

ИНЖЕНЕРНЫЕ СПОСОБЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕМ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ МЕТОДА СИНТЕЗА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ПО АЛГОРИТМАМ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

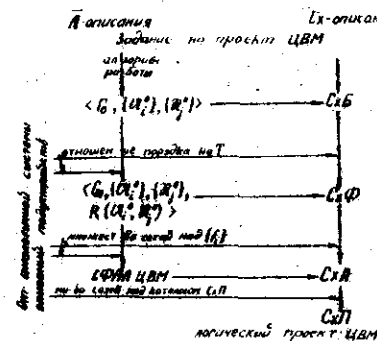
И. В. Илюваиский

В работе [1], исходя из представления цифрового устройства системой алгоритмических (А) и схемных (Сх) описаний, мы дали методы построения одних описаний по другим. Были введены формализмы: для А – алгоритмы, определяемые граф-схемами, чьи операторы и распознаватели суть системы функций алгебры логики (СФАЛ), для Сх – ориентированные сети (орсети) над каталогами СФАЛ. На основе соответствия между А и Сх формализмами и операции подстановки орсетей были сконструированы алгоритмы синтеза. На рисунке приведены описания и их взаимные преобразования (алгоритмы), совокупность которых позволяет решить задачу алгоритмического (и автоматического) синтеза ЦЕМ, если за-

даны:

- $\langle \Gamma_0, \{A_i^0\}, \{R_j^0\} \rangle$ – алгоритм работы ЦЕМ;
- отношение порядка на множестве Т управляющих переменных СФАЛ – операторов алгоритма;
- множество сетей над базисом $\{f_i\}$, реализующих элементы каталога СФАЛ функциональной схемы.

На основании изложенного легко классифицируются известные методы проектирования (в том числе автоматического) ЦЕМ.



1. "Традиционный". В этом методе исходят из общих соображений о виде блок-схемы процессора ЦМ. Блок-схема составляется из крупных относительно обособленных элементов. Это память, блок распознавателя команд, арифметическое устройство (операционный блок) и блок формирования адреса следующей команды (иногда адрес частично формируется в АУ, тогда этот блок возникает до счетчика адресов команд). Блоки объединяются по логике их взаимодействия. Далее, исходя из требуемого быстродействия выбирается объем МОЗУ, по нему — длина адреса в команде, и строится схема АУ [2].

Строится полная функциональная схема ЦМ. Для МОЗУ она имеет стандартный вид, для АУ строится заранее, поэтому остается построить несложные блоки распознавателя команд и формирования адреса следующей команды.

Строится временная диаграмма, и каждый управляющий вход каждого элемента схемы получает имя того такта времени, в котором он должен быть возбужден. По временной диаграмме строится управляющий автомат. Для каждого элемента функциональной схемы строится реализующая его логическая сеть в выбранном базисе или принципиальная схема.

Метод успешно используется при проектировании ЦМ, повторяющих по своей структуре существующие. В работах, описывающих основы вычислительной техники [3], структура и проектирование ЦМ описываются именно применительно к этому методу. При проектировании принципиально новых структур метод оказывается менее эффективным. Так, в процессе проектирования СТРЕТЧ [4] были найдены новые принципы организации схемы ЦМ, но это оказалось достигнутым за счет усложнения машины и удлинения сроков разработки.

Метод плохо поддается алгоритмизации, поскольку (см.рис.) устройство задается только Сх-описаниями, а А-описания игнорируются. Отношение порядка на множестве Т управляющих сигналов строится в виде временной диаграммы и проектант делает массу ошибок при согласовании схемы и временной диаграммы. Видимо, этими причинами объясняются многочисленные попытки строить схему ЦМ иным путем, исходя из системы команд и алгоритма работы.

Неследующие методы реализуют этот путь.

2. Покомандный синтез. Исходными данными для проектирования по этому методу служат список операций, которые должна выполнять ЦМ, и формат чисел. Для каждой операции пишется алгоритм её выполнения на каком-либо из языков регистровых передач [5,6]. Составляются граф-схемы операций. В качестве набора операторов $\{O_i\}$ для граф-схем используют два вида СФАП — регистры и невременные СФАП (изложение ведется применительно к устройствам на потенциальных элементах). Набор невременных СФАП ограничен — это сумматоры, дешифраторы, собирательные схемы, клапаны и т.п.

Над граф-схемами могут производиться преобразования с целью улучшения временных характеристик. Однако, поскольку набор операторов — элементов будущей схемы общий для всех алгоритмов, систематическое проведение такой оптимизации затруднительно. Обычно распределение операторов по микрокомандам производится интуитивно на основе системы временных ограничений.

Для каждой операции по её граф-схеме строится функциональная схема. Далее функциональные схемы объединяются в одну. По-видимому, наиболее систематично этот подход изложен в книге [5]. Функциональная схема методом подстановки логических сетей в элементы перестраивается в логическую схему. Ряд авторов [7, 8] для построения логической схемы предложили использовать СФАП функциональной схемы. Нам представляется, что этот подход негибок и вводит в рассмотрение излишне большой объем данных. Повсеместного распространения этот подход не получил.

Методика в целом успешно используется при ручном проектировании. Недостатком методики является сложность объединения частичных функциональных схем и согласования по времени отдельных алгоритмов операций. Эти моменты теоретически неразработаны.

3. Как и в предыдущем случае получают алгоритмы операций, определяемые граф-схемами. Далее производится объединение граф-схем. При ручном проектировании это производится интуитивно, при алгоритмическом с использованием методов, подобных изложенным в [9,10]. Применение методики было продемонстрировано в работе [9], которая опиралась на предыдущий практический опыт её использования. В этом методе возможна оптимизация временной диаграммы.

4. Прямой синтез. На основании исходных данных сразу пишется весь алгоритм функционирования ЦМ. Такой подход хотя и несколько сложен для человека, позволяет в принципе получать необычные структуры и легко поддается алгоритмизации. Этот подход положен в основу ныне известных комплексных систем автоматического проектирования.

Л и т е р а т у р а

1. ИЛОВАЙСКИЙ И.В. "Об одном методе автоматического синтеза схем цифровых устройств по алгоритмам их функционирования". Автореферат канд.дисс. Новосибирск, 1970.

2. КАРЦЕВ М.А. "Арифметика цифровых машин". Наука, 1969.

3. КАГАН Б.М., КАНЕВСКИЙ М.М. "Цифровые вычислительные машины и системы". "Энергия", 1970.

4. БУХГОЛЬЦ В. (ред.) "Проектирование сверхбыстродействующих систем комплексов СТРЕЛЧ". "Мир", 1965.

5. РЕЙМОН Ф. "Автоматика переработки информации". ФМ, 1962.

6. ПИСКУНОВ С.В., СЕРГЕЕВ С.Н., СИДРИСТЫЙ Б.А. "Язык для описания алгоритмов функционирования ЦМ". - В об.: Вычислительные системы, вып.34. Новосибирск, Наука, 1969.

7. ФИСТЕР М. "Логическое проектирование цифровых вычислительных машин". "Техника", Киев, 1964.

8. ФРИДМАН Т., ЯНГ С. "Автоматическое проектирование логической структуры ЦМ". ЭИ ВТ, 1970, № 1, реф.5.

9. ИЛОВАЙСКИЙ И.В., ЛОЗОВСКИЙ В.С., ФЕТ Я.И. "Применение адресного языка для автоматизации синтеза цифровых вычислительных устройств". - В об.: Вычислительные системы, вып.18. Новосибирск, "Наука" СО, 1965.

10. КАРН Р. "О приложениях теории графов к программированию на цифровой вычислительной машине". - Кибернетический сб., № 4, ИЛ, 1962.