

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**Московский технический университет связи и информатики**

Кафедра «Радиооборудование и схемотехника»

Лабораторная работа  
на персональном компьютере  
**Асинхронные и синхронные счетчики**

Москва 2021г.

## **1. Цель работы**

- 1.1. Исследование работы асинхронных и синхронных счетчиков.
- 1.2. Синтез и отладка схемы на основе двоичного счетчика в соответствии с вариантом индивидуального задания.
- 1.3. Изучение работы программы схемотехнического моделирования МС-11. (или другие версии).

## **2. Задание на лабораторную работу**

1. Получить вариант задания у преподавателя.
2. Исследовать работу и провести сравнение двоичного и двоично-десятичного счетчиков.
3. Сравнить характеристики асинхронного и синхронного счетчика.
4. Синтезировать схему счетчика с заданным коэффициентом пересчета.

## **3. Задание на экспериментальную часть.**

- 3.1. Открыть модель асинхронного двоично-десятичного счетчика и исследовать его работу.
- 3.2. Открыть модель асинхронного двоичного счетчика и исследовать его работу. Сделать сравнительные выводы.
- 3.3. Открыть модель с синхронным и асинхронным счетчиками. Исследовать работу счетчиков, сделать сравнительные выводы.
- 3.4. Отредактировать схему, реализовав полученное задание.

## **4. Методические указания по моделирующей части работы**

- 4.1. Загрузить программу схемотехнического моделирования МС 9 (11) двойным щелчком по ее пиктограмме; при этом на экране появляется рабочее окно главного меню (рис. 1).

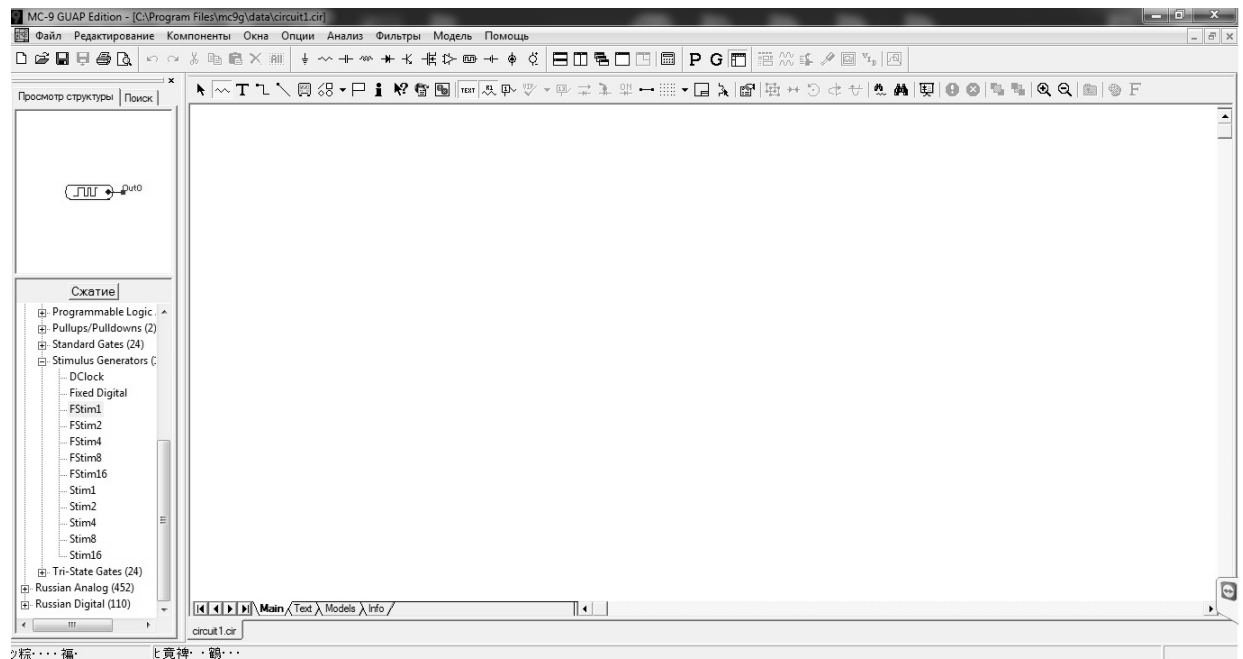


Рис. 1. Рабочее окно программы.

4.2. В меню *FILE* открываем новый схемный файл lab3.1 с расширением .cir, где содержится чертеж исследуемой схемы.

4.3. Исследование схемы проводится, в динамическом режиме (при включении режима *Transient*).

4.4. При исследовании в динамическом режиме, на вход схемы подается последовательность сигналы логического 0 или 1 с помощью генератора сигналов, который автоматически генерирует последовательности импульсов в соответствии с установленными свойствами и программой. Генераторы импульсных последовательностей расположены в меню *Component - Digital Primitives - Stimulus Generators*.

Программирование проводится в окне свойств генераторов (рис. 3).

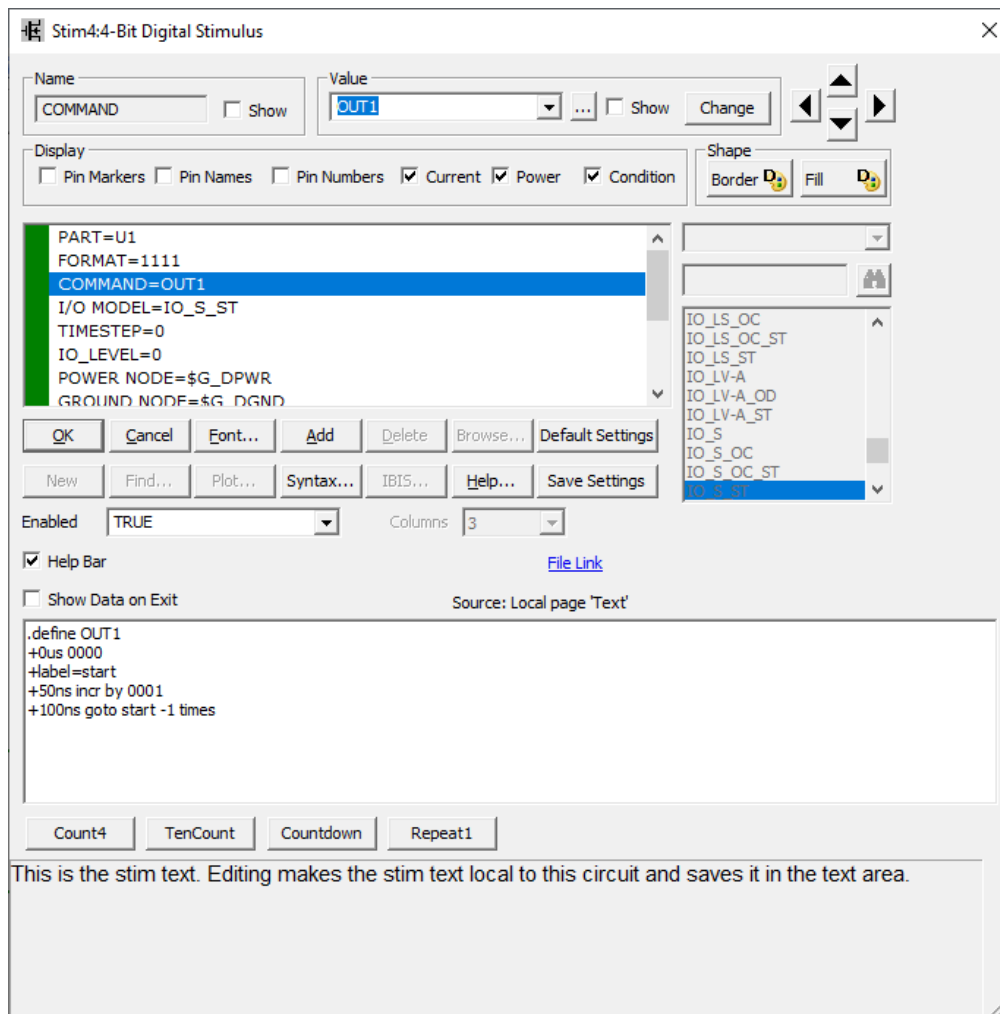


Рис. 32. Настройка генератора импульсных последовательностей.

Свойство *COMMAND* задает последовательности выходных сигналов генератора, а свойство *FORMAT* – формат представления чисел в этих командах. Значение *FORMAT* содержит цифры 1, 3 или 4 и их комбинации, где 1 означает двоичный формат числового представления числа, 3 – восьмеричный, а 4 – шестнадцатеричный. Сумма цифр в значении *FORMAT* должна быть равна числу выходов генератора. Например, 1111 – четыре выхода генератора задаются в двоичном формате, 44 – восемь выходов генератора задаются в шестнадцатеричном формате.

Для задания последовательности выходных сигналов выбираем свойство *COMMAND* и задаем идентификатор последовательности в поле Value, например *OUT1*. В текстовом окне пишется сама последовательность после фразы «.define *OUT1*». Команды последовательности начинаются с символа «+», после которого пишется время относительно начала последовательности. Самый простой вариант команды – непосредственное задание выходного значения сигналов генератора в формате, определяемом свойством *FORMAT*.

Для выполнения данной лабораторной работы рекомендуется использовать задание цикла работы генератора с 4 выводами (хотя можно использовать любой, удобный разработчику способ, возможности

управления режимами генераторов весьма широки!). Для этого используются метки, формат объявления метки:

+label=name, где name – имя метки

Команда возврата на метку – goto, ее формат:

+t goto name x times, где t – время, а x – количество повторов. Если x = -1, зацикливание повторяется бесконечное число раз, например:

**.define OUT1**

**+0us 0000**

**+label=start**

**+50ns incr by 0001**

**+100ns goto start -1 timesB**

В связи с тем, что счетчики работают на достаточно высоких частотах, период входного (тактового) сигнала счетчиков выбран равным 100 нс (10 МГц). При меньших частотах сложно измерить задержки сигналов. Впрочем, для различных счетчиков и серий микросхем, частота может меняться для удобства проведения измерений.

В выбранном варианте реализации генератора последовательностей выходные сигналы генератора будут выглядеть в соответствии с Рис. 3.

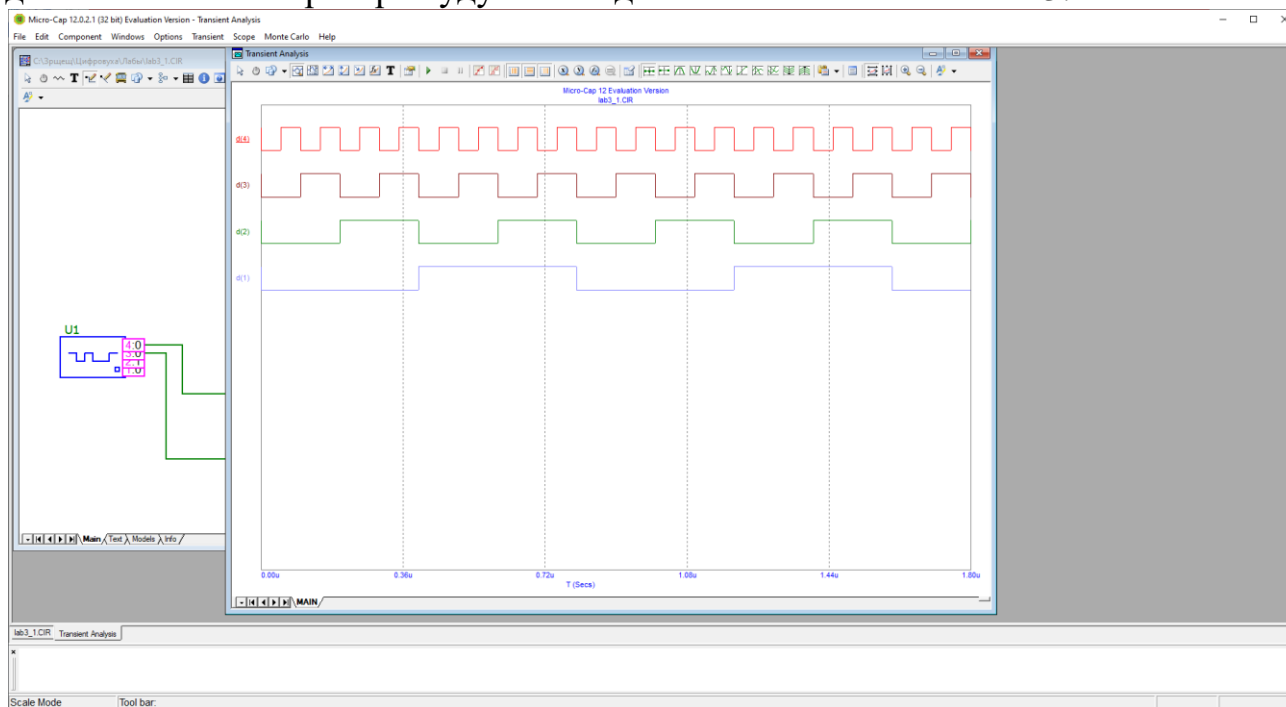


Рис. 3. Выходные сигналы генератора.

Для работы счетчика нужен всего один выход генератора последовательностей, но при использовании большего количества каналов генератора можно получить имитацию работы «теоретического» двоичного счетчика без каких-либо задержек сигналов, свойственных асинхронным счетчикам.

4.9. Для наблюдения выходного сигнала, а также (в случае необходимости) сигнала в любой точке схемы, достаточно включить нужный узел в состав наблюдаемых сигналов. Следует помнить, что цифровые

сигналы обозначаются не как привычные для аналоговой техники «U(i), а как «d(i)», с указанием корректного обозначения узла...

4.10. При использовании рекомендуемого генератора последовательностей, можно выделить временные интервалы, соответствующие задержки импульсов в конкретном разряде счетчика, что упростит измерение этих задержек. Впрочем, можно производить измерение задержек любым, удобным для исследователя, способом...

4.11. Задержки сигналов следует измерить для всех разрядов счетчика (пример – см. рис. 4, сигнал, определяемый временем задержки первого разряда счетчика – d(9) получен операцией «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ – НЕ» для сигналов генератора и соответствующего выхода счетчика).

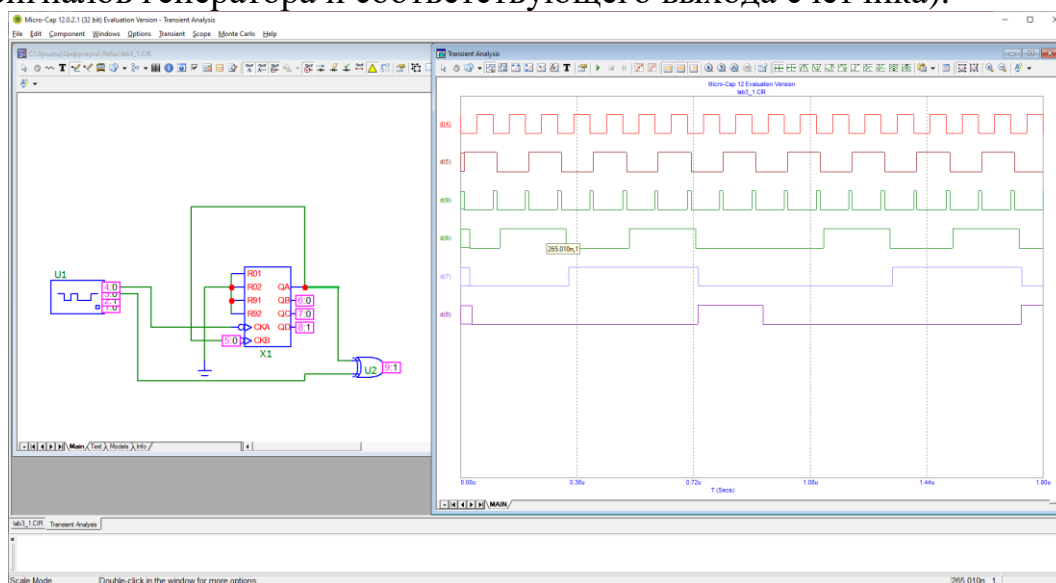


Рис. 4. Измерение задержки сигнала на выходе младшего разряда счетчика.

4.12. В меню *FILE* открываем новый схемный файл lab3.2 с расширением .cir, где содержится чертеж схемы на основе двоичного асинхронного счетчика.

4.13. Для проведения корректного сравнительного анализа, необходимо выбрать двоичный и двоично-десятичный счетчики одной серии микросхем. В исходных файлах заданы счетчики 7490A и 7493A (аналоги отечественных 155ИЕ2 и 155ИЕ5). Выбор различных серий с разными эксплуатационными характеристиками и технологиями изготовления не позволит провести достоверный сравнительный анализ. Следует помнить, что студенческая версия ПО предоставляет очень ограниченный выбор компонентов.

4.14. Для второй схемы проводятся аналогичные измерения, делаются выводы, основанные на сравнительном анализе двух схем.

4.15. В меню *FILE* открываем новый схемный файл lab3.3 с расширением .cir, где содержится чертеж схемы на основе двоичного асинхронного счетчика и двоичного синхронного счетчика.

4.16. Проводится сравнительный анализ обеих схем, делаются выводы.

4.17. Обе схемы третьего файла изменяются, с целью синтеза счетчика с заданным преподавателем коэффициентом пересчета. Обычно, счетчики,



4.21. Отдельным, весьма интересным, вариантом реализации счетчиков являются так называемые ДПКД (делители с переменным коэффициентом деления). В таких устройствах коэффициент пересчета может меняться или программироваться прямо во время работы устройства. Пример ДПКД с максимальным коэффициентом деления, равным 100, приведен на рис. 7.

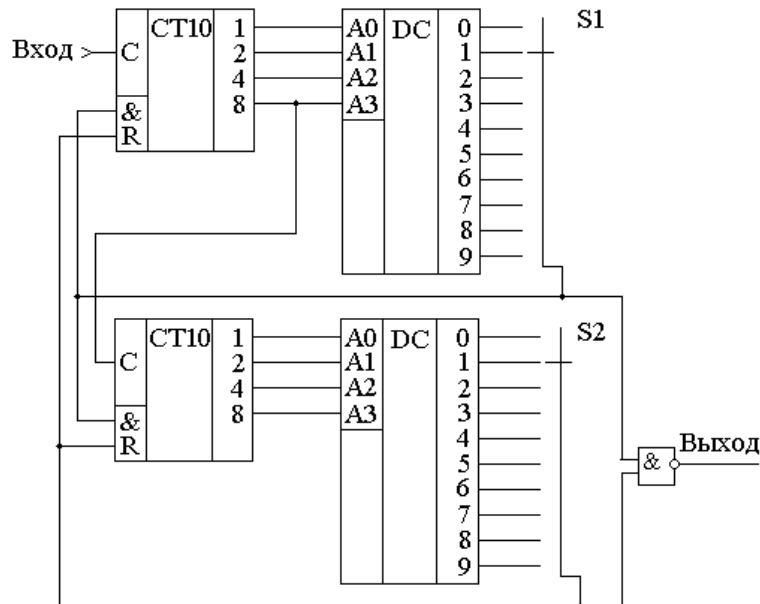


Рис. 7. ДПКД с коэффициентом деления до 100.

4.22. Используя схему lab3.3, необходимо синтезировать счетчик с заданным коэффициентом пересчета, как на основе асинхронного, так и на основе синхронного счетчиков. После синтеза – провести сравнительный анализ и сделать выводы.

### Содержание отчета.

1. Титульный лист;
2. Цель работы;
3. Вариант задания на работу;
4. Схема, реализующая задание;
5. Таблица истинности для отлаженной схемы;
6. Результаты сравнительного анализа схем;
7. Скриншоты схемы с заданными параметрами;
8. Выводы.