

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХУРОВНЕВЫХ СТРУКТУР МИКРОПРОГРАММНЫХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОСХЕМ СЕРИИ COOLRUNNER-II

*Первак С.В., Зеленева И.Я.*

*Донецкий национальный технический университет*

В последние годы темпы роста в области вычислительной техники очень высокие. Практически во все сферы производства внедряются цифровые автоматы, которые можно представить как композицию двух автоматов – операционного автомата (ОА) и управляющего автомата (УА). УА генерирует последовательность управляющих сигналов, которая определяется микропрограммой и соответствуют значениям логических условий, полученных от операционного автомата [3]. Микропрограммы, или алгоритмы управления, удобно представлять в виде граф-схемы алгоритма (ГСА). Главной целью данного исследования является определение области эффективного применения двухуровневых структур микропрограммных устройств управления при заданных характеристиках ГСА.

Теоретическая часть исследований включает исследование следующих двухуровневых структур УА и соответствующих методик синтеза [1]:

- 1) Замена логических условий, порождающая МР-автомат;
- 2) Кодирование наборов микроопераций, порождающее РУ-автоматы;
- 3) Кодирование строк прямой структурной таблицы (ПСТ), это РF-автоматы;

Часть функций выполняемых схемой программируемой логической матрицы (ПЛМ) распределяется на более дешевые - ПЗУ, мультиплексоры, что приводит к уменьшению общей стоимости схемы [1].

В МР-автомате применяется метод замены входных переменных (логических условий), М-подсхема реализована на мультиплексорах. Структурная схема автомата приведена на рис. 1.

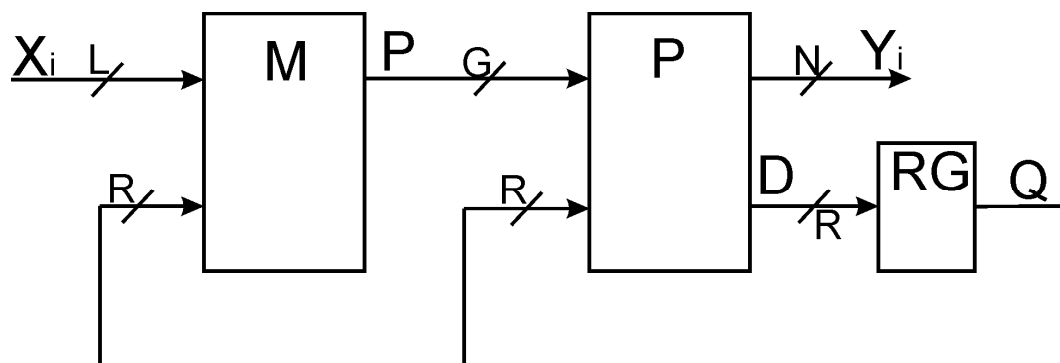


Рисунок 1 – Структурная схема МР-автомата

При реализации РУ-автомата выполняется максимальное кодирование наборов микроопераций, У-подсхема реализуется на ПЗУ [2]. Структурная схема автомата приведена на рис. 2.

В РF-автомате выполняется кодирование строк ПСТ, F-подсхема реализуется на ПЗУ [1]. Структурная схема автомата приведена на рис. 3.

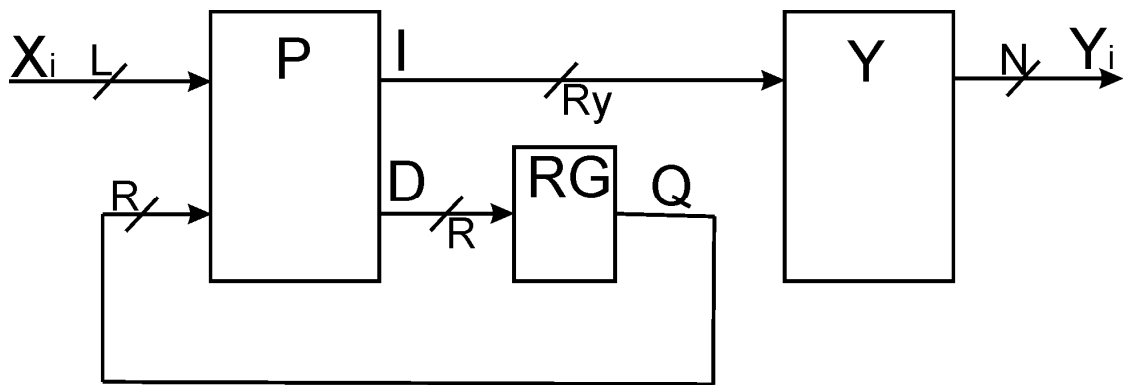


Рисунок 2 – Структурная схема PY-автомата

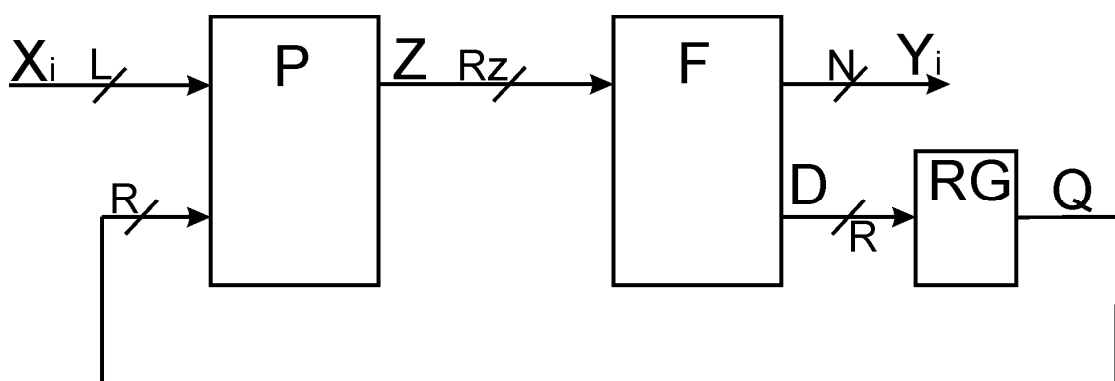


Рисунок 3 – Структурная схема PF-автомата

Для проведения исследований была рассмотрена граф схема алгоритма с долей условных вершин 0,65.

Отладка проекта выполнялась в САПР Xilinx ISE WebPack 10.1.3.

Результаты синтеза в Xilinx ISE при тривиальной реализации автомата Мили дали результаты, которые приведены на рис. 4.

#### RESOURCES SUMMARY

Macrocells Used	Pterms Used	Registers Used	Pins Used	Function Block Inputs Used
100/256 (40%)	285/896 (32%)	84/256 (33%)	34/118 (29%)	365/640 (58%)

#### PIN RESOURCES

Signal Type	Required	Mapped	Pin Type	Used	Total
Input	6	6	I/O	32	108
Output	19	19	GCK/IO	1	3
Bidirectional	8	8	GTS/IO	1	4
GCK	1	1	GSR/IO	0	1
GTS	0	0	CDR/IO	0	1
GSR	0	0	DGE/IO	0	1

Рисунок 4 – Результаты имплементации проекта, который реализует логическую схему автомата Мили

Результаты синтеза в Xilinx ISE при тривиальной реализации двухуровневого МР-автомата Мили дали результаты, которые приведены на рис. 5.

#### RESOURCES SUMMARY

Macrocells Used	Pterms Used	Registers Used	Pins Used	Function Block Inputs Used
75/256 (30%)	224/896 (25%)	60/256 (24%)	34/118 (29%)	283/640 (45%)

#### PIN RESOURCES

Signal Type	Required	Mapped	Pin Type	Used	Total
Input	6	6	I/O	32	108
Output	19	19	GCK/IO	1	3
Bidirectional	8	8	GTS/IO	1	4
GCK	1	1	GSR/IO	0	1
GTS	0	0	CDR/IO	0	1
GSR	0	0	DGE/IO	0	1

Рисунок 5 – Результаты имплементации проекта, который реализует логическую схему двухуровневого МР-автомата Мили

Как можно увидеть из рисунков 4 и 5, при реализации двухуровневой структуры МР-автомата Мили, количество необходимых макроячеек уменьшается на 10%.

Количество регистров, которые находятся по одному в каждой макроячейке, уменьшается тоже на 10%.

Также, при реализации двухуровневого МР-автомата Мили количество входных линий в матрицу «И» уменьшается приблизительно на 15%.

Можно сделать вывод, что реализация двухуровневой структуры МР-автомата Мили более эффективна, когда количество условных вершин в ГСА больше, либо равно 65% от всех вершин в алгоритме.

На основании исследования двухуровневых структур микропрограммных устройств управления планируется разработка алгоритма выбора оптимальной структуры УА при заданных характеристиках ГСА. Далее планируется разработка системы автоматизированного проектирования (САПР), которая будет выбирать оптимальную структуру для синтеза автомата, а затем генерировать HDL-описание автомата, для дальнейшего синтеза автомата в различных средах моделирования, при реализации автомата на микросхемах серии CoolRunner-II.

В результате проведенных исследований доказано, что использование микросхем CPLD для реализации двухуровневых схем значительно снизит стоимость схемы и сократит время на выполнение проекта.

#### Литература:

- 1) Баркалов О.О. Синтез пристроїв керування на програмованих логічних пристроях. – Донецьк: РВА ДонНТУ, 2002. – 262 с.
- 2) Лазарев В. Г., Пийль Е. И. Синтез управляющих автоматов. — 3-е изд., перераб. и доп.—М.: Энергоатомиздат, 1989.—328 с: ил.
- 3) Соловьев В.В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем. – Москва: Горячая линия:Телеком, 2007. – 636 с.