

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ САМОСИНХРОННЫХ СХЕМ

*Л. П. Плеханов*

В докладе рассматриваются схемы, относящиеся к полумодулярным по Маллеру - строго самосинхронные схемы (ССС-схемы).

Традиционно сложилось так, что методы проектирования СССР-схем основываются на представлении в виде событий - изменений значений переменных схемы. В работах Д.Маллера использовались диаграммы переходов (ДП) - изменения полных состояний, В.И.Варшавский с сотрудниками применил более компактное представление диаграмм изменений (ДИ) - изменения отдельных переменных. В настоящее время развиваются также и представления в виде сетей Петри. Такой подход далее будем называть событийным.

Существенным условием событийного подхода является замкнутость описания: схемы в таких представлениях не имеют ни входов, ни выходов. Это необходимо для обеспечения бесконечного циклического изменения состояний схемы, что диктуется условием полумодулярности.

В результате главным объектом проектирования при событийном подходе является процесс, описывающий её поведение.

В функциональном подходе, в противоположность событийному, существенно используются описания в виде логических функций. Такой подход более привычен для подавляющего большинства разработчиков электронных схем и в определённом смысле более логичен. Действительно, сохраняются входы и выходы схемы, легко обеспечивается связь с базовыми и библиотечными элементами, из которых будет изготовлена схема.

Методы анализа СССР-схем в событийном подходе так или иначе основаны на теории полумодулярности Маллера. Исходным описанием является замкнутая система логических уравнений - модель Маллера. Исследуется процесс, заданный таким описанием.

Недостатки событийных методов анализа реальных схем:

- необходимость замыкания схемы;
- необходимость перебора значений реальных входов схемы и внутренних переменных памяти;
- сложная опосредованная связь между диагностикой систем анализа и уравнениями схемы;
- большие вычислительные затраты в ряде практических случаев, например, комбинационных схем.

Функциональный подход был использован В.И.Варшавским для построения теории самосинхронности комбинационных схем (аппарат булевых производных). Однако этот подход до настоящего времени так и остался без развития.

По ряду соображений функциональный подход для анализа СССР- схем имеет хорошие перспективы. Во-первых, нет необходимости замыкания, то есть схема не подвергается искусственному изменению. Во-вторых, можно ожидать небольшой вычислительной сложности для некоторых классов схем, например, комбинационных.

Методы синтеза СССР-схем в событийном подходе базируются на исходном описании в виде бесконечного процесса. При этом процесс уже должен обладать свойством, аналогичным полумодулярности. Синтез состоит в проверке этого свойства и реализации процесса в форме логических уравнений. Так, в частности, работает метод В.И.Варшавского на основе ДИ.

Основные недостатки событийных методов синтеза следующие.

Необходимо заранее сконструировать бесконечный (замкнутый) процесс. Это непривычная и сложная задача для пользователя. В случае комбинационных схем эта задача из-за размерности становится нереальной. Далее, процессу надо придать свойство самосинхронности, что также весьма сложно.

Другими словами, можно утверждать, что главная часть синтеза - обеспечение самосинхронности - возложена на пользователя, а сам метод выполняет вспомогательную часть - перевод описания из одной формы в другую.

Один из больших недостатков событийных методов синтеза (по крайней мере в известных системах) - отсутствие возможностей оптимизации схем по быстродействию или затратам в транзисторах.

В функциональном подходе исходным описанием являются логические уравнения, задающие только функциональные зависимости. Обеспечение свойства самосинхронности и его реализация возлагаются на систему синтеза. Оптимизация в рамках функционального описания не вызывает принципиальных трудностей. Примером такой системы может служить система СИНТАБИБ, синтезирующая небольшие комбинационные схемы на заданном множестве библиотечных элементов.

Проблема функциональных методов анализа и синтеза традиционная - размерность задачи, однако проявляется она по-разному по отношению к событийным методам. Поэтому те и другие методы могут дополнять друг друга.

### **Выводы**

Функциональный подход в проектировании СССР-схем имеет ряд преимуществ перед существующим традиционным событийным подходом.

Функциональный подход является хорошей альтернативой событийному и может дополнить существующий арсенал новыми эффективными методами.

Функциональный подход нуждается в серьёзном развитии.