



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«МИРЭА – Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА**

Институт информационных технологий

Кафедра Вычислительной техники

Отчет по практической работе №2

по дисциплине
«Теория автоматов»

Тема практической работы:
«Умножитель 4-разрядных чисел в дополнительном
коде»

Выполнил студент группы ИВБО-02-19

Проверил ассистент

К. Ю. Денисов

А. С. Боронников

Москва 2021

Содержание

1	Общее строение автомата	3
2	Алгоритм работы автомата	5
3	Реализация Операционного автомата	6
4	Реализация управляющего автомата	8
5	Тестирование работы автомата	8
6	Вывод	11

1 Общее строение автомата

В любом устройстве обработки цифровой информации можно выделить два основных блока – операционный автомат (ОА) и управляющий автомат (УА). Операционный автомат (ОА) служит для хранения слов информации, выполнения набора микроопераций и вычисления значений логических условий, т.е. операционный автомат является структурой, организованной для выполнения действий над информацией. Микрооперации, выполняемые ОА, задаются множеством *управляющих* сигналов $Y \{y_1, \dots, y_M\}$, с каждым из которых отождествляется определенная микрооперация.

Значения логических условий, вычисляемые в операционном автомате, отображаются множеством *осведомительных* сигналов $X = \{x_1, \dots, x_L\}$, каждый из которых отождествляется с определенным логическим условием.

Управляющий автомат (УА) генерирует последовательность управляющих сигналов, предписанную микропрограммой и соответствующую значениям логическим условий. Управляющий автомат задает порядок выполнения действий в ОА, вытекающий из алгоритма выполнения операций. Наименование операции, которую необходимо выполнить в устройстве, определяется кодом g операции, поступающим в УА извне.

В отличие от УА с жесткой логикой, закон функционирования которого обеспечивается определенным образом соединенными логическими элементами, в автоматах, построенных на основе ПЗУ, заданная микропрограмма реализуется в явной форме и хранится в памяти в виде последовательности управляющих слов. Управляющее слово определяет порядок работы устройства в течение одного такта и на-

зывается микрокомандой (МК). Она содержит информацию о микрооперациях, которые должны выполняться в данном такте, и (или) об адресе следующей микрокоманды.

В ходе данной практической работы был реализован автомат, выполняющий умножение 4-разрядных чисел в дополнительном коде. Управляющий автомат был построен по схеме с двумя адресами в памяти в последовательном варианте. Рассмотрим строение управляющего автомата. См рисунок 1.

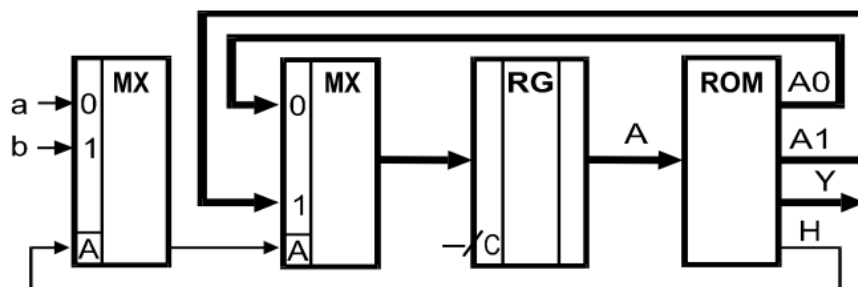


Рис. 1: УА с двумя адресами в памяти; последовательный вариант

В конкретной реализации на адресный вход мультиплексора подается сигнал *CT0* — признак нуля в счетчике. Основываясь на значении данного сигнала выбирается один из двух альтернативных адресов последующих состояний автомата.

2 Алгоритм работы автомата

Опишем алгоритм работы автомата с помощью блок-схемы. Используем сумматор для сложения текущего значения СЧП и множителя, счетчик для подсчета обработанных разрядов и регистры для хранения и использования разрядов рассматриваемых чисел. Обозначим микрокоманды от m_0 до m_4 . См. рисунок 2.

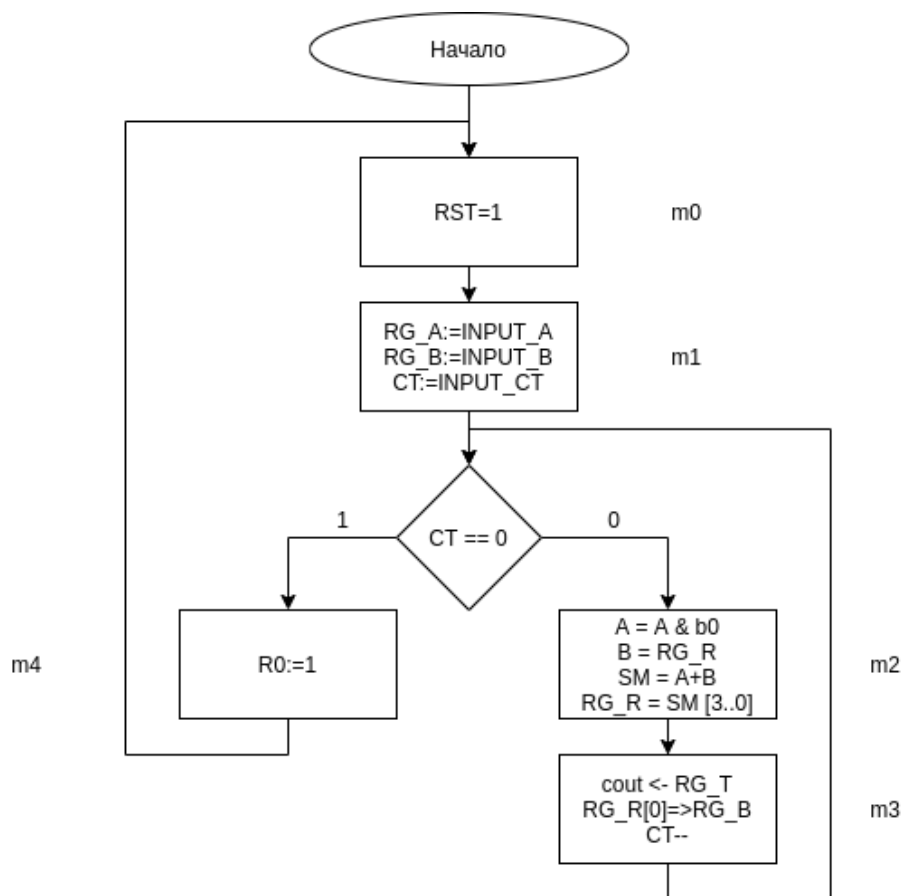


Рис. 2: Алгоритм умножения двух 4-разрядных чисел

В алгоритме присутствует условие, это означает, что при реализации операционного автомата текущие значение счетчика необходимо

проверять при переходе $m_0 \rightarrow m_1$ и $m_3 \rightarrow m_1$.

После построения алгоритма работы автомата следует перейти к реализации операционной части.

3 Реализация Операционного автомата

Построим операционный автомат, выполняющий умножение двух 4-разрядных чисел посредством использования четырех регистров, в том числе двух сдвиговых. Приведем названия и назначения каждого из регистров. См. таблицу 1.

Идентификатор	Назначение
RG_A	Хранит разряды множимого
RG_B	Сдвиговый регистр. Хранит разряды множителя
RG_R	Сдвиговый регистр. Хранит разряды СЧП, служит для хранения старших разрядов результата

Таблица 1: Регистры операционного автомата

Укажем необходимые признаки, которые впоследствии будут выработываться управляющим автоматом. См. таблицу 2.

При умножении по данному алгоритму следует обратить внимание на необходимость использования модифицированного дополнительного кода для множимого, поскольку при получении частичных произведений возможно временное переполнение разрядной сетки. Использование модифицированного дополнительного кода позволяет его зафиксировать без потери знака. Это переполнение устраняется последующим сдвигом частичного произведения вправо.

Признак	Назначение
$EMIT_R_0$	Сигнализирует об окончании операции умножения
$LOAD_R$	Загрузка в регистр RG_R
RST	Асинхронный сброс всех элементов
$COUNT_CT$	Загрузка счетчика. Декремент, если $DECR_CT == 1$
$DECR_CT$	Декремент счетчика
$LOAD_AB$	Загрузка в регистры RG_A и RG_B
$SHIFT_RB$	Сдвиг в регистрах RG_R и RG_B

Таблица 2: Осведомительные сигналы (признаки)

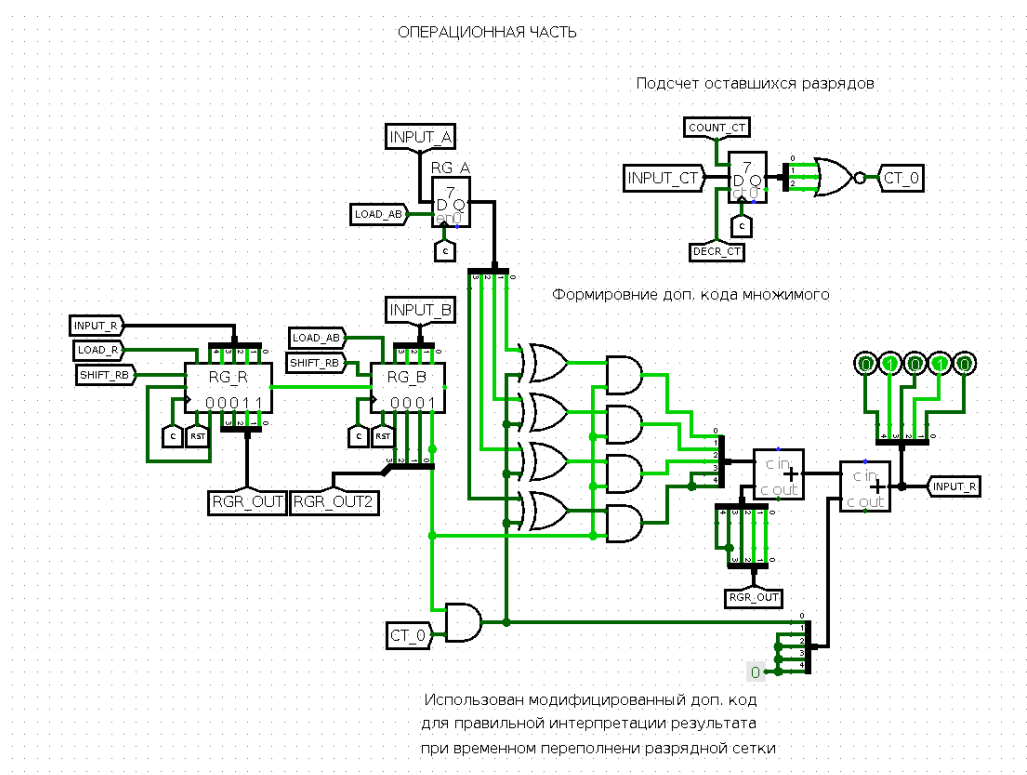


Рис. 3: Схема операционного автомата

Соединим все элементы в соответствии с алгоритмом задачи. См. рисунок 3.

4 Реализация управляющего автомата

Приступим к построению управляющего автомата, определяющего последовательность выполнения микрокоманд для умножения двух 4-разрядных чисел в дополнительном коде.

Определим разрядность ПЗУ, в котором будут содержаться альтернативные адреса переходов. Микроинструкция представлена в виде 13 разрядов, где 6 разрядов занимают два альтернативных адреса переходов, а оставшиеся 7 — признаки, расположенные в следующем порядке: RST, SHIFT_RB, LOAD_AB, LOAD_R, DECR_CT, CONT_CT, EMIT_R0. Адрес текущей команды будет храниться в 3-разрядном регистре.

Альтернативные адреса будут подаваться на вход мультиплексора, управляемого сигналом *CT0*, затем, выбранный адрес будет загружен в регистр текущего состояния, выход которого подключен к постоянному запоминающему устройству.

Заполним память в соответствии в алгоритмом, подключим ПЗУ и регистр последовательным способом. См рисунок 4.

5 Тестирование работы автомата

После реализации операционного и управляющего автомата следует приступить к объединению данных устройств, тестированию их совместной работы. Подключим признаки к входам соответствующих логических элементов и цифровых устройств с помощью туннелей. Добавим блок ввода исходных данных, используя контакты, блок вывода — регистр результата и индикатор завершения операции умножения.

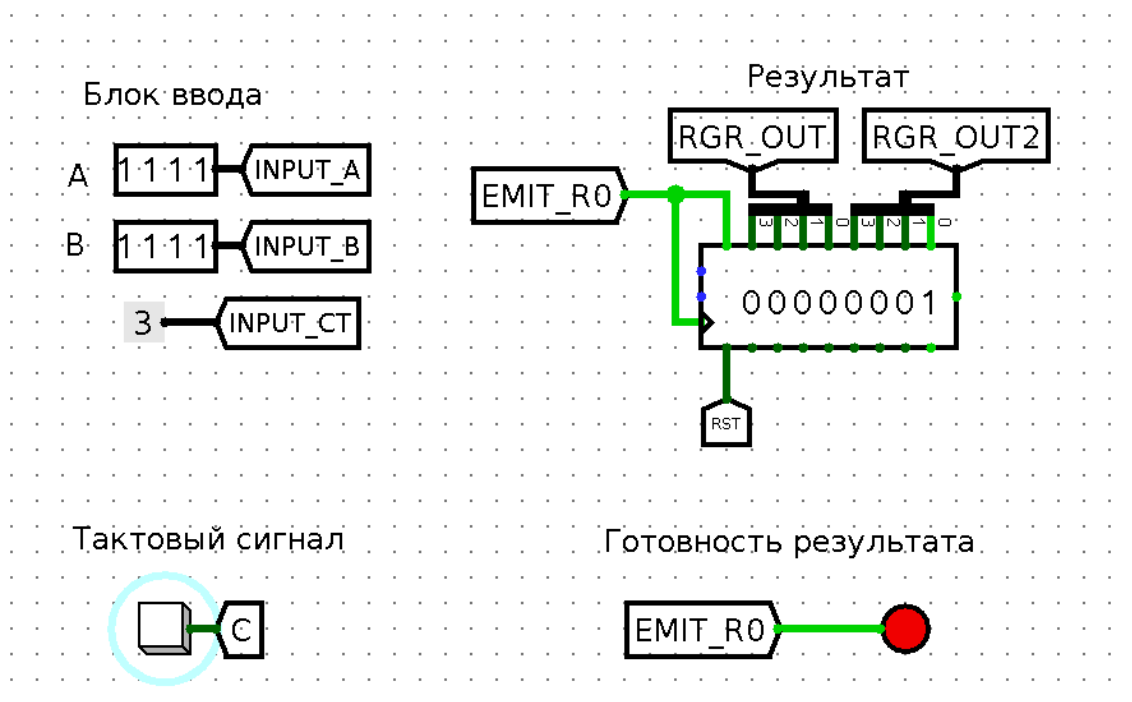


Рис. 5: Схема операционного автомата

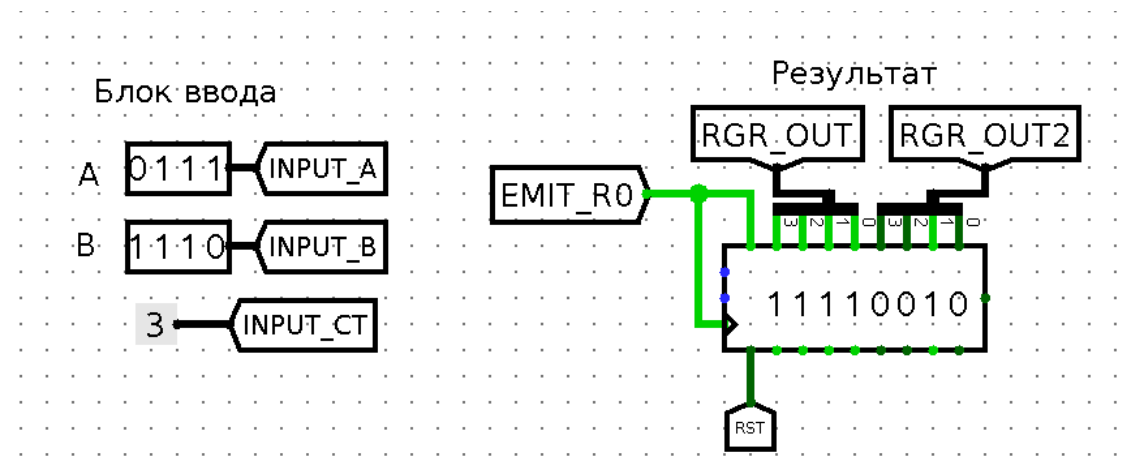


Рис. 6: Схема операционного автомата

6 Вывод

В ходе данной практической работы было рассмотрено строение и работа последовательного варианта управляющего автомата с двумя адресами в памяти. Используя полученные знания на практике, на основе данного управляющего автомата построено вычислительное устройство (операционный и управляющий автомат), реализующее операцию умножения двух 4-разрядных чисел в дополнительном коде. Работа данного устройства испытана, проверена корректность полученных результатов.