

БГУИР

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 05

Тема: «Исследование работы счётчиков»

Выполнил:

студент группы 150501 Божко И.И.

Проверил:

к.т.н., доцент Селезнёв И.Л.

Минск

2023

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение работы счётчиков: двоичного, двоично-десятичного и реверсивного.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

1) Для выполнения работы используется лабораторный стенд, в состав которого входят:

- базовый лабораторный стенд
- лабораторный модуль dLab12 для изучения работы двоичного счётчика
- лабораторный модуль dLab13 для изучения работы двоично-десятичного счётчика
- лабораторный модуль dLab14 для изучения работы реверсивного счётчика

2) Изучение работы счётчиков:

2.1 Изучение работы двоичного счётчика:

2.1.1 Построение временных диаграмм и таблицы истинности счётчика в статическом режиме работы

2.1.2 Построение временных диаграмм и таблицы истинности счётчика в динамическом режиме работы

2.2 Изучение работы двоично-десятичного счётчика:

2.2.1 Построение временных диаграмм и таблицы истинности счётчика в статическом режиме работы

2.2.2 Построение временных диаграмм и таблицы истинности счётчика в динамическом режиме работы

2.3 Изучение работы реверсивного счётчика

2.3.1 Построение временных диаграмм и таблицы истинности счётчика в статическом режиме работы

2.3.2 Построение временных диаграмм и таблицы истинности счётчика в динамическом режиме работы

3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Двоичный счётчик

Счётчиком называется устройство для подсчета числа входных импульсов. При поступлении каждого импульса на тактовый вход С состояние счётчика изменяется на единицу. Счетчик можно реализовать на нескольких триггерах, при этом состояние счётчика будет определяться состоянием его триггеров. В суммирующих счетчиках каждый входной импульс увеличивает число на его

выходе на единицу, в вычитающих. счетчиках каждый импульс уменьшает это число на единицу. Наиболее простые счётчики – двоичные. На рис. 3.1 представлен суммирующий двоичный счётчик.

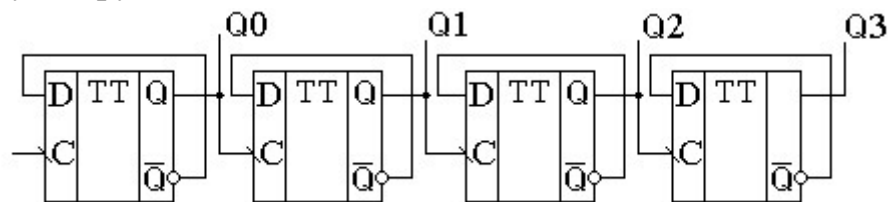


Рисунок 3.1 – суммирующий двоичный счётчик

При построении счётчика триггеры соединяются последовательно. Выход каждого триггера непосредственно действует на тактовый вход следующего. Для того чтобы реализовать суммирующий счётчик, необходимо счётный вход очередного триггера подключать и инверсному выходу предыдущего.

Счётчики характеризуются числом состояний в течение одного периода (цикла) счёта. Число состояний определяется количеством триггеров m в структуре счётчика. Так для двоичного счётчика при $m = 4$ число состояний равно $2^4 = 16$.

Число состояний счётчика принято называть коэффициентом пересчёта $K_{сч}$. Этот коэффициент равен отношению числа импульсов на входе $N_{вх}$ к числу импульсу на выходе $N_{вых}$ старшего разряда счётчика за период счёта.

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

Если на вход счётчика подавать периодическую последовательность импульсов с частотой $f_{вх}$, то частота $f_{вых}$ на выходе старшего разряда будет меньше в $K_{сч}$ раз. Поэтому счётчики можно использовать в качестве делителей частоты, величина $K_{сч}$ в данном случае будет называться коэффициентом деления. Для увеличения данного коэффициента приходится увеличивать число триггеров в схеме счётчика.

На рис. 3.2 показано УГО двоичного счётчика К555ИЕ5, включенного с коэффициентом пересчёта 16 (Выход Q0 соединён со входом C0)

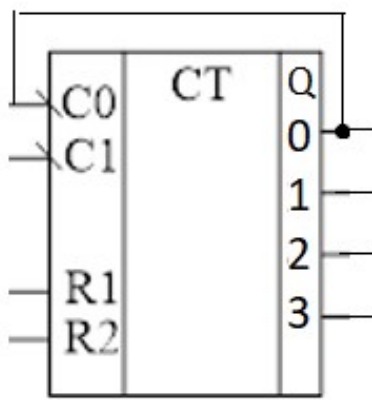


Рисунок 3.2 – УГО счётчика К555ИЕ5

Режимы работы микросхемы К555ИЕ5, включённой с коэффициентом пересчёта 16, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – режимы работы двоичного счётчика

<i>Режим работы</i>	<i>Вход</i>			<i>Выход</i>			
	R1	R2	C0	Q0	Q1	Q2	Q3
Сброс	1	1	х	0	0	0	0
Счёт	0	0	\	Увеличение кода			
	1	0	\				
	0	1	\				

Примечания: - символ х обозначает безразличное состояние входа
 - символ \ обозначает срез тактового сигнала

3.2 Двоично-десятичный счётчик

Двоично-десятичные счетчики ведут счет в десятичной системе счисления. Каждая десятичная цифра от 0 до 9 кодируется четырехразрядным двоичным кодом, так называемой тетрадой. Эти устройства являются разновидностью счетчиков по модулю n . Данные триггеры реализуются на основе двоичных счётчиков путём ввода обратных связей.

На рис. 3.3 представлен счётчик с коэффициентом пересчёта 5.

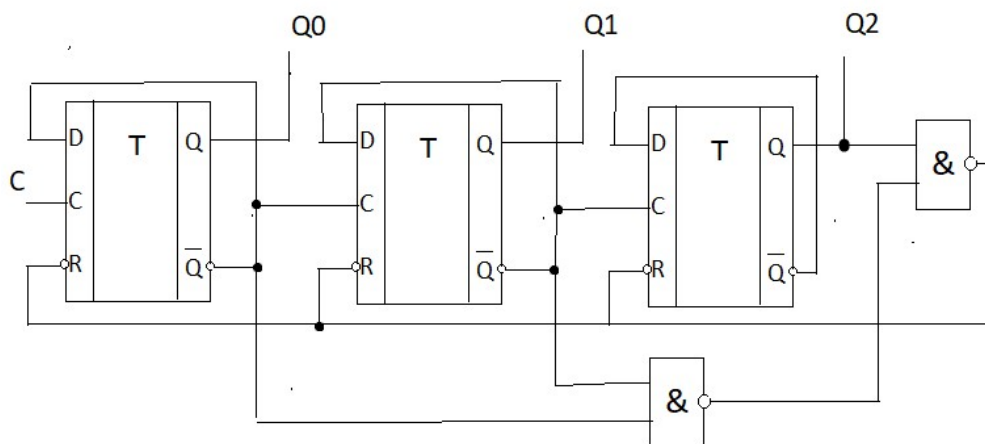


Рисунок 3.3 – счётчик с $K_{сч} = 5$

На рисунке 3.4 приведено УГО двоично-десятичного счётчика К555ИЕ2, включенного с коэффициентом пересчёта 10.

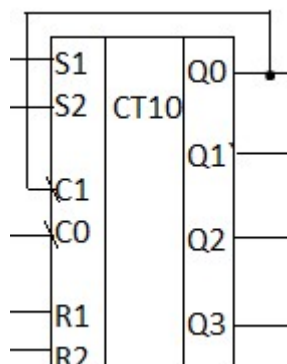


Рисунок 3.4 – УГО счётчика K555IE2

Режимы работы микросхемы K555IE2, включённой с коэффициентом пересчёта 10, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – режимы работы двоично-десятичного счётчика

<i>Режим Работы</i>	<i>Вход</i>					<i>Выход</i>			
	R1	R2	S1	S2	C0	Q0	Q1	Q2	Q3
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
Счёт	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

3.3 Реверсивный счётчик

Реверсивные счетчики могут работать как в режиме суммирования, так и в режиме вычитания. Направление счёта в реверсивном счётчике определяется способом передачи сигнала между триггерами соседних разрядов, таким образом, реверсивный счётчик должен обязательно содержать в своём составе устройства, выполняющие функцию управления последовательностью счёта. Счётчики находят широкое применение в вычислительных и управляющих устройствах, цифровых измерительных приборах.

В зависимости от выбранного способа управления внутренними триггерами реверсивные счётчики могут быть как асинхронными, так и синхронными.

Последовательные счётчики 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 работу счётчика.

Более совершенным является синхронный реверсивный счётчик, в котором счётные импульсы поступают одновременно на входы всех триггеров. Примером такого счётчика является интегральная микросхема К555ИЕ7. Уго данной микросхемы представлено на рис. 3.5.

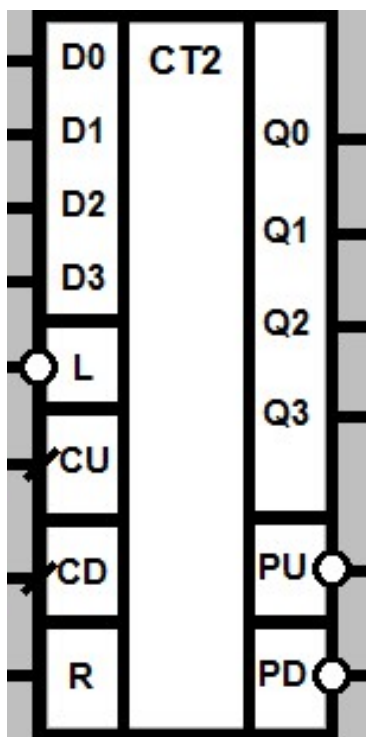


Рисунок 3.5 – УГО счётчика К555ИЕ7

Режимы работы микросхемы К555ИЕ7 приведены в табл. 3.3

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	x	x	0	x	x	x	x	0	0	0	0	1	0
	1	x	x	1	x	x	x	x	0	0	0	0	1	1
Параллельная запись	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	x	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	x	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	0	0	1	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Счёт на увеличение	0	1	/	1	x	x	x	x	Увеличение кода				1	1
Счёт на уменьшение	0	1	1	/	x	x	x	x	Уменьшение кода				1	1

Примечания: - символ x обозначает безразличное состояние входа
 - символ / обозначает фронт тактового сигнала

4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

4.1 Исследование работы двоичного счётчика

4.1.1 Изучение работы двоичного счётчика в статическом режиме работы

Подавая сигнал на вход С 16 раз, заполняем диаграмму состояний (рис. 4.1) и таблицу истинности (рис. 4.2) счётчика. На рис. 4.3 приведено изображение лицевой панели при работе.

Диаграмма состояний двоичного счетчика

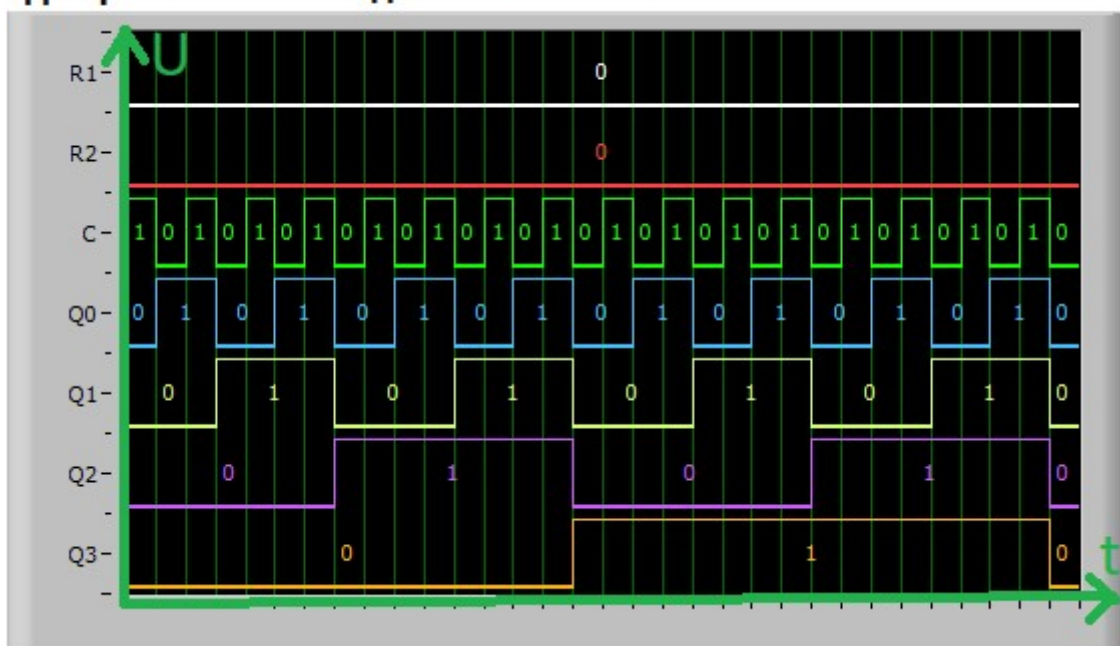


Рисунок 4.1 – диаграмма состояний двоичного счётчика в статическом режиме работы

Таблица истинности двоичного счетчика

	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 – таблица истинности двоичного счётчика в статическом режиме работы

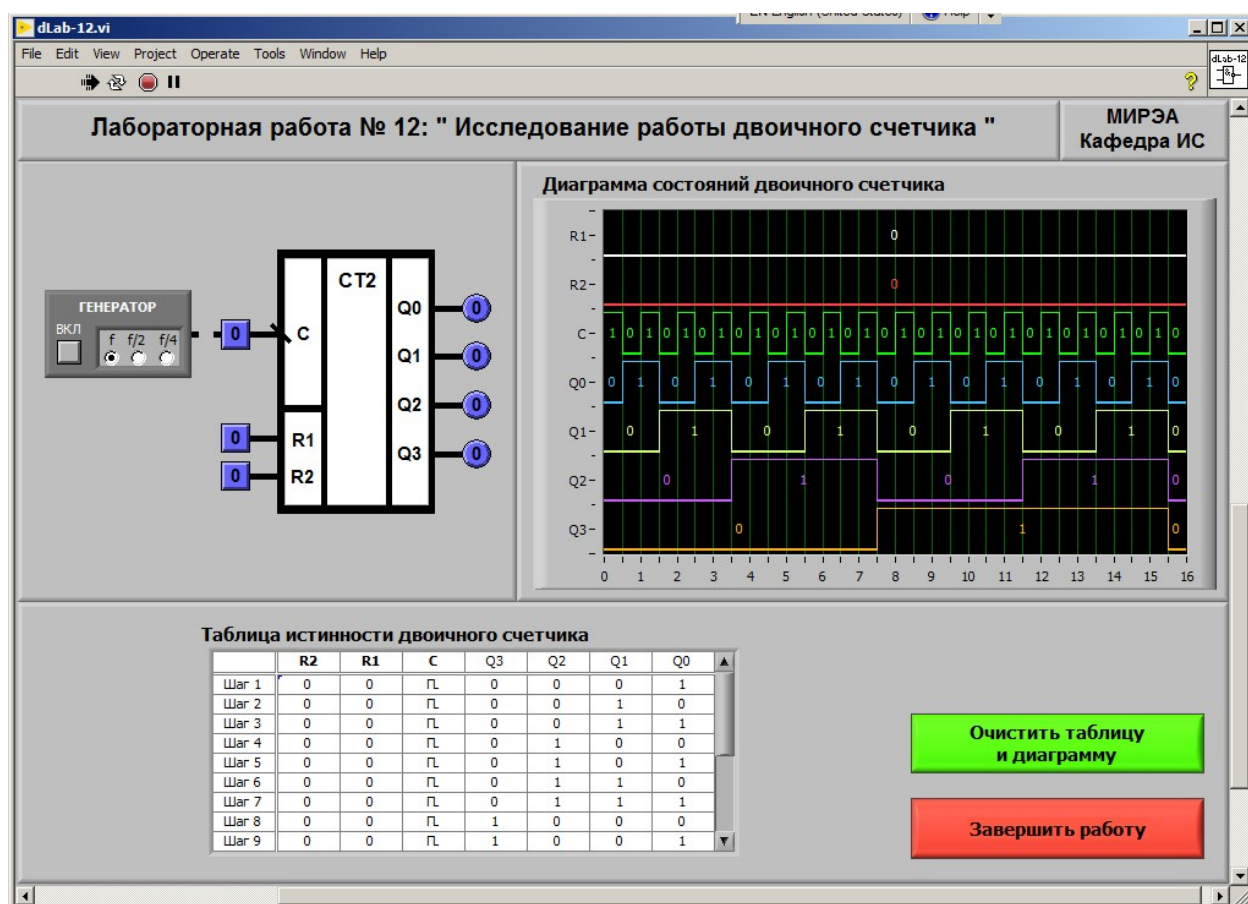


Рисунок 4.3 – лицевая панель при изучении двоичного счётчика в статическом режиме работы

Коэффициент пересчёта $K_{Сч} = 16$

4.1.2 Изучение работы двоичного счётчика в динамическом режиме работы

Для изучения работы регистра в динамическом режиме включаем генератор импульсов и, изменяя входные сигналы R1 и R2 счётчика, отражаем на диаграмме состояний (рис. 4.4) режимы работы счётчика. На рис. 4.5 приведено изображение лицевой панели при работе.



Рисунок 4.4 – диаграмма состояний двоичного счётчика в динамическом режиме работы

Лабораторная работа № 12: " Исследование работы двоичного счетчика "
МИРЭА
Кафедра ИС

ГЕНЕРАТОР

ВКЛ ☐ f f/2 f/4

CT2

C R1 R2 Q0 Q1 Q2 Q3

0 1 1 0 0 0 0

Диаграмма состояний двоичного счетчика

Таблица истинности двоичного счетчика

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

Очистить таблицу
и диаграмму

Завершить работу

Рисунок 4.5 – лицевая панель при изучении двоичного счётчика в динамическом режиме работы

Переключение счётчика происходит по перепаду импульсов “1” – “0” на входе С.

4.2 Исследование работы двоично-десятичного счётчика

4.2.1 Изучение работы двоично-десятичного счётчика в статическом режиме работы

Устанавливаем следующие значения сигналов: $S0 = 0$, $S1 = 0$, $R1 = 0$, $R2 = 0$. Подавая сигнал на вход С 10 раз для получения полного цикла пересчёта счётчика, заполняем диаграмму состояний (рис. 4.6) и таблицу истинности (рис. 4.7) счётчика. На рис. 4.8 приведено изображение лицевой панели при работе.



Рисунок 4.6 – диаграмма состояний двоично-десятичного счётчика в статическом режиме работы

Таблица истинности двоично-десятичного счетчика

	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 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 4.7 – таблица истинности двоично-десятичного счётчика в статическом режиме работы

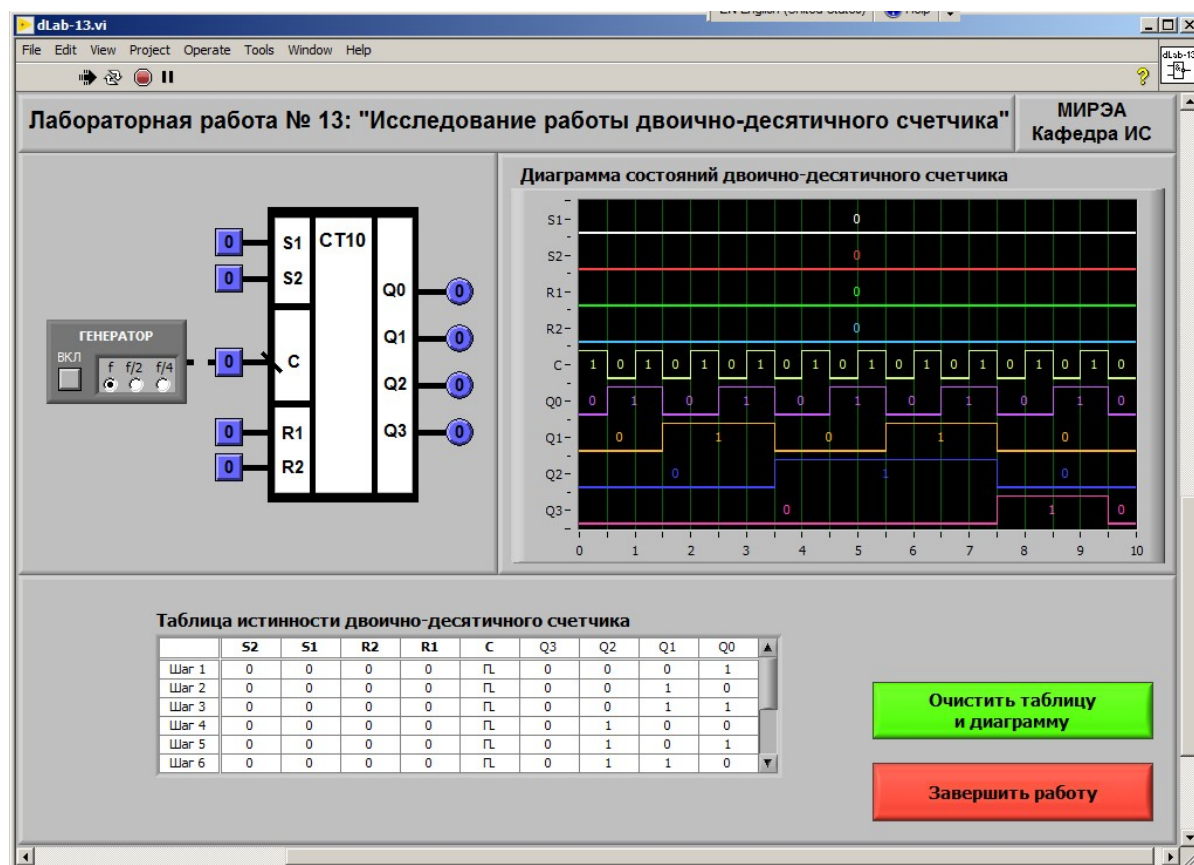


Рисунок 4.8 – лицевая панель при изучении двоично-десятичного счётчика в статическом режиме работы

Коэффициент пересчёта $K_{СЧ} = 10$

4.2.2 Изучение работы двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме работы

Изменяя состояния входов R1, R2, заполняем диаграмму состояний (рис. 4.9) счётчика. На рис. 4.10 приведено изображение лицевой панели при работе.

Диаграмма состояний двоично-десятичного счетчика

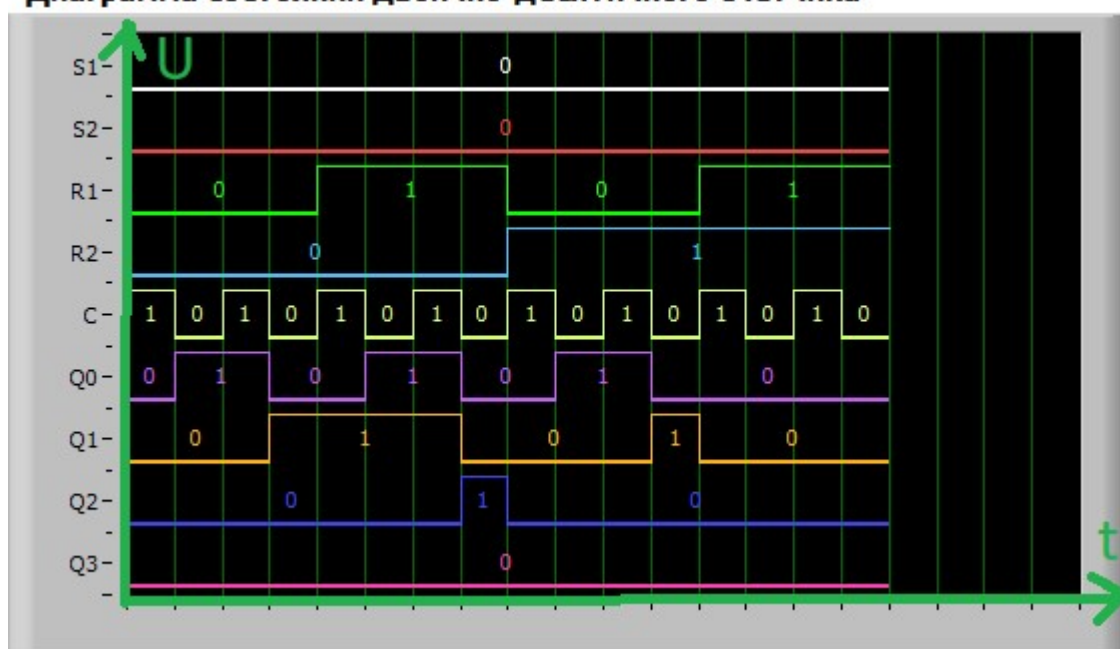


Рисунок 4.9 – диаграмма состояний счётчика в динамическом режиме работы

dlab-13.vi

File Edit View Project Operate Tools Window Help

Лабораторная работа № 13: "Исследование работы двоично-десятичного счетчика" МИРЭА Кафедра ИС

Диаграмма состояний двоично-десятичного счетчика

ГЕНЕРАТОР ВКЛ f f/2 f/4

S1 S2 C R1 R2 Q0 Q1 Q2 Q3

Таблица истинности двоично-десятичного счетчика

	S2	S1	R2	R1	C	Q3	Q2	Q1	Q0
War 1									
War 2									
War 3									
War 4									
War 5									
War 6									

Очистить таблицу и диаграмму

Завершить работу

Рисунок 4.10 – лицевая панель при изучении двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме работы

Изменяя состояния входов S1, S2, заполняем диаграмму состояний (рис. 4.11) счётчика. На рис. 4.12 приведено изображение лицевой панели при работе.



Рисунок 4.11 – диаграмма состояний счётчика в динамическом режиме работы

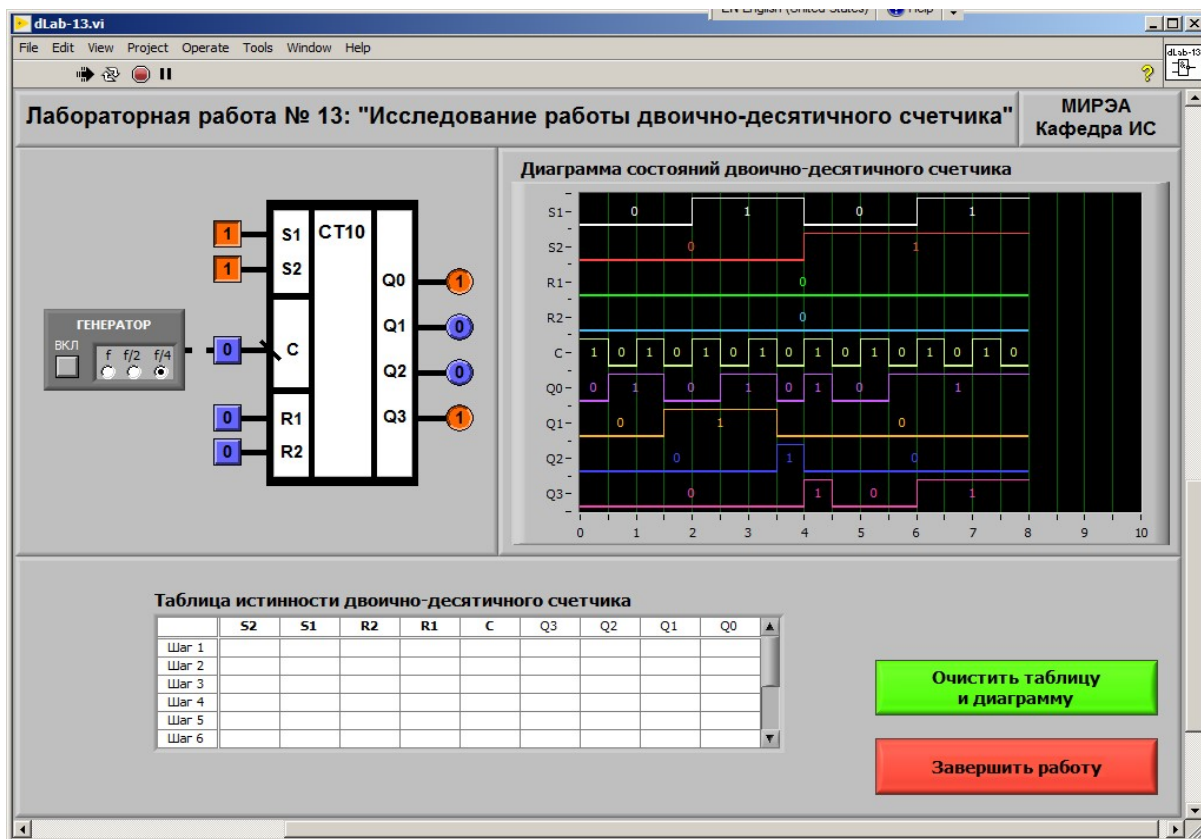


Рисунок 4.12 – лицевая панель при изучении двоично-десятичного счётчика в динамическом режиме работы

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

Рисунок 4.14 – таблица истинности счётчика в режиме счёта на увеличение

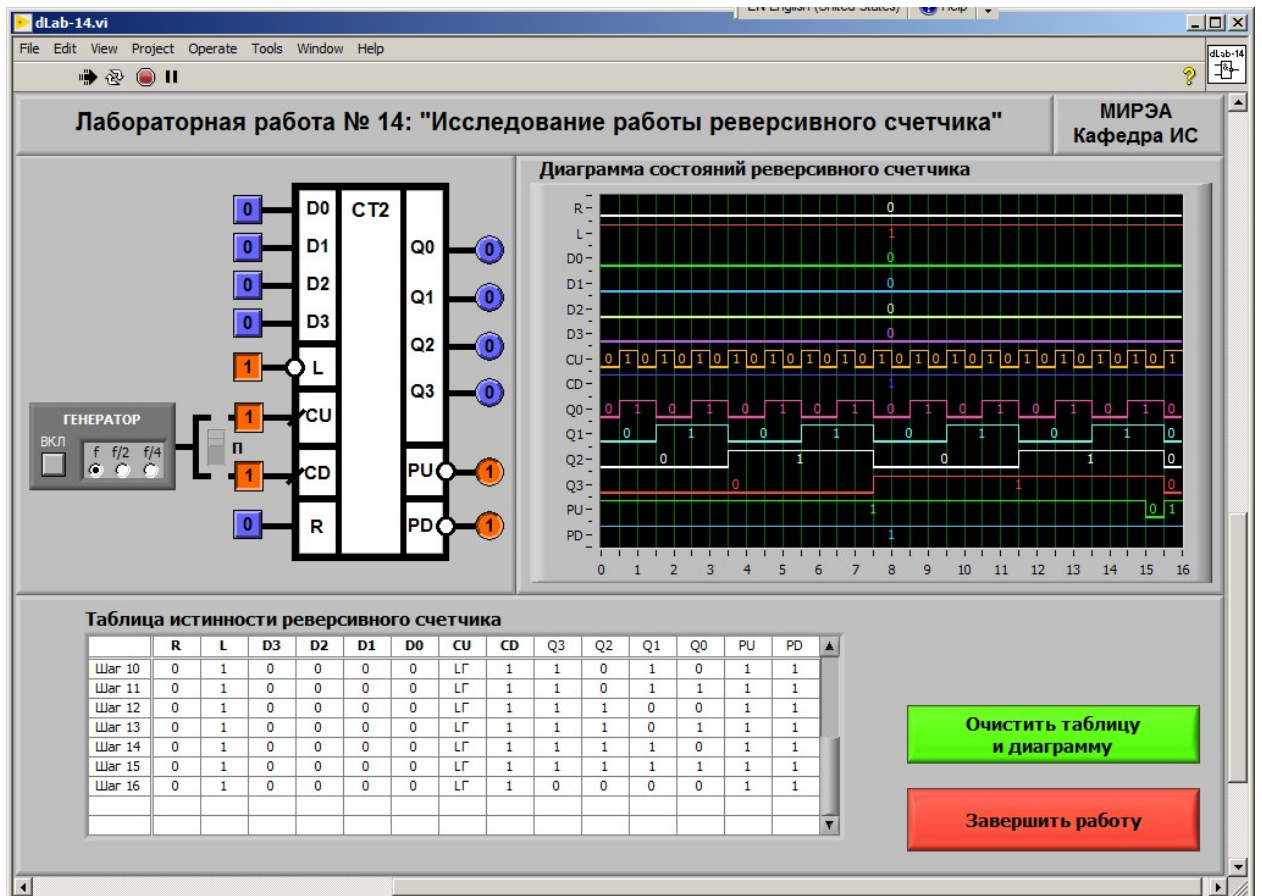


Рисунок 4.15 – лицевая панель при работе с счётчиком в режиме счёта на увеличение

Режим счёта на уменьшение:

Устанавливаем входные сигналы: $L = 1$, $R = 0$. Подавая импульсы на вход CD, заполняем диаграмму состояний (рис. 4.16) и таблицу истинности (4.17) счётчика. На рис. 4.18 приведено изображение лицевой панели при работе.

Коэффициент пересчёта $K_{\text{сч}} = 16$

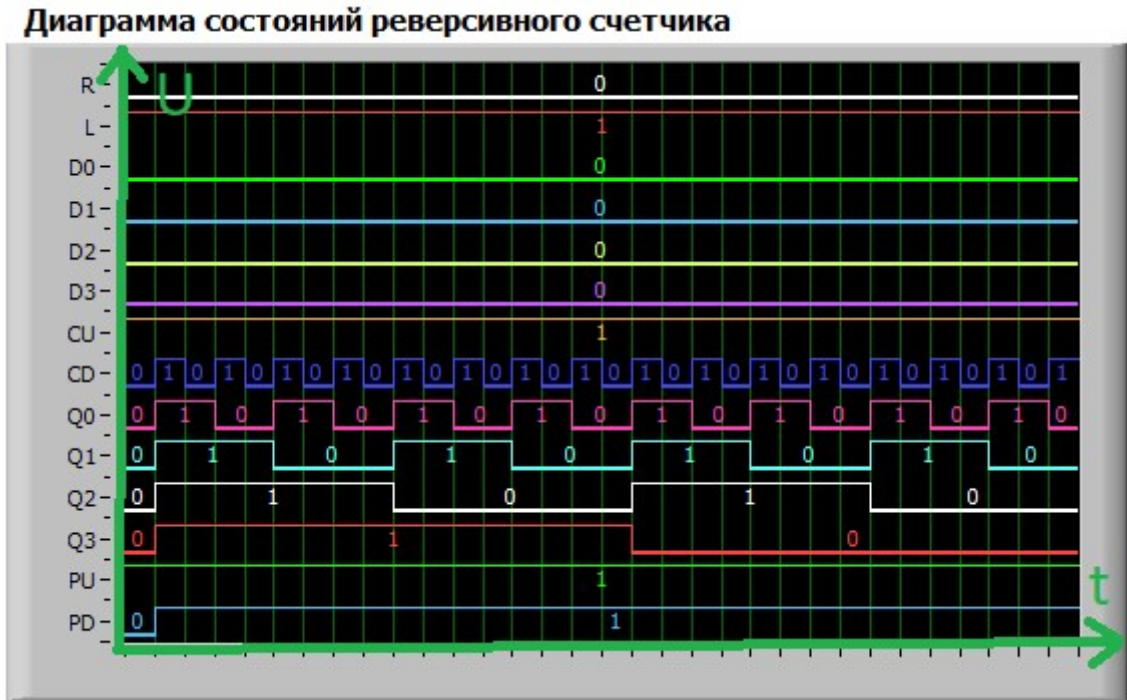


Рисунок 4.16 – диаграмма состояний счётчика в режиме счёта на уменьшение

Таблица истинности реверсивного счетчика

[illegible]

Рисунок 4.17 – таблица истинности счётчика в режиме счёта на уменьшение

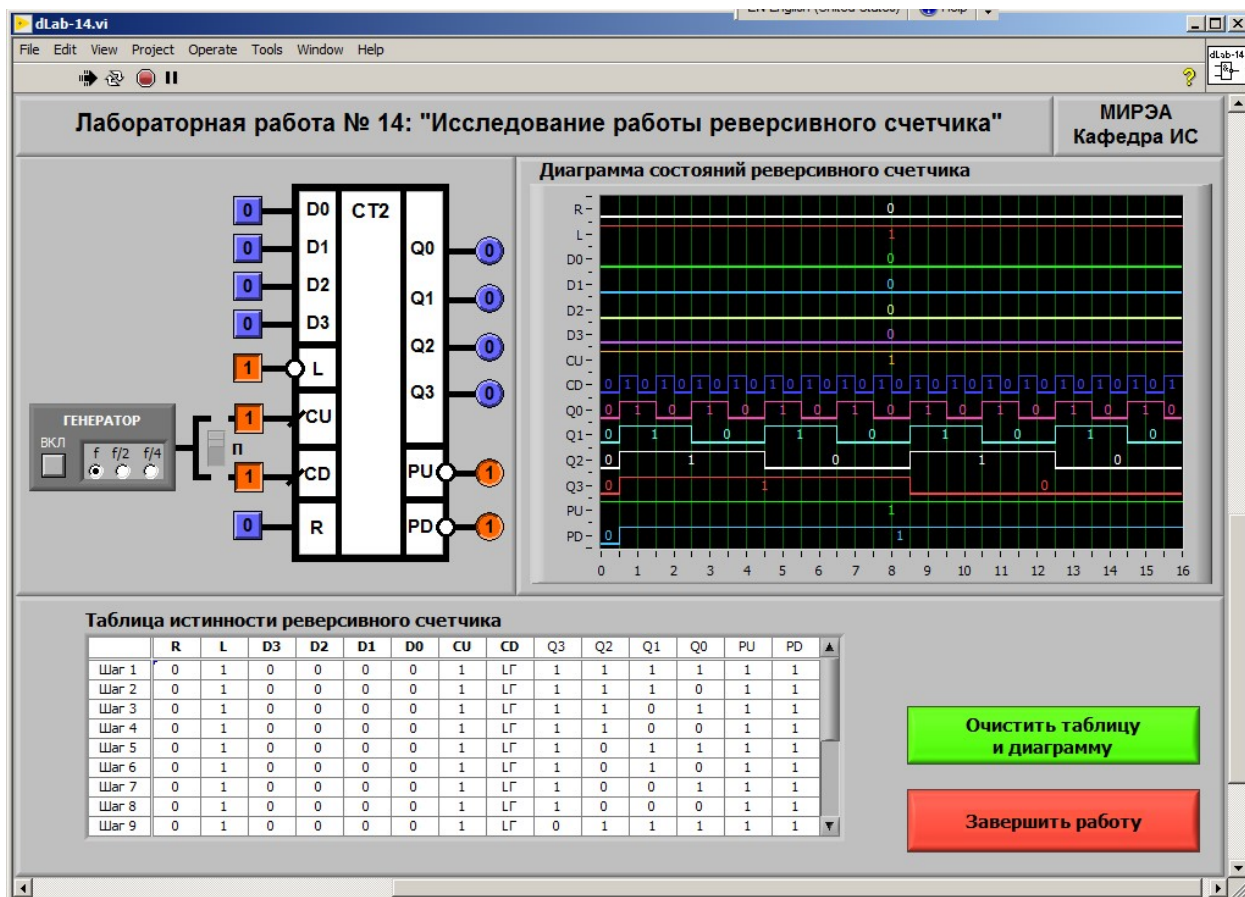


Рисунок 4.18 – лицевая панель при работе с счётчиком в режиме счёта на уменьшение

Режим параллельной загрузки:

Загрузка происходит при $L = 0$. Значения сигналов с входов D0-D3 поступают на выходы Q0-Q3 счётчика. Изображения счётчиков при работе в режиме параллельной загрузки приведены на рисунках 4.19 (а, б, в).

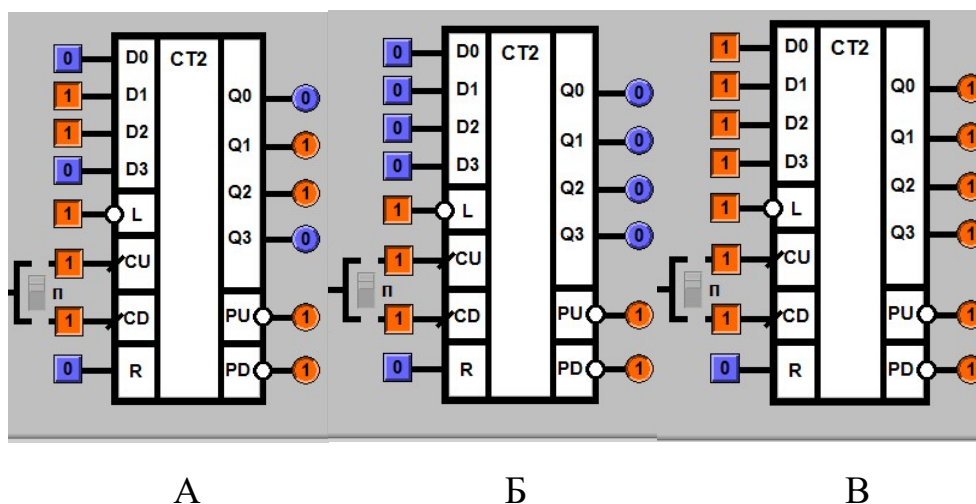


Рисунок 4.19 – лицевая панель при работе с счётчиком в режиме параллельной загрузки

4.2.2 Изучение работы реверсивного счётчика в динамическом режиме работы

Загружаем в счётчик значения 1010. Подавая импульсы на вход CU, а после получения сигнала PU, на вход CD заполняем диаграмму состояний (рис. 4.20) счётчика.

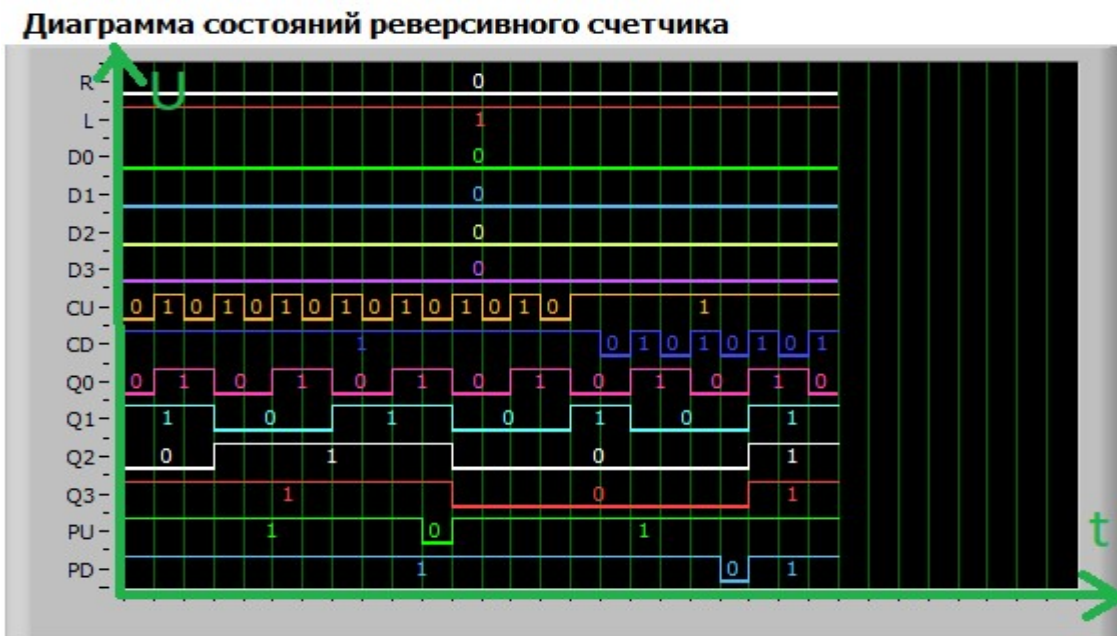


Рисунок 4.20 – диаграмма состояний счётчика в динамическом режиме работы

Получаем сигналы PU и PD на диаграмме состояний (рис. 4.21) при подаче сигналов на входы счётчика без счёта



Рисунок 4.21 – диаграмма состояний счётчика в динамическом режиме работы

5. ВЫВОДЫ

Требовалось изучить работу счётчиков: двоичного, двоично-десятичного и реверсивного.

Была изучена работа двоичного счётчика в статическом и динамическом режимах работы. Был получен цикл полного пересчёта счётчика и рассчитан коэффициент пересчёта счётчика. Для всех режимов работы были построены таблицы истинности и диаграммы классов.

Была изучена работа двоично-десятичного счётчика в статическом и динамическом режимах работы. Был получен цикл полного пересчёта счётчика и рассчитан коэффициент пересчёта счётчика. Для всех режимов работы были построены таблицы истинности и диаграммы классов. В динамическом режиме было изучено влияние входов S и R на работу счётчика.

Была изучена работа реверсивного в статическом и динамическом режимах работы. Были изучены режимы счёта на увеличение, счёта на уменьшение и параллельной загрузки. Для всех режимов были построены таблицы истинности и диаграммы классов. В динамическом режиме работы были получены сигналы переносов. Были рассчитаны коэффициенты пересчёта для исследуемых счётчиков.