучение работы двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме.
 - 3.2.1. Сформировать диаграммы состояний.
 - 3.2.2. Определить режим работы, в зависимости от состояния входов R1, R2, S1 и S2.
 - 3.2.3. Определить, по какому фронту импульса на входе С происходит переключение счётчика.
4. Изучение работы реверсивного счётчика.
 - 4.1. Изучение работы реверсивного счётчика в статическом режиме счёта на увеличение.
 - 4.1.1. Сформировать таблицы истинности и диаграммы состояний
 - 4.1.2. Определить возможность зарегистрировать изменение сигнала PU.
 - 4.1.3. Определить коэффициент пересчёта $K_{сч}$.
 - 4.2. Изучение работы реверсивного счётчика в статическом режиме счёта на уменьшение.
 - 4.2.1. Сформировать таблицы истинности и диаграммы состояний
 - 4.2.2. Определить возможность зарегистрировать изменение сигнала PD.
 - 4.2.3. Определить коэффициент пересчёта $K_{сч}$.

- 4.3. Изучение работы реверсивного счётчика в статическом режиме параллельной загрузки.
- 4.3.1. Определить состояния счётчика.
- 4.3.2. Определить уровень сигнала L, при котором происходит параллельная загрузка.
- 4.4. Изучение работы реверсивного счётчика в динамическом режиме.
- 4.4.1. Сформировать диаграммы состояний.
- 4.4.2. Определить, по какому фронту импульса на входах CU, CD происходит переключение счётчика.
- 4.4.3. Определить, при каких уровнях входных сигналов на R и L происходят сброс и загрузка счетчика.

3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Двоичный счётчик

Счетчиком называется устройство для подсчета числа входных импульсов. С поступлением каждого импульса на 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.

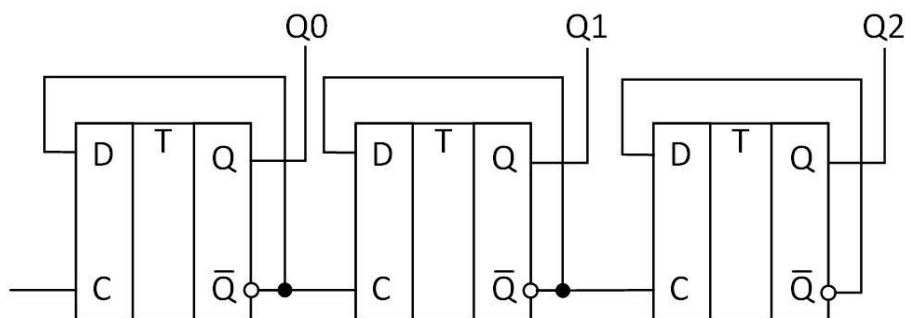


Рисунок 3.1 – Двоичный суммирующий счетчик

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 k в структуре счетчика. Так для двоичного счетчика при $k = 3$ число состояний равно $n = 2^3 = 8$ (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:

$$K_{Сч} = \frac{N_{ВХ}}{N_{ВЫХ}}$$

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:

$$K_{Сч} = \frac{f_{ВХ}}{f_{ВЫХ}}$$

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.

На рисунке 3.2 показано условное графическое обозначение двоичного счетчика К555ИЕ5.

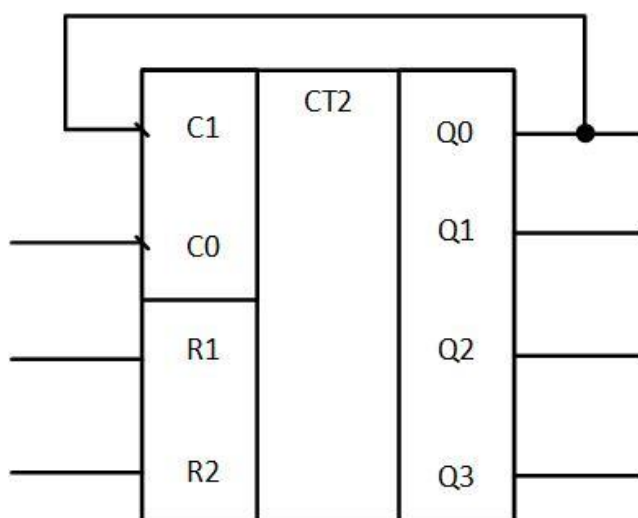


Рисунок 3.2 – Условное графическое изображение двоичного счетчика К555ИЕ5

Режимы работы микросхемы К555ИЕ5, включенной с коэффициентом пересчета $K_{Сч} = 16$, при различных значениях входных сигналов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Режимы работы двоичного счётчика

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

Примечания: - символ x обозначает безразличное состояние входа;
- символ ↓ обозначает срез тактового сигнала.

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 счётчик

Счетчик с коэффициентом подсчета $K_{Сч}$, 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. 23. 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.

Изменения 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 счётчика описывается логическим уравнением:

$$\begin{aligned}
 F &= (101) \vee (110) \vee (111) = \\
 &= Q_3 \wedge \overline{Q_2} \wedge Q_1 \vee Q_3 \wedge Q_2 \wedge \overline{Q_1} \vee Q_3 \wedge Q_2 \wedge Q_1 = Q_3 \wedge Q_1 \vee Q_3 \wedge Q_2
 \end{aligned}$$

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.

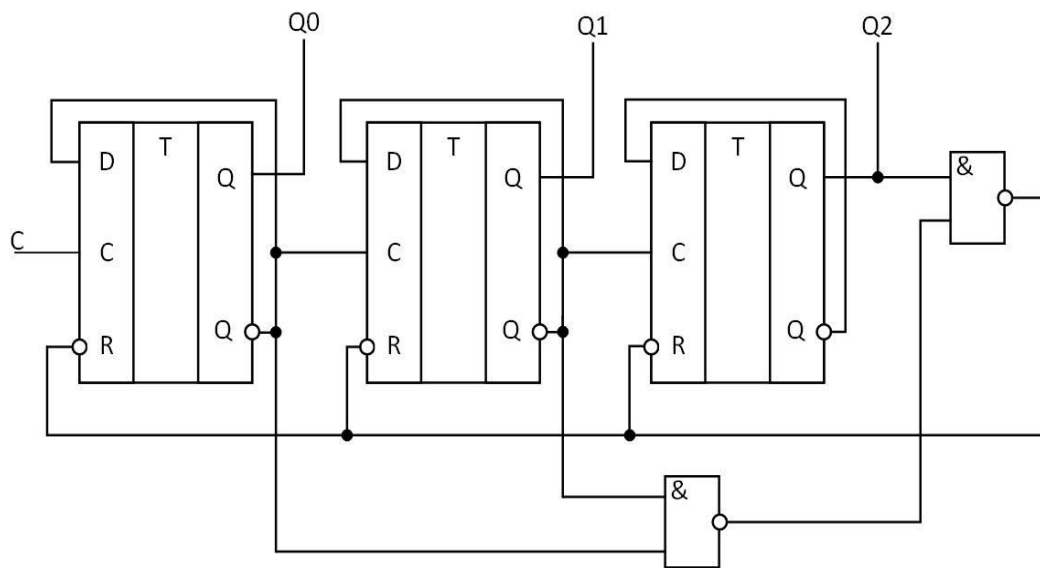


Рисунок 3.3 – Схема счетчика с коэффициентом пересчета 5

При последовательном включении делителя на 2 и счетчика $K_{сч} = 5$ 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 $C0$ и выход $Q0$, а три остальных образуют делитель на 5 с входом $C1$ 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 C1.

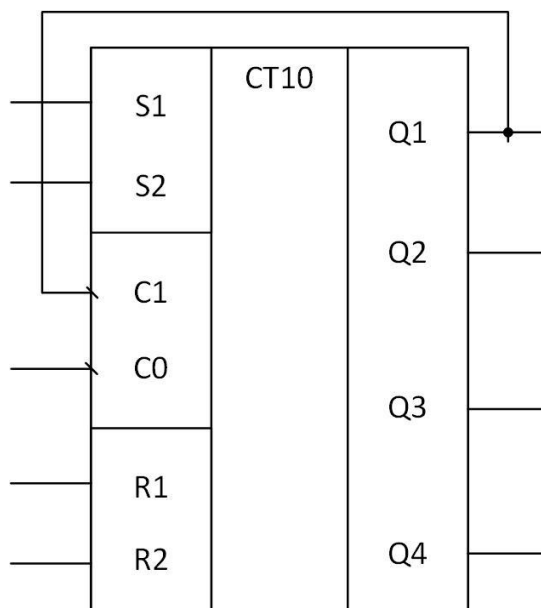


Рисунок 3.4 – Условное графическое обозначение двоично-десятичного счетчика К555ИЕ2

Режим работы микросхемы К555ИЕ2, включенной с коэффициентом пересчета $K_{Сч} = 10$, при различных значениях входных сигналов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Режимы работы двоично-десятичного счётчика

<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	x	x	0	0	0	0
	1	1	x	0	x	0	0	0	0
Предварительная установка	x	x	1	1	x	1	0	0	1
Счет	0	x	0	x	↓	Увеличение кода			
	x	0	x	0	↓				
	0	x	x	0	↓				
	x	0	0	x	↓				

Примечания: - символ x обозначает безразличное состояние входа;
 - символ ↓ обозначает срез тактового сигнала.

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 С0, 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 счётчик

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, таким образом, реверсивный счетчик должен обязательно содержать в своем составе устройства, выполняющие функцию управления последовательностью счета. Счетчики находят широкое применение в вычислительных и управляющих устройствах, цифровых измерительных приборах. Отметим, 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.

На рисунке 3.5 показан один из вариантов построения асинхронного двоичного реверсивного счетчика.

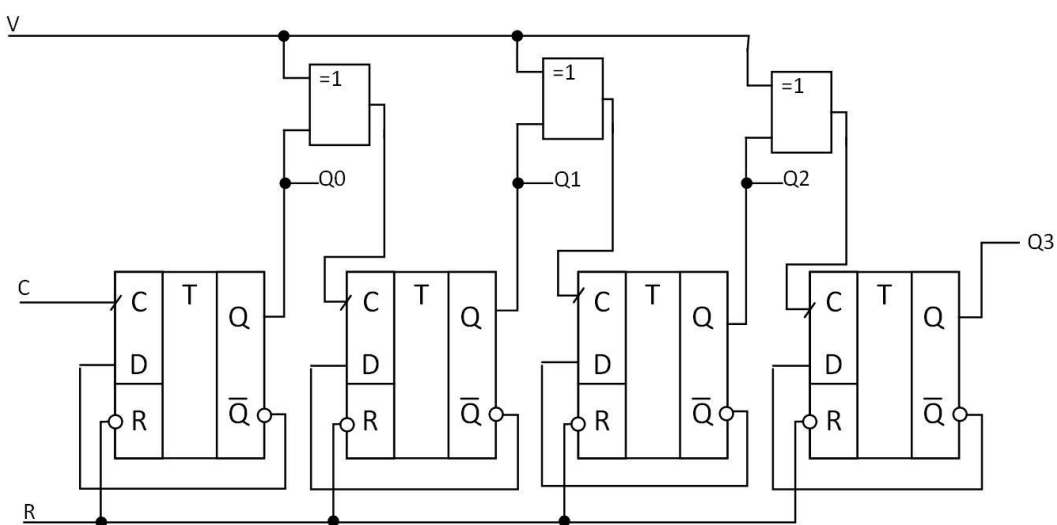


Рисунок 3.5 – Схема реверсивного асинхронного двоичного счетчика

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. Примеров синхронного реверсивного четырехразрядного счетчика является интегральная микросхема К555ИЕ7.

Условное графическое обозначение счетчика К555ИЕ7 приведено на рисунке 3.6.

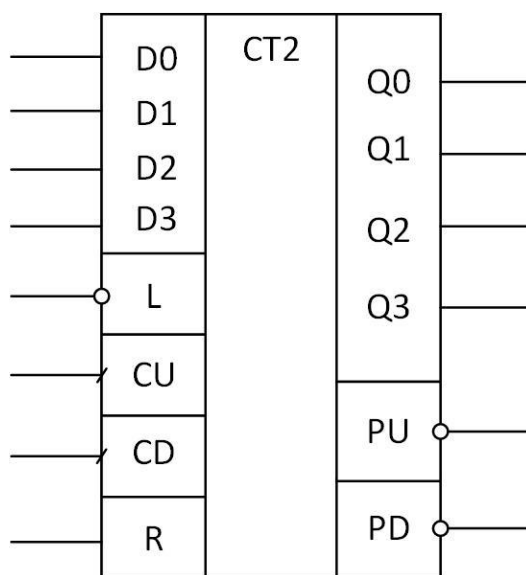


Рисунок 3.6 – Условное графическое обозначение счетчика К555ИЕ7

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.

В зависимости от состояний входов возможны следующие режимы работы реверсивного счетчика (таблица 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 D0 – D3 могут находиться в любом состоянии, что обозначено в таблице символов х;
- 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 входа CD. Во всех других режимах $R = 0$.

Таблица 3.3 – Режимы работы реверсивного счётчика

<i>Режим</i>	<i>Вход</i>								<i>Выход</i>					
	<i>R</i>	<i>L</i>	<i>CU</i>	<i>CD</i>	<i>D0</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>Q0</i>	<i>Q1</i>	<i>Q2</i>	<i>Q3</i>	<i>PU</i>	<i>PD</i>
Сброс	1	х	х	0	х	х	х	х	0	0	0	0	1	0
	1	х	х	1	х	х	х	х	0	0	0	0	1	1
Параллельная запись	0	0	х	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	х	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	х	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	0	0	1	х	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Счет на увеличение	0	1	↑	1	х	х	х	х	Увеличение кода				1	1
Счет на уменьшение	0	1	1	↑	х	х	х	х	Уменьшение кода				1	1

Примечания: - символ х обозначает безразличное состояние входа;
 - символ ↑ обозначает фронт тактового сигнала.

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

4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

4.1 Изучение работы двоичного счётчика

После установки лабораторного модуля dLab12 на макетную плату NI ELVIS и загрузки файла dLab12.vi на экране появляется изображение виртуального прибора (ВП), приведенного на рисунке 4.1.

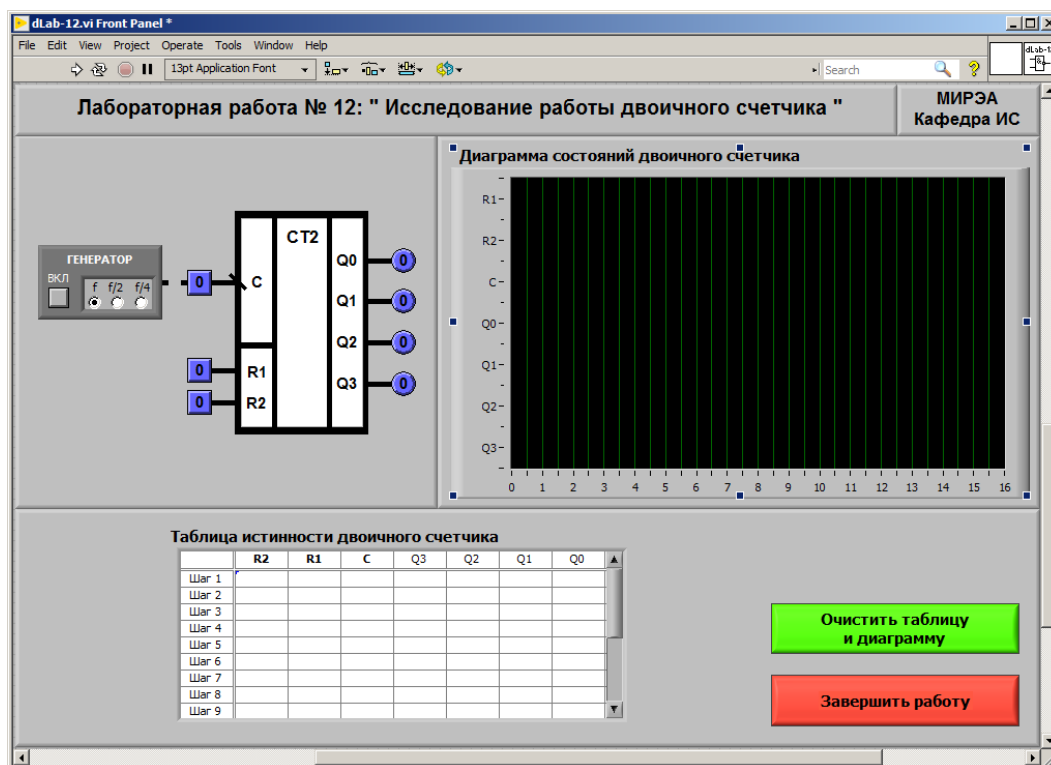


Рисунок 4.1 – Лицевая панель ВП при работе с двоичным счётчиком

4.1.1 Изучение работы двоичного счётчика в статическом режиме

Выполнив сброс счётчика с помощью входов R1 и R2 и посылая единичные импульсы на вход С, необходимо получить таблицу истинности и диаграмму состояний. Они представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.2 соответственно.

Таблица 4.1 – Таблица истинности двоичного счётчика в статическом режиме

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

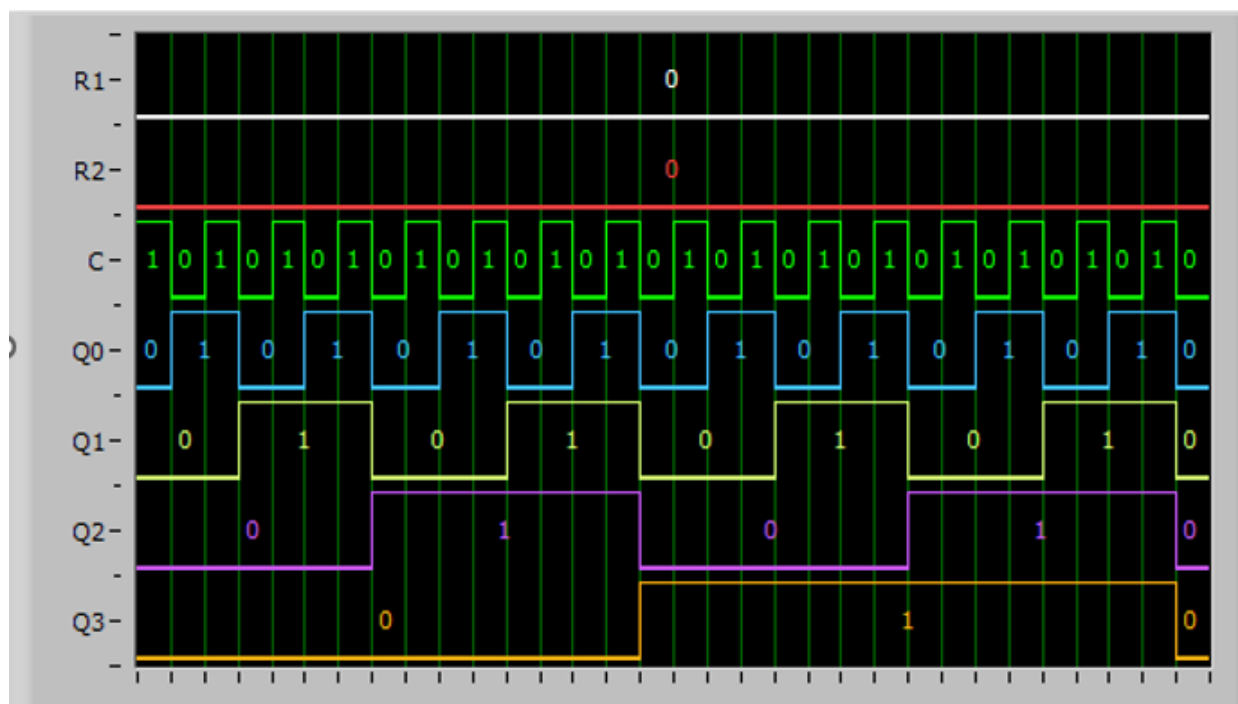


Рисунок 4.2 – Диаграмма состояний двоичного счётчика в статическом режиме

Исходя из полученной информации, можно сделать вывод, что данный двоичный счётчик является суммирующим и имеет коэффициент пересчёта $K_{сч} = 16$.

4.1.2 Изучение работы двоичного счётчика в динамическом режиме

Изменяя состояния входов асинхронного сброса R1 и R2 при включённом генераторе, получим диаграмму состояний, представленную на рисунке 4.3.

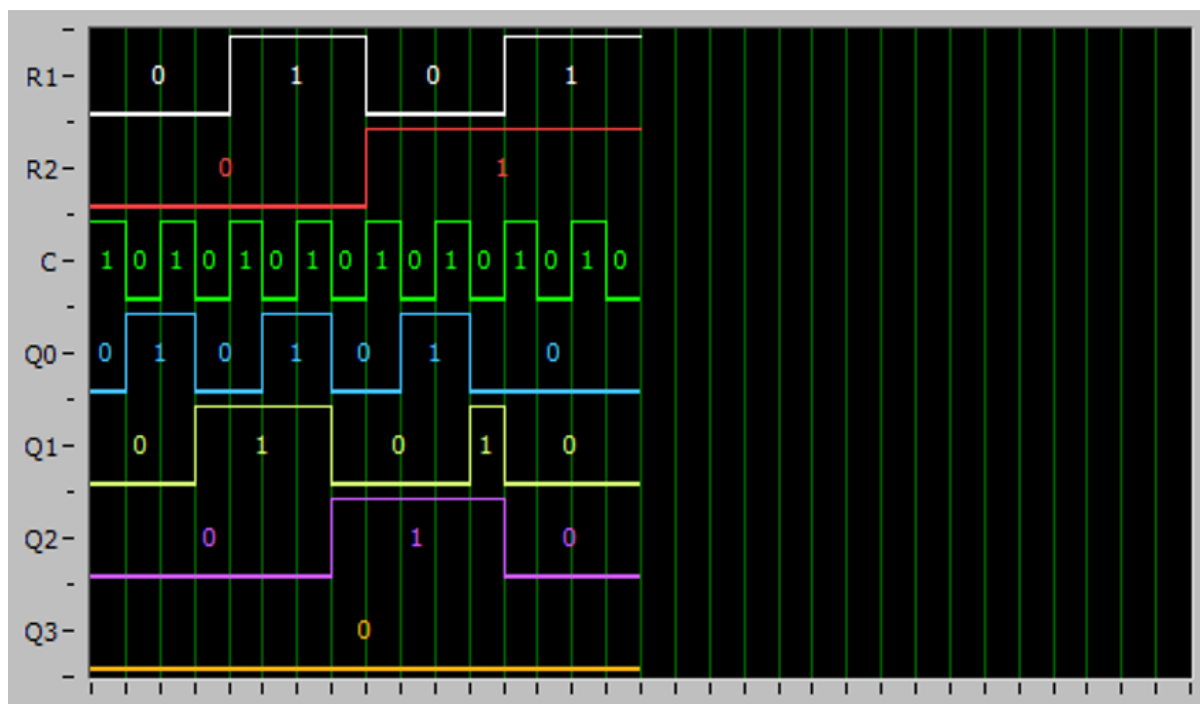


Рисунок 4.3 – Диаграмма состояний двоичного счётчика в динамическом режиме

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что переключение счётчика происходит по заднему фронту сигнала импульса C, а также составить таблицу режимов работы счётчика (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Таблица режимов работы двоичного счётчика

<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>Режим работы</i>
0	0	Счёт
0	1	
1	0	
1	1	Сброс

4.2 Изучение работы двоично-десятичного счётчика

После установки лабораторного модуля dLab13 на макетную плату NI ELVIS и загрузки файла dLab13.vi на экране появляется изображение виртуального прибора (ВП), приведенного на рисунке 4.4.

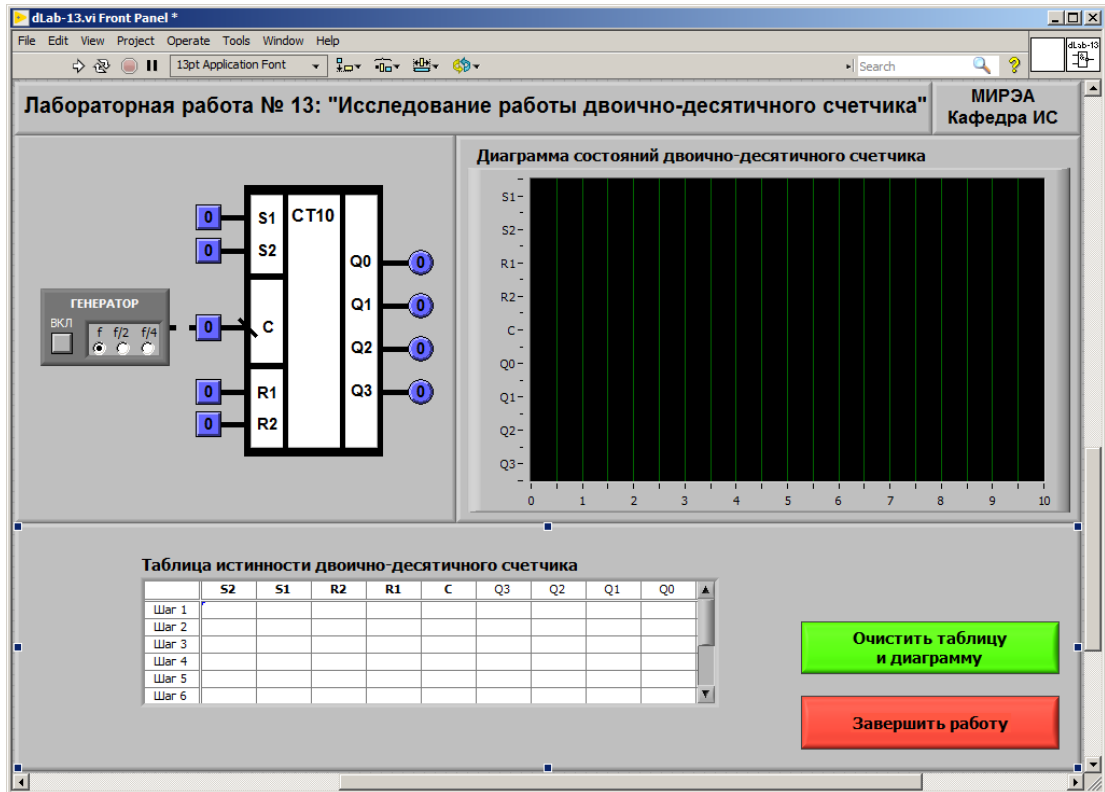


Рисунок 4.4 – Лицевая панель ВП при работе с двоично-десятичным счётчиком

4.2.1 Изучение работы двоично-десятичного счётчика в статическом режиме

Установив на входах параллельной установки значения $S1 = 0$, $S2 = 0$, выполнив сброс счётчика с помощью входов R1 и R2 и посылая единичные импульсы на вход C, необходимо получить таблицу истинности и диаграмму состояний. Они представлены в таблице 4.3 и на рисунке 4.5 соответственно.

Таблица 4.3 – Таблица истинности двоично-десятичного счётчика в статическом режиме

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

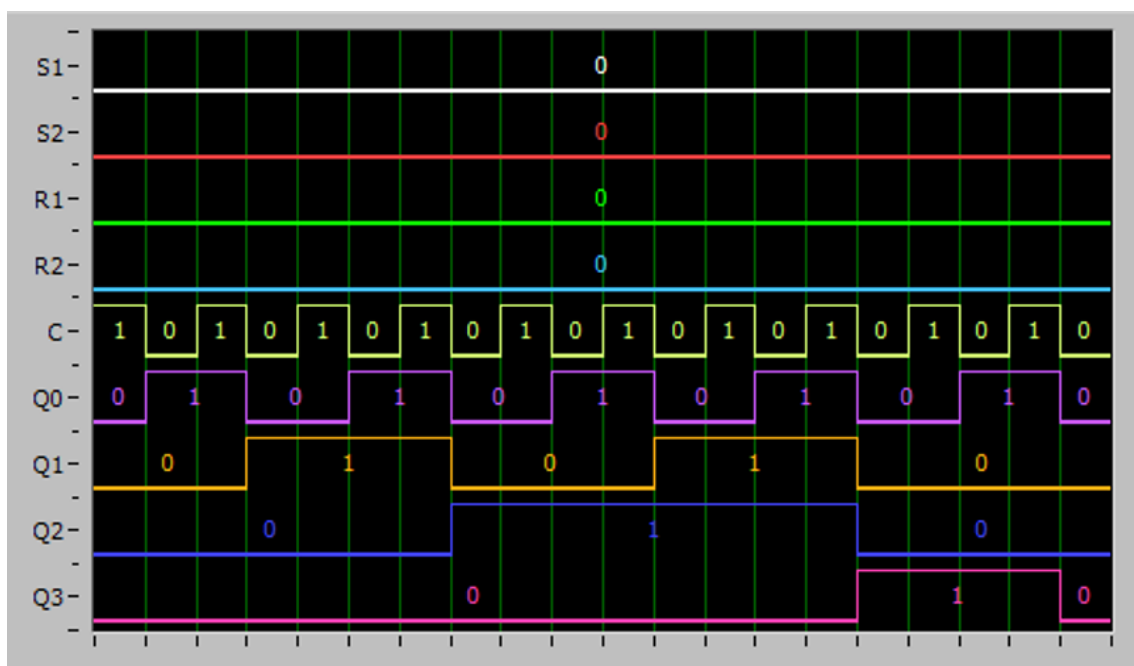


Рисунок 4.5 – Диаграмма состояний двоично-десятичного счётчика в статическом режиме

Исходя из полученной информации, можно сделать вывод, что данный двоичный счётчик является суммирующим и имеет коэффициент пересчёта $K_{сч} = 10$.

4.2.2 Изучение работы двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме

Изменяя состояния входов асинхронного сброса R1 и R2 при включённом генераторе, получим диаграмму состояний, представленную на рисунке 4.6.

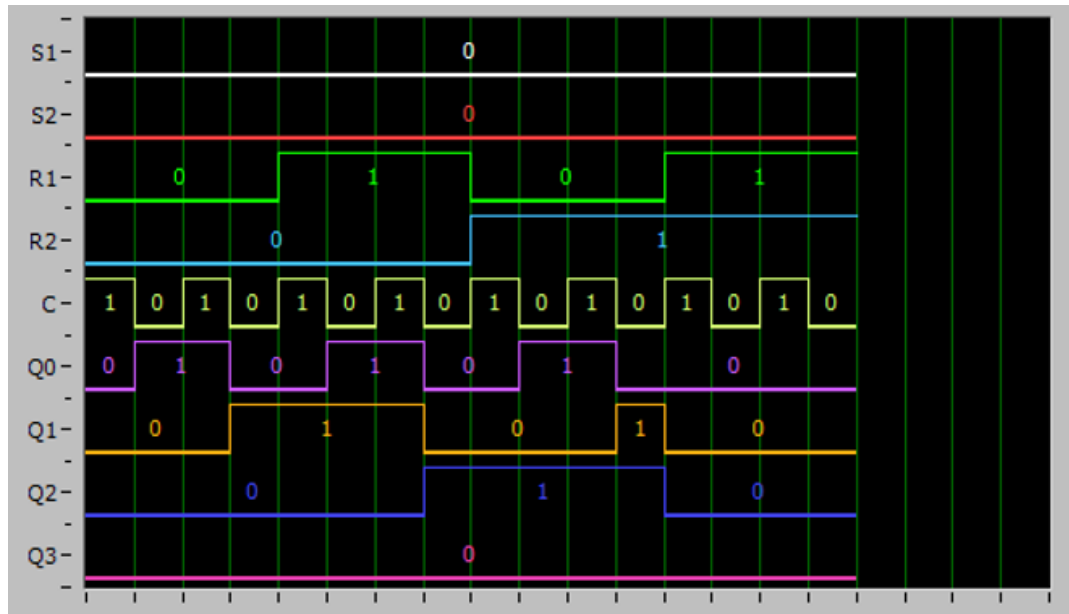


Рисунок 4.6 – Диаграмма состояний двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме

Изменяя состояния входов асинхронной установки S1 и S2 при включённом генераторе, получим диаграмму состояний, представленную на рисунке 4.7.

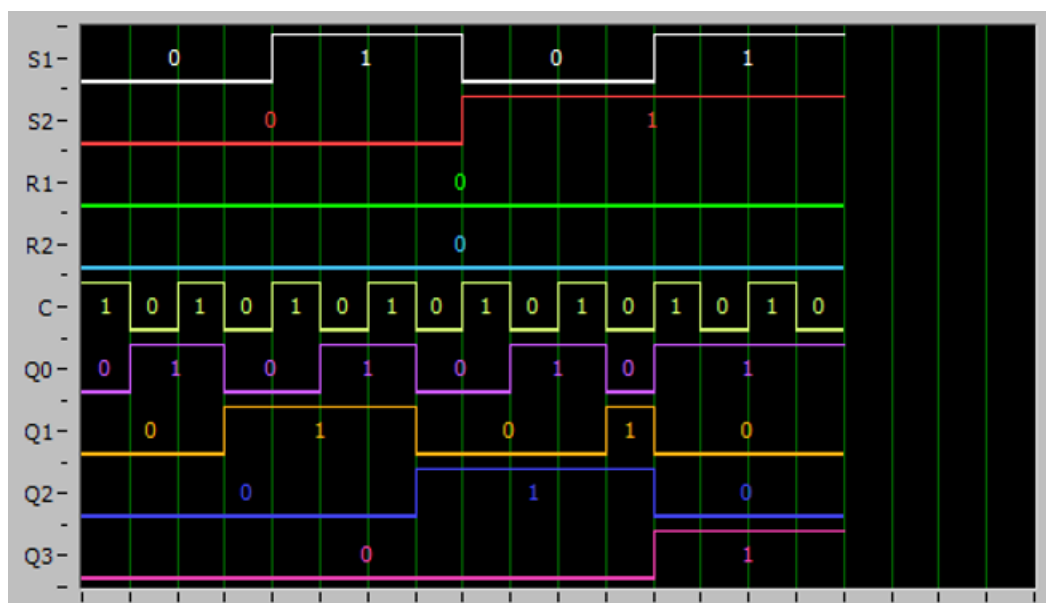


Рисунок 4.7 – Диаграмма состояний двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что переключение счётчика происходит по заднему фронту сигнала импульса С, а также составить таблицу режимов работы счётчика (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Таблица режимов работы двоичного счётчика

<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>Режим работы</i>
0	x	0	x	Счёт
x	0	x	0	
0	x	x	0	
x	0	0	x	
0	x	1	1	Предварительная установка
x	0	1	1	
1	1	0	x	Сброс
1	1	x	0	

4.3 Изучение работы реверсивного счётчика

После установки лабораторного модуля dLab14 на макетную плату NI ELVIS и загрузки файла dLab14.vi на экране появляется изображение виртуального прибора (ВП), приведенного на рисунке 4.8.

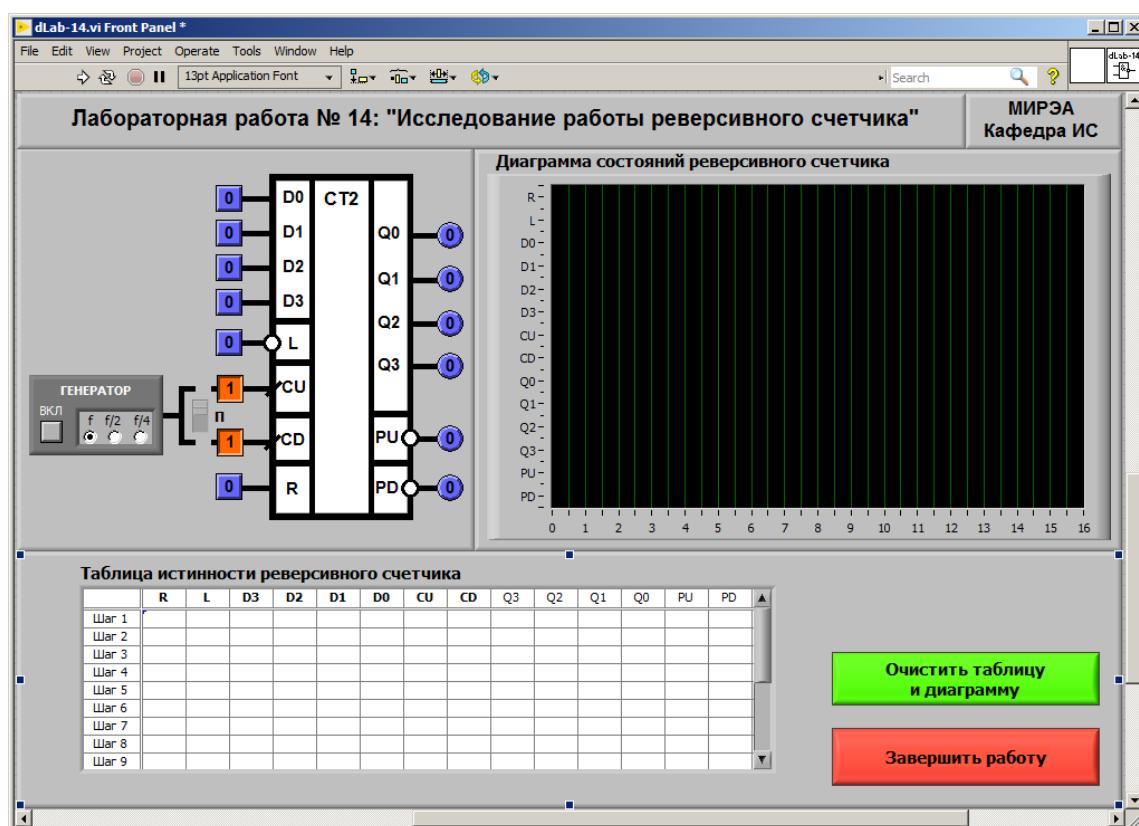


Рисунок 4.8 – Лицевая панель ВП при работе с реверсивным счётчиком

4.3.1 Изучение работы реверсивного счётчика в статическом режиме счёта на увеличение

Установив на входе параллельной загрузки счётчика сигнал $L = 1$, а на входе сброса $R = 0$ и посылая единичные импульсы на вход CU, необходимо получить таблицу истинности и диаграмму состояний. Они представлены в таблице 4.5 и на рисунке 4.9 соответственно.

Таблица 4.5 – Таблица истинности реверсивного счётчика в режиме счёта на увеличение

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

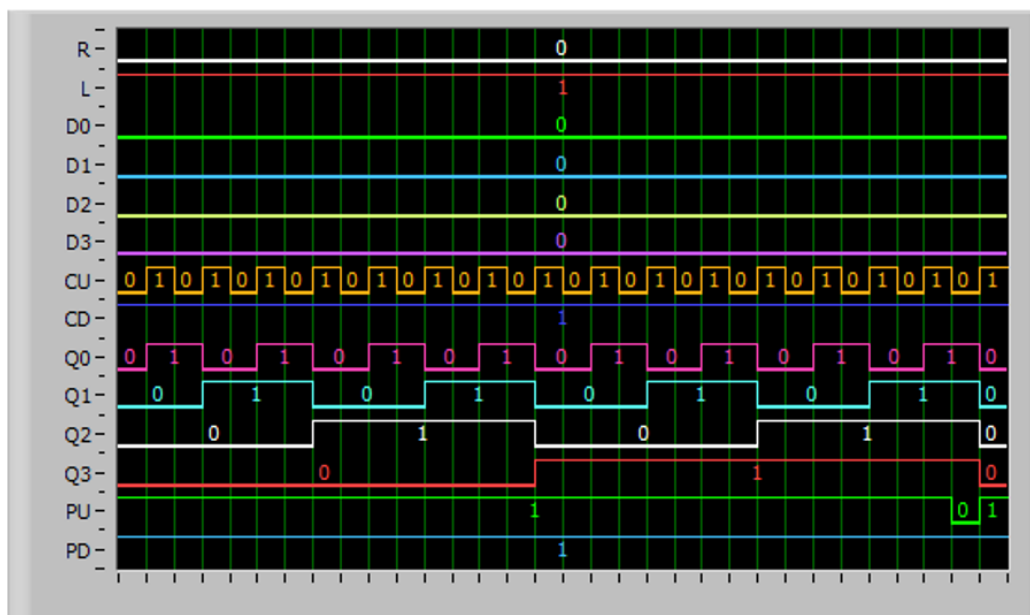


Рисунок 4.9 – Диаграмма состояний реверсивного счётчика в режиме счёта на увеличение

Исходя из полученной информации, можно сделать вывод, что в режиме счёта на увеличение коэффициент пересчёта данного счётчика $K_{сч} = 16$.

В статическом режиме удастся зарегистрировать изменения сигнала окончания счёта «PU» при появлении на выходах счетчика Q0-Q3 кода «1111».

4.3.2 Изучение работы реверсивного счётчика в статическом режиме счёта на уменьшение

Установив на входе параллельной загрузки счётчика сигнал $L = 1$, а на входе сброса $R = 0$ и посылая единичные импульсы на вход CD , необходимо получить таблицу истинности и диаграмму состояний. Они представлены в таблице 4.6 и на рисунке 4.10 соответственно.

Таблица 4.6 – Таблица истинности реверсивного счётчика в режиме счёта на уменьшение

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

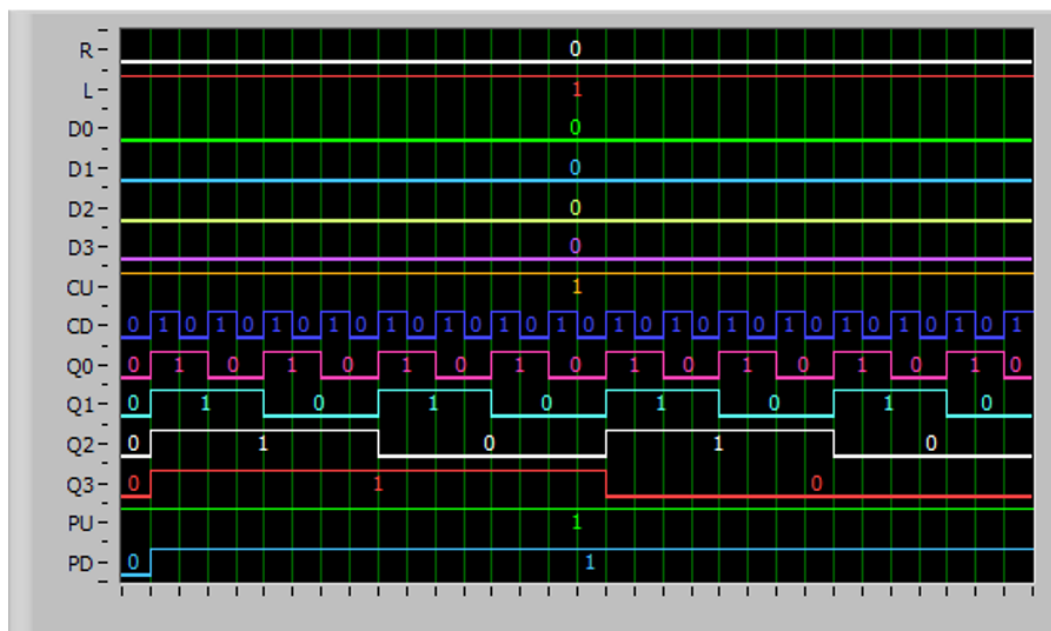


Рисунок 4.10 – Диаграмма состояний реверсивного счётчика в режиме счёта на уменьшение

Исходя из полученной информации, можно сделать вывод, что в режиме счёта на увеличение коэффициент пересчёта данного счётчика $K_{сч} = 16$.

В статическом режиме удастся зарегистрировать изменения сигнала окончания счета «PD» при появлении на выходах счетчика Q0-Q3 кода «0000».

4.3.3 Изучение работы реверсивного счётчика в статическом режиме параллельной загрузки

Установив на входе параллельной загрузки счётчика сигнал $L = 1$, а на входе сброса $R = 0$, необходимо изменять значения сигналов на входах D0-D3, выполняя параллельную загрузку с помощью входа L, после чего необходимо определить состояние счётчика по выходным сигналам Q0-Q3. Результаты показаны на рисунках 4.11-4.13.

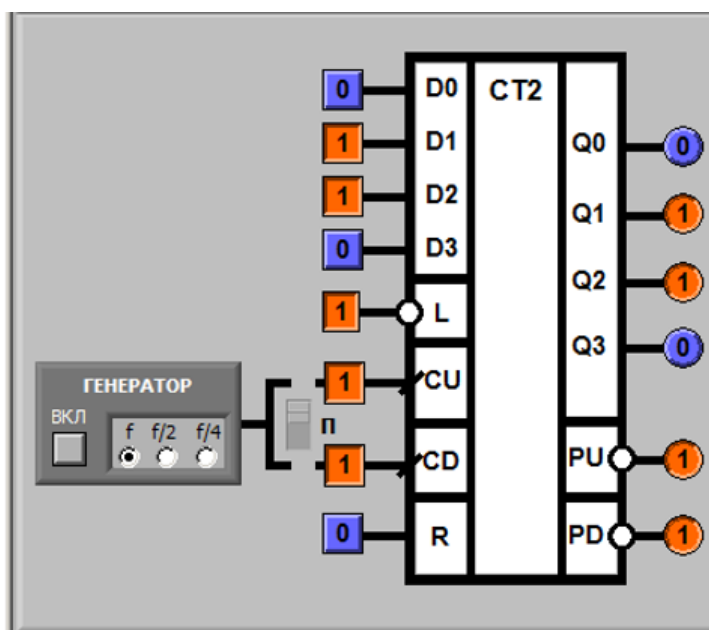


Рисунок 4.11 – Состояние реверсивного счётчика при загрузке D0=0, D1=1, D2=1, D3=0

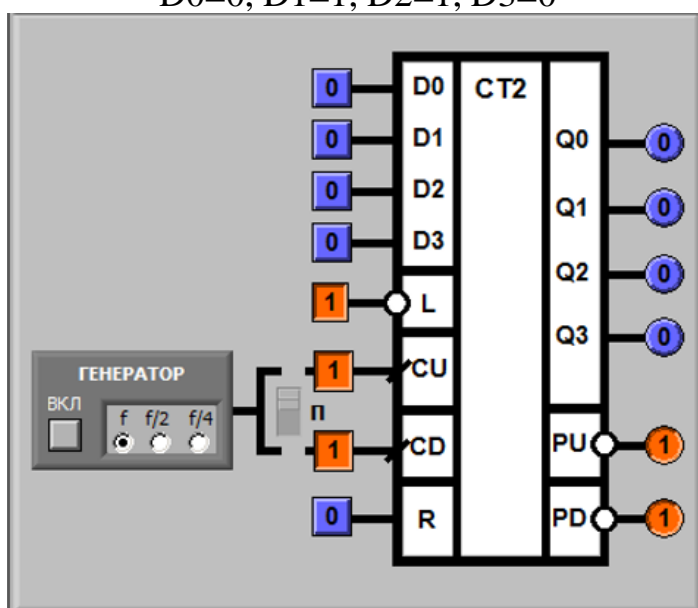


Рисунок 4.12 – Состояние реверсивного счётчика при загрузке D0=0, D1=0, D2=0, D3=0

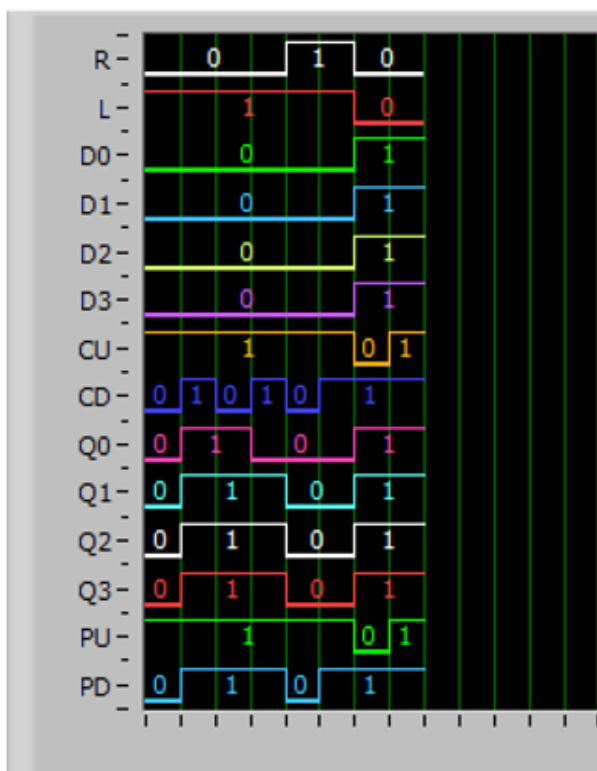


Рисунок 4.15 – Диаграмма состояний в режимах сброса и параллельной загрузки

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что изменение состояния счётчика происходит по переднему фронту импульса на входах CU и CD. Формирование сигналов переноса PU и PD происходит при обнаружении состояния 1111 в режиме на увеличение и состояния 0000 в режиме на уменьшение соответственно.

Говоря о режимах сброса и параллельной загрузки, полученные данные позволяют сделать вывод, что параллельная загрузка происходит при $L=0$, а сброс при $R=1$. При параллельной загрузке значения 1111 на выходе PU появляется значение сигнала CU, а при загрузке значения 0000 на выходе PD появляется значения сигнала CD.

5 ВЫВОДЫ

В ходе данной лабораторной работы требовалось изучить работу двоичного, двоично-десятичного и реверсивного счётчиков.

С этой целью, для двоичного счётчика в статическом режиме были сформированы таблица истинности и диаграмма состояний, определён тип и коэффициент пересчёта $K_{сч}$; в динамическом режиме была сформирована диаграмма состояний и определён фронт импульса C, по которому происходит переключение счётчика.

Для двоично-десятичного счётчика в статическом режиме были сформированы таблица истинности и диаграмма состояний, определён тип и коэффициент пересчёта $K_{сч}$; в динамическом режиме была сформирована

диаграмма состояний и определён фронт импульса C , по которому происходит переключение счётчика, а также определён режим работы, исходя из состояния входов $R1, R2, S1, S2$.

Для реверсивного счётчика в статическом режиме сформированы таблицы истинности и диаграммы состояний, определён коэффициент пересчёта $K_{сч}$, определена возможность зарегистрировать изменение сигнала PU при счёте на увеличение и сигнала PD при счёте на уменьшение, определён уровень сигнала L , при котором происходит параллельная загрузка; в динамическом режиме были сформированы диаграммы состояний, определён фронт импульса на входах CU, CD , по которому происходит переключение, определены уровни сигналов на R и L , при которых происходят сброс и параллельная загрузка.