



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Калужский филиал  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИУК «Информатика и управление»

КАФЕДРА ИУКЗ «Системы автоматического управления»

## ОТЧЁТ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

**«Исследование двоичных счетчиков с произвольным модулем  
на JK-триггерах»**

**ДИСЦИПЛИНА: «Логическое проектирование цифровых систем  
управления»**

Выполнил: студент гр. ИУКЗ-51Б \_\_\_\_\_ (Смирнов Ф.С.)  
(Подпись) (Ф.И.О.)

Проверил: \_\_\_\_\_ (Коновалов В. Н.)  
(Подпись) (Ф.И.О.)

Дата сдачи (защиты):

Результаты сдачи (защиты):

- Балльная оценка:

- Оценка:

Калуга , 2023

**Цель:** Сформировать и закрепить практические навыки работы с программным пакетом WebPACK ISE

**Задачи:**

1. Изучить устройство стенда ЛСЦ-003;
2. Изучить методы взаимодействия с пакетом WebPACK ISE;
3. Создать принципиальную схему в среде редактора ECS;
4. Выполнить испытание реализованного цифрового устройства на стенде ЛСЦ-003;

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изучим устройство стенда ЛСЦ-003, используя схему расположения основных элементов стенда (рис. 1)

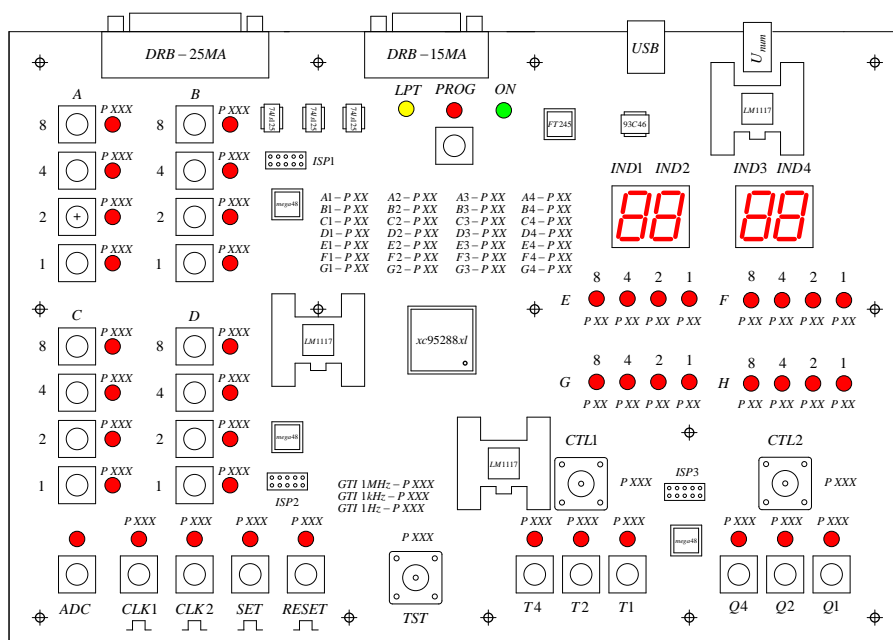


Рисунок 1 - Схема расположения основных элементов стенда ЛСЦ-003

Для начала работы с пакетом WebPACK ISE необходимо запустить окно *Навигатора проекта* (рис. 2)

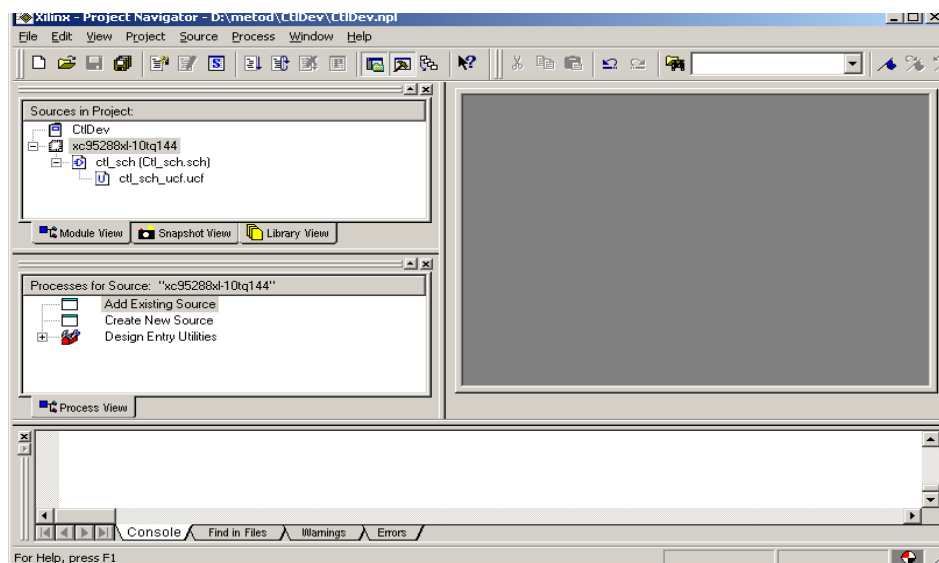


Рисунок 2 - Основное окно Навигатора проекта пакета WebPACK ISE

Основное взаимодействие происходит в окне исходных модулей проекта. Расположение модулей имеет иерархическую структуру, включая описание проектируемого устройства и описание тестовых воздействий, используемых в процессе моделирования.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

**Задание 1.** Изучите основные типы двоичных счетчиков, содержащиеся в библиотеке пакета WebPACK (*CB4CE*, *CB4CLE*, *CB4CLED*, *CB4RE*, *CB4RLE*, *CJ4CE*). Приведите в отчете условные обозначения указанных выше счетчиков и таблицы переходов, иллюстрирующие их работу. При анализе описания работы счетчиков обратите внимание на характер действия управляющих входных сигналов (синхронные или асинхронные сигналы сброса и предустановки, сигналы загрузки и т.д.).

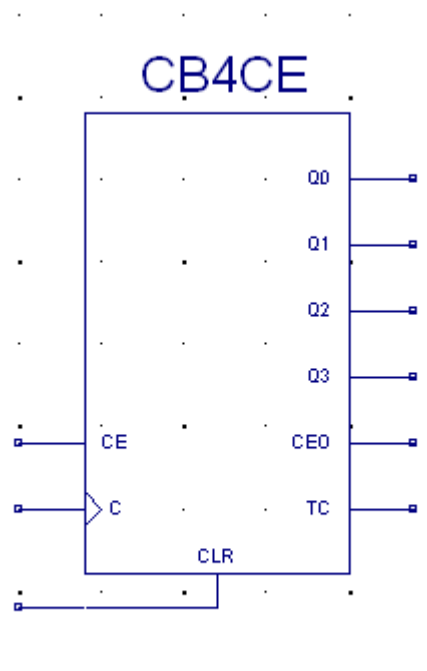


Рисунок 3 – Условное обозначение счетчика *CB4CE*

Таблица переходов

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$

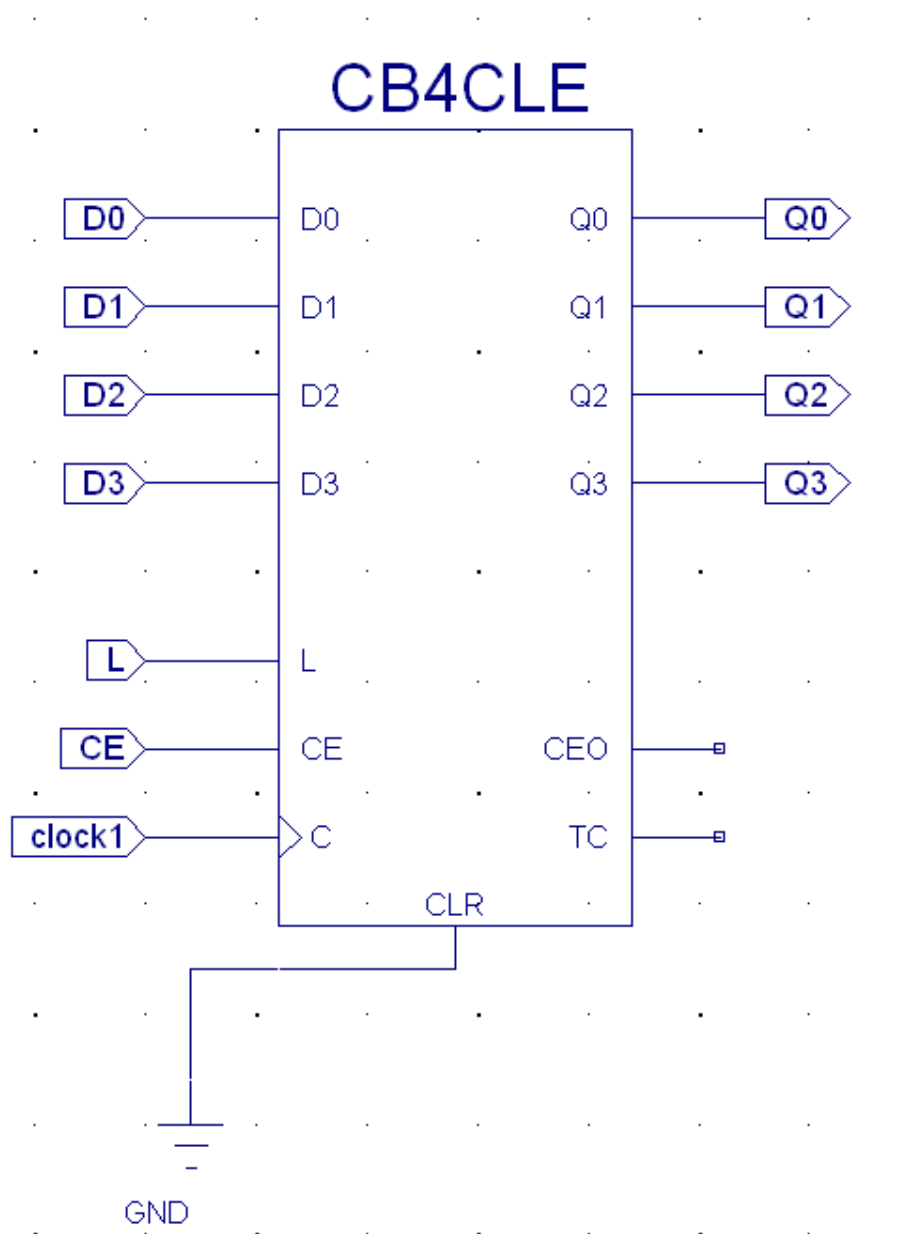


Рисунок 4 – Условное обозначение счетчика *CB4CLE*

Таблица переходов

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
0 → 0	0 → 0	0 → 0	0 → 1
0 → 0	0 → 0	0 → 1	1 → 0
0 → 0	0 → 0	1 → 1	0 → 1
0 → 0	0 → 1	1 → 0	1 → 0
0 → 0	1 → 1	0 → 0	0 → 1
0 → 0	1 → 1	0 → 1	1 → 0
0 → 0	1 → 1	1 → 1	0 → 1
0 → 1	1 → 0	1 → 0	1 → 0
1 → 1	0 → 0	0 → 0	0 → 1
1 → 1	0 → 0	0 → 1	1 → 0
1 → 1	0 → 1	1 → 0	1 → 0
1 → 1	1 → 1	0 → 0	0 → 1
1 → 1	1 → 1	0 → 1	1 → 0
1 → 1	1 → 1	1 → 1	0 → 1

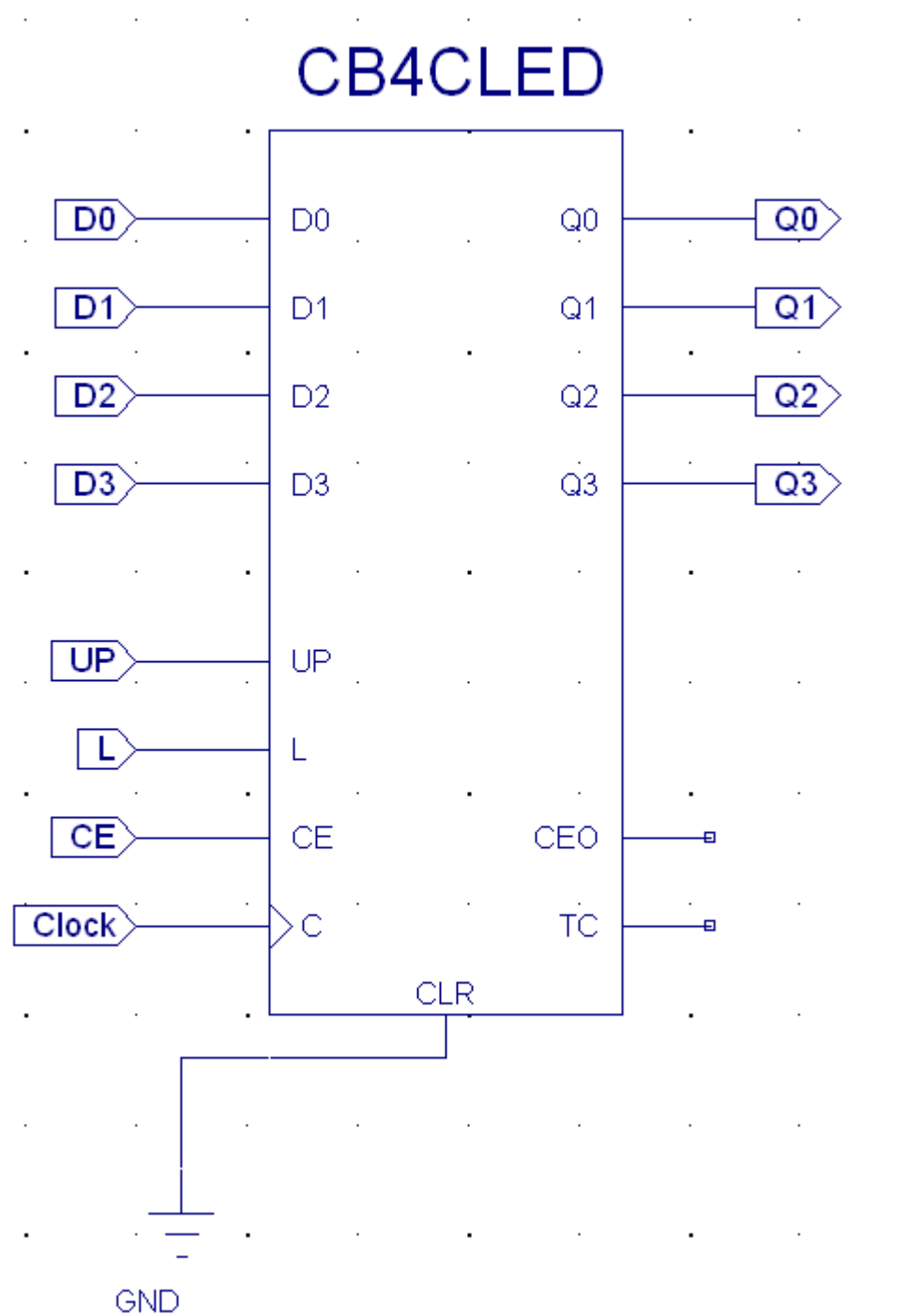


Рисунок 5 – Условное обозначение счетчика *CB4CLED*

Таблица переходов

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$

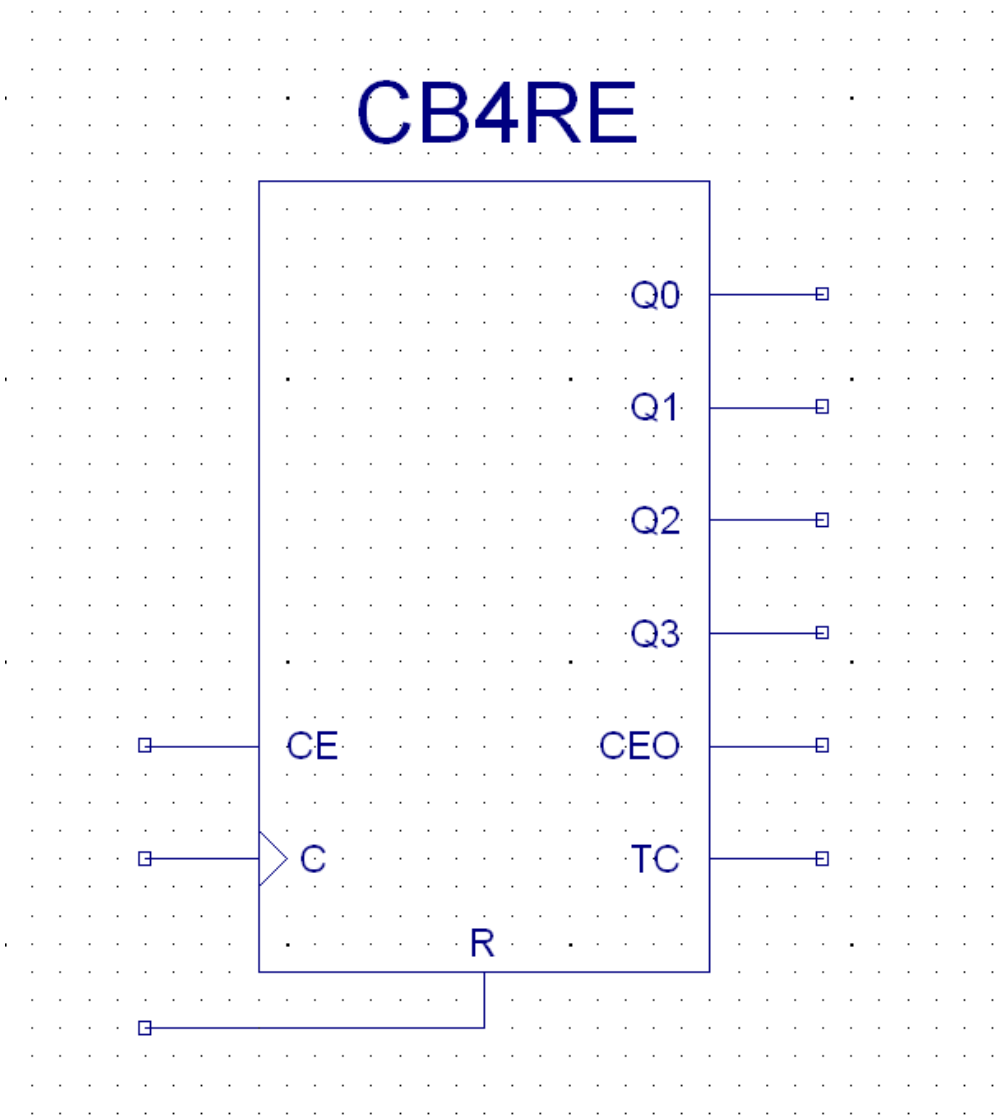


Рисунок 6 – Условное обозначение счетчика *CB4RE*

Таблица переходов

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow 1$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 0$
$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$1 \rightarrow 1$	$0 \rightarrow 1$

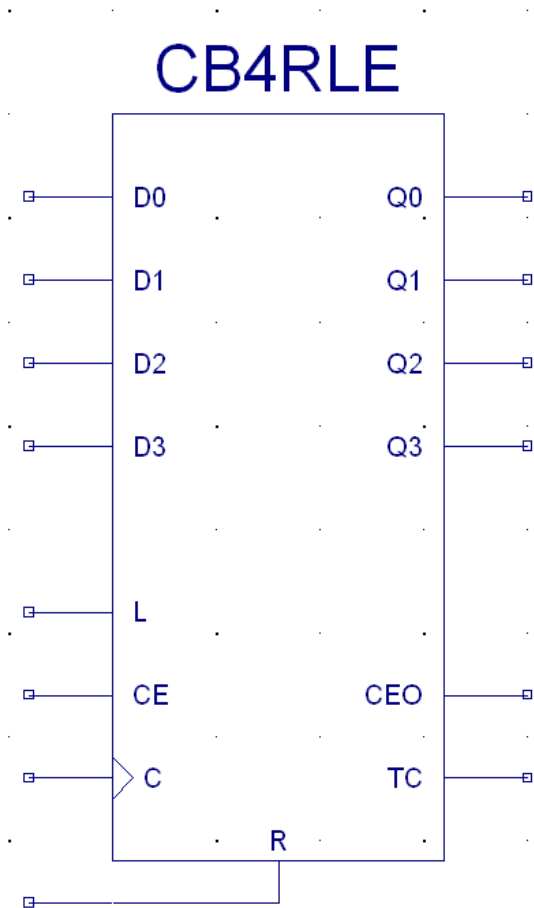


Рисунок 7 – Условное обозначение счетчика *CB4RLE*



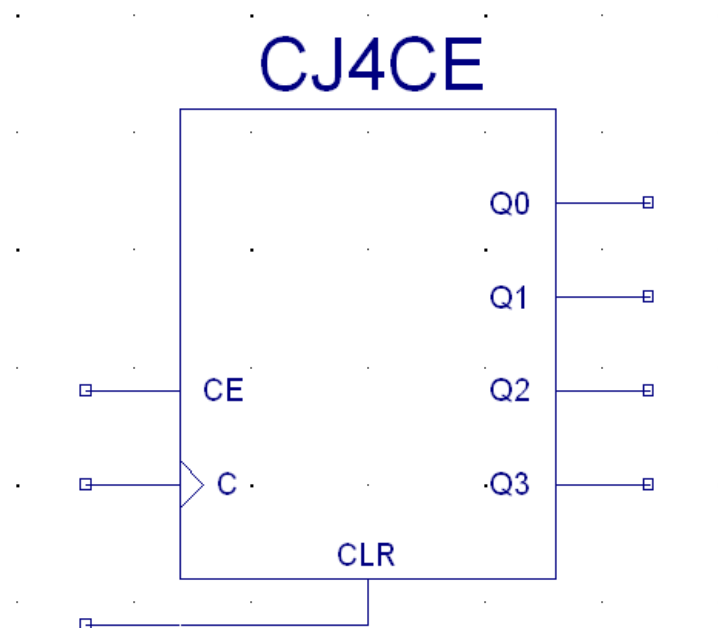


Рисунок 8 – Условное обозначение счетчика *CJ4CE*

## Задание 2.

Постройте схему двоичного счетчика с произвольным модулем на JK-триггерах методом управляемого сброса или методом модификации межразрядных связей. Варианты заданий приведены в таблице \*\*. Реализуйте в пакете WebPASC синтезированную схему, дополните схему дешифратором семисегментного кода и проведите ее испытание на лабораторном стенде ЛСЦ-003. Обратите внимание на самовосстановление синтезированного вами счетчика при сбое в работе схемы (попадании в нерабочее состояние). Для этого триггеры, на которых строится рассматриваемая схема, должны иметь отдельные асинхронные входы предустановки и сброса, при помощи которых исследуемый счетчик можно принудительно перевести в нерабочее состояние и наблюдать следующее состояние счетчика после поступления входного импульса.

### Вариант 4

Вариант	Модуль счетчика
4	12

Исходное состояние				Следующее состояние				Функции возбуждения							
$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	0	1	0	*	0	*	0	*	1	*
0	0	0	1	0	0	1	0	0	*	0	*	1	*	*	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	*	0	*	*	0	1	*
0	0	1	1	0	1	0	0	0	*	1	*	*	1	*	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	*	*	0	0	*	1	*
0	1	0	1	0	1	1	0	0	*	*	0	1	*	*	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	*	*	0	*	0	1	*
0	1	1	1	1	0	0	0	1	*	*	1	*	1	*	1
1	0	0	0	1	0	0	1	*	0	0	*	0	*	1	*
1	0	0	1	1	0	1	0	*	0	0	*	1	*	*	1
1	0	1	0	1	0	1	1	*	0	0	*	*	0	1	*
1	0	1	1	0	0	0	0	*	1	0	*	*	1	*	1

$$J_3 = Q_2 Q_1 Q_0$$

$$J_2 = \overline{Q_3} Q_1 Q_0$$

$$J_1 = Q_0, J_0 = (\overline{Q_3} \text{ and } Q_2)$$

Для функций  $K_i$  ( $i = 0, 1, 2, 3$ ) выберем варианты с наибольшим числом констант, чтобы меньше нагружать источники сигналов. Примем, что

$$K_3 = Q_3 Q_1 Q_0, K_2 = J_3, K_1 = J_1 \text{ и } K_0 = 1.$$

