

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ИЗЛОЖЕНИЮ ТЕОРИИ И МЕТОДОВ ИНЖЕНЕРНОГО СИНТЕЗА УПРАВЛЯЮЩИХ АВТОМАТОВ НА БИС

Баркалов А.А., Зеленева И.Я.

кафедра ЭВМ ДонГТУ
lrina@cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Barkalov A.A., Zelenyova I.J. About methodological approach to theory and method's exposition of control automata design on programmable LSI. The article is devoted to methodological analysis lecture's materials, practice, student's and aspirant's scientific works in the field theory of control automata design on the large-scale integration circuits.

Введение

В современных цифровых устройствах, важной частью которых является управляющий автомат, для реализации логических схем широко применяются программируемые большие интегральные схемы (БИС). Не вызывает сомнений тот факт, что специалист в области вычислительной техники, имеющий высшее образование, должен обладать определенной суммой знаний и навыков, касающихся проектирования цифровых устройств на базе современных интегральных схем высокой и средней степени интеграции. Это послужило отправной точкой для организации учебного курса, предметом которого является изложение теории и методов синтеза управляющих автоматов (УА) на базе БИС.

Данный курс построен с соблюдением всех основных методологических принципов педагогики высшей школы, таких как научность, преемственность, доступность, систематичность и последовательность, а также связь теории с практикой [1]

В данной статье основное внимание уделяется тем аспектам курса, которые отражают принципы научности и систематизированного подхода к излагаемому материалу.

Применение методологических принципов научности и систематизации

Принцип научности говорит о необходимости отбора из всего разнообразия информации самого существенного научного материала для изложения в аудитории. Принцип научности также требует, чтобы качество специалиста определялось не только объемом знаний в данной области, но и способностью мыслить, владеть методами и самостоятельно уметь поставить задачу и решить ее [2]. С этим же подходом к подготовке специалистов тесно связан и принцип систематизации.

При изложении теории и методов синтеза УА на БИС прежде всего необходимо определить базис для реализации логических схем автоматов, а также основную цель,

на которую направлены данные методы, - это оптимизация аппаратных затрат в схеме автомата.

Наиболее характерными базисными элементами являются программируемые логические матрицы (ПЛМ), программируемые матрицы логики (ПМЛ), программируемые постоянные запоминающие устройства (ПЗУ), программируемые матрицы вентилей (ПМВ) [3]. Однако, при всем разнообразии базисных элементов, можно выделить общие характеристики, на основе которых и строятся методы синтеза. Этими общими характеристиками являются число входов S , число выходов t и число промежуточных шин q

С другой стороны, все алгоритмы функционирования любых управляющих автоматов тоже имеют общие характеристики, такие как число логических условий L , число выходных сигналов jV , число внутренних состояний M и требуемых для их кодировки внутренних переменных \bar{A} , максимальным числом букв в терминах дизъюнктивных нормальных форм логических функций, соответствующих строкам прямой структурной таблицы автомата L_{max} и числом строк в ней I .

Как уже было сказано выше, излагаемые в данном курсе методы синтеза направлены на оптимизацию схемы автомата относительно аппаратных затрат [4]. Согласно принципу научности, эта же идея разрабатывается далее студентами в процессе НИРС и дипломирования, а также в научных работах аспирантов и магистров.

Учитывая вышеописанные базис и цель решения задач синтеза УА на БИС, а также применяя принципы систематизации, в изложении курса предлагается следующая классификация методов оптимизации (рис. 1) и их характеристика [5].



Рис1-Классификация методов оптимизации УА на БИС

Оптимальным для синтеза управляющих автоматов на БИС является такое сочетание характеристик граф-схем алгоритма (ГСА) и базиса:

$$\begin{aligned} R+L &\leq S, \\ H &\leq q, \\ N+R &\leq t. \end{aligned}$$

При этом автомат реализуется на одной микросхеме. В данном случае речь идет о *тривиальной реализации* автомата.

Если система условий (1) не выполняется, но

$$L_{max} + R \leq S, \quad (2)$$

то автомат может быть представлен в виде одноуровневой схемы. Для решения задачи *одноуровневой реализации* автомата необходимо решить задачу компоновки исходных множеств логических условий X , микрооперации U и термов F в минимальное число блоков, каждый из которых можно реализовать на одной БИС.

Метод *структурной редукции* ориентирован на минимизацию аппаратных затрат в схеме автомата за счет введения многоуровневости. Основу многоуровневых схем составляют двухуровневые схемы, при синтезе которых используются следующие методы:

- замена входных переменных (MP - автоматы);
- замена наборов микроопераций (PD - автоматы);
- кодирование строк прямой структурной таблицы (PF - автоматы).

Объединение различных методов построения двухуровневых схем порождает схемы с повышенным числом уровней [6]. Например, объединение схем MP и PY автоматов дает в результате трехуровневую схему MPY - автомата, приведенную на рисунке 2.

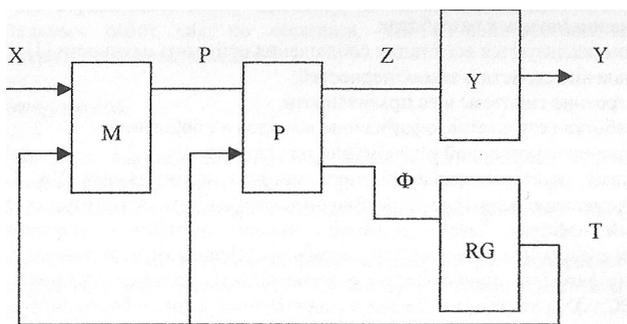


Рис.2 Структурная схема MPY ~ автомата

Все возможные структуры систематизированы в таблице 1.

Процесс генерации многоуровневой структуры S можно представить как процесс словообразования; при этом уровень A является префиксом, уровень B - корнем слова, а уровни $C \sim E$ выступают в качестве суффикса или окончания слова S . Очевидно, корень B обязательно должен присутствовать в слове, а остальные признаки могут быть нулевыми, чему соответствует символ 0 в таблице 1. Соединение одинаковых букв на разных уровнях запрещено. Индекс 3 означает, что после данной буквы может идти суффикс и окончание, индекс Z - только окончаний. Например слово $S = M^*P^*R^*N^*Y$ означает пятиуровневую структуру PR-автомата с заменой логических условий и кодированием строк ПСТ и наборов микроопераций. Отметим, что если предыдущий уровень в слове отсутствует, то отсутствует и следующий.

Таблица 1 - Многоуровневые структуры логической схемы УА

Уровни	A	B	C	D	JE
Подсхемы	M	P	Y 1	Y 1	Y 1
	$\sim^{\wedge} M_0$		$\sim Y_0$ 2	$\sim Y_0$ 1	Y_0 i
	Mk		D 1	D L	D 1
	M_0K		H 2	H 2	0 ~
	O		1 H_0 2	$\sim H_0$ 2	
			R 3	L	
		J	I I I I		

Рассмотренное выше разнообразие структур автоматов создает широкое поле для научной деятельности. Решение самых простых задач из этой области предлагается студентам на лабораторных занятиях, более сложные задачи предлагаются для НИРСа и дипломных работ, и далее - для магистров и аспирантов - служат материалом научных разработок.

При этом реализуются все стадии соблюдения принципа научности [1], [2]:

- выявление свойств и закономерностей;
- построение гипотезы и ее правильности;
- обработка результатов, оформление выводов и обобщений;
- применение усвоенной информации на практике.

Продолжая краткую характеристику методов оптимизации УА на БИС [5], представленных на рис.1, необходимо сказать, что в некоторых случаях положительный эффект дает решение задачи методом *нестандартного представления термов* и *гетерогенной реализации*. Использование данных методов вносит в схему автомата дополнительные регистры или элементы среднего уровня интеграции (DC, MX), но ведет к снижению аппаратных затрат в более дорогой части схемы - БИС.

Алгоритмические методы синтеза автоматов направлены на оптимальное кодирование состояний автомата и/или промежуточных переменных в многоуровневых схемах. Преимущество этих методов в том, что для их реализации требуется введение дополнительных структурных элементов в схему автомата, а значит, не увеличивается время цикла работы.

Преобразование алгоритма управления всегда связано с введением дополнительных состояний и увеличением времени выполнения алгоритма. Такое преобразование целесообразно, если приводит к уменьшению стоимости автомата по сравнению с реализацией по исходной ГСА.

Если исходная ГСА имеет более 75% операторных вершин, то она называется "линейной". При реализации соответствующего автомата необходимо выполнить *учет линейных участков ГСА*. Это ведет к упрощению определенных частей схемы, но затрудняет применение алгоритмических методов для автоматизации автомата.

Наилучшего эффекта в решении задачи синтеза УА на БИС можно достичь при комплексном применении различных методов оптимизации. Например, при синтезе МРУ-автомата, полученного с использованием метода структурной редукции, может

использоваться также оптимальное кодирование состояний (алгоритмический метод) и реализация М-подсхемы на мультиплексорах (гетерогенная реализация).

В целом же выбор метода оптимизации зависит от характеристик алгоритма управления, критерия оптимизации и заданного элементного базиса. Задачи по выбору оптимальной схемы автомата при заданных условиях также предлагаются студентам, и наиболее интересные решения участвуют в конкурсах студенческих работ.

Заключение

Методы инженерного синтеза устройств управления, на программируемых БИС отличаются большим разнообразием. Часть методов рассмотрены в литературе и являются уже классическими, но большинство из возможных методов еще не опубликованы.

Изложение теории синтеза УА на БИС методологически опирается, кроме вышеуказанных принципов научности и систематизации, также на принципы преемственности и последовательности при построении новых выводов на базе уже рассмотренных положений и понятий.

Все это создает возможности для новых научных изысканий, для широкого привлечения студентов к этому процессу, а также для выполнения студентами самостоятельных работ как по образцам, так и конструктивно-вариативных, эвристических и исследовательских.

Литература

1. Педагогика высшей школы. Под ред. Н.М.Пейсахова. - Казань, Изд. Казанского университета, 1985г.
2. Пидкасистый П.В., Портнов М.П. Искусство преподавания. - М: Педагогика 1999г.
3. Соловьев В.В. Проектирование функциональных узлов цифровых систем на программируемых логических устройствах. - Минск. Бестпринт, 1996г. - 252с.
4. Баркалов А.А., Падагин А.В., Синтез микропрограммных устройств управления. - Киев: ЧКМАН Украины, 1997г. - 135с.
5. Баркалов А.А., Ать-Бахри А.М., Зеленева И.Я. Классификация методов оптимизации устройств управления на программируемых БИС. Шаукові праці ДонГТУ.Серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем".Вип. 10-Д.1999,с.265.
6. Баркалов А.А., Зеленева И.Я., Бабаков Р. М. Структуры логических схем управляющих автоматов на программируемых БИС. //Научные работы ДонГТУ. Серия "Информатика, кибернетика и вычислительная техника". Вып.6. - Донецк: ДонГТУ, 1999г. - с 207-211.