

# САПР строго самосинхронных электронных схем РОНИС

Л.П. Плеханов

Институт проблем информатики РАН, plp@comtv.ru

*Аннотация* — В докладе описана САПР строго самосинхронных схем (ССС-схем) РОНИС. Система предоставляет средства разработки специфических аспектов электронных схем этого класса на функциональном уровне. Языком описания в системе принят VHDL, что обеспечивает легкое сопряжение системы с САПР общего назначения для окончательного проектирования и изготовления изделий. В составе САПР разработаны библиотечная подсистема, подсистемы анализа и синтеза СССР-схем. В действующей версии системы реализована базовая библиотека кристаллов МИЭТ 5503 и 5508. Созданы и успешно эксплуатируются программы анализа и синтеза СССР-схем.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Практическая реализация строго самосинхронных схем (ССС-схем) является весьма трудной задачей. Это связано с тем, что необходимо придать схеме свойство строгой самосинхронности - полумодулярности замкнутой схемы по Маллеру [1]. Данное свойство вычисляется по уравнениям элементов схемы с помощью специальных математических алгоритмов. Оно имеет ту особенность, что является свойством схемы в целом. Изменение любого элемента схемы, даже, например, замена одного элемента несколькими при сохранении общей логической функции, может привести к потере этого свойства. Поэтому при проектировании СССР-схем требуется постоянное отслеживание свойства строгой самосинхронности и применение специальных методов синтеза.

Как показал опыт исследования и создания таких схем, „ручная“ их разработка, без применения вычислительных средств, невозможна, и необходимость автоматизации проектирования очевидна.

Естественно, САПР электронных схем общего назначения не содержат столь специфических средств проектирования. Существующая специальная система ФОРСАЖ была создана группой В.И.Варшавского в начале 90-х годов по заказу ИПИРАН. Эта система была первой подобного рода системой и получилась скорее демонстрационной, показывающей возможность создания СССР-схем. Сейчас система ФОРСАЖ представляется морально устаревшей как алгоритмически (оперирует с небольшими по объему

схемами), так и с точки зрения автоматизации. Внутренние языки описания в ней являются собственными и ориентируются больше на математические модели, чем на реальные схемы. Например, в языках системы отсутствуют понятия входов и выходов схем.

Эти и другие особенности подхода к проектированию в системе ФОРСАЖ создают значительные трудности при ее применении для проектирования реальных схем [2].

## II. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Требования к созданию специализированной САПР СССР-схем РОНИС были следующими.

САПР РОНИС должна представлять собой дополнение к САПР электронных схем общего назначения и решать только специфические задачи построения СССР-схем. Общие задачи, такие, как моделирование, топологическое проектирование и другие, должны решаться в рамках общей системы.

Необходимо обеспечить легкое сопряжение (на уровне языков описания) с существующими САПР общего назначения, что позволит проводить моделирование и оптимизацию по быстродействию и затратам.

Необходимо обеспечить описание и использование специальных параметров СССР-схем – типов сигналов (пара фазные, индикаторные и другие), значений спейсером и других.

Специальные операции в системе – анализ, синтез и другие – должны проводиться без перекодировки в какие-либо иные внешние пользовательские форматы. Иначе говоря, все исходные данные и результаты специальных операций должны быть описаны на том же языке, что и все остальные описания схем.

## III. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САПР РОНИС

САПР РОНИС предназначена для функционального проектирования СССР-схем и выполнения специфических операций для схем этого класса, не поддерживаемых САПР электронных схем общего назначения.

Языком описания схем и соответственно языком общения с САПР общего назначения выбран VHDL.

Все программные средства системы выполнены на языках VHDL и C++, что делает ее в максимальной степени платформенно-независимой.

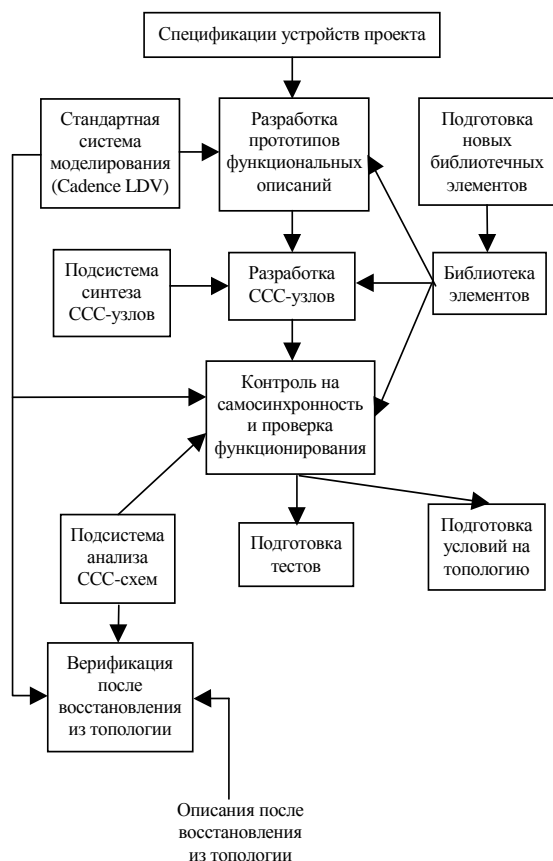
В настоящий момент система реализована на ПК под управлением Windows XP.

На каждом персональном компьютере устанавливается один каталог системы РОНИС и произвольное количество каталогов проектов.

Системный каталог РОНИС имеет несколько подкаталогов, содержащих исполняемые программы, документацию и VHDL-каталог. Последний, в свою очередь, содержит подкаталоги стандартных библиотек STD и IEEE Std\_1164, подкаталоги базовых библиотек элементов и макроэлементов.

Каждый из каталогов проектов имеет ряд подкаталогов для работы пользователя, содержащих файлы описаний схем, файлы входных (тестовых) воздействий, файлы для анализа на самосинхронность, файлы синтезированных схем и другие.

На рис. 1 показан маршрут проектирования CCC-схем на функциональном уровне в системе РОНИС.

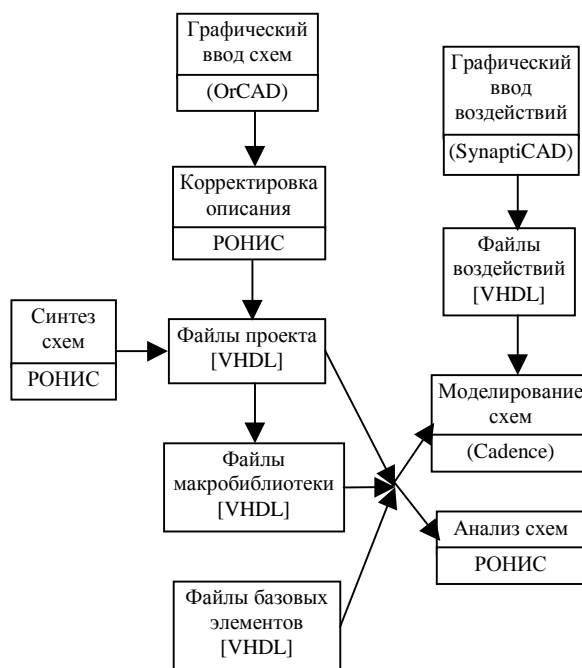


**Рис. 1. Маршрут функционального проектирования CCC-схем**

В соответствии с маршрутом САПР РОНИС должна обеспечивать выполнение следующих задач:

- ввод и редактирование описаний схем,
- ввод входных (тестовых) воздействий,
- моделирование схем,
- анализ схем на самосинхронность,
- синтез CCC-схем,
- ведение библиотек базовых элементов,
- ведение библиотек макроэлементов.

На рис. 2 приведены информационные связи для основных операций в системе РОНИС.



**Рис. 2. Информационные связи в системе РОНИС**

#### IV. СОСТАВ САПР РОНИС

По отношению к специфическим задачам проектирования CCC-схем система РОНИС в настоящее время включает в себя общесистемную часть и три подсистемы: библиотечную, анализа и синтеза.

Общесистемная часть состоит из следующих компонент:

- общесистемного пакета на VHDL, содержащего описания всех общих конструкций для CCC-схем,
- прикладных программ считывания описаний схем в виде системы логических функций. Эти программы реализуют также раскрытие иерархических схем – функцию, отсутствующую в системе ФОРСАЖ, что доставляло ранее большие неудобства при разработке.
- других вспомогательных программ.

#### *А. Библиотечная подсистема*

Эта подсистема предназначена для ведения на языке VHDL двух видов библиотек: описаний базовых элементов производителей микросхем и описаний макроэлементов – отлаженных вариантов ССС-схем многократного применения.

Необходимость существования собственных библиотек в РОНИС диктуется несколькими причинами.

1) Далеко не все элементы базовых библиотек изготовителей микросхем могут быть использованы в ССС-схемах. Базовые элементы ССС-схем должны быть однокаскадными в функциональной части и иметь некоторые другие свойства, подробно изложенные в [3].

2) Для задач анализа и синтеза требуется считывание логических функций базовых элементов прикладными (не-VHDL) программами. Поэтому VHDL-описание базовых элементов должно быть сформировано специальным образом.

3) Описания макроэлементов должны содержать специальные параметры ССС-схем – типы сигналов, значения спейсеров и другие, которые также должны быть доступны для прикладных программ.

Последние два условия обеспечиваются введением в VHDL-описание специальных атрибутов для ССС-схем.

В настоящее время в РОНИС выбраны и реализованы базовая и макро библиотеки кристаллов МИЭТ 5503 и 5508 в соответствии с анализом, описанным в [4].

#### *Б. Подсистема анализа*

С помощью прикладных программ анализа проверяется главное свойство проектируемых схем – свойство строгой самосинхронности.

В подсистеме реализованы три программы:

БТРАН – программа, основанная на прямом методе анализа по Маллеру ,

АСПЕКТ – программа анализа, основанная на диаграммах изменений [5],

САМАН – программа, использующая только логические функции в соответствии с функциональным подходом [6].

Все программы применялись в проектировании реальных ССС-схем и показали свою работоспособность.

#### *В. Подсистема синтеза*

Программы подсистемы предназначены для синтеза ССС-схем и их фрагментов.

Данная перспективная подсистема в настоящий момент содержит пока одну программу СИНТАБИБ.

Программа СИНТАБИБ производит синтез фрагментов ССС-схем – ССС-секций по заданной системе логических функций. Результатом ее работы

является ССС-секция в заданном базисе библиотечных элементов [7].

Программа использовалась в разработке реального ССС-проекта.

#### **V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Создана и успешно эксплуатируется САПР строго самосинхронных схем РОНИС. Система предоставляет средства разработки специфических аспектов данного класса электронных схем на функциональном уровне.

Использование языка VHDL обеспечивает легкое сопряжение системы с САПР общего назначения для окончательного проектирования и изготовления изделий.

Созданы и успешно эксплуатируются программы анализа и синтеза ССС-схем.

В действующей версии системы реализована базовая библиотека кристаллов МИЭТ 5503 и 5508.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке по Государственному контракту № 1.4/03 (регистрация РАН: № 10002-251/ОИТВС-04/103-098/260503-201).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных схемах / Под ред. В.И. Варшавского. М.: Наука, 1986. -398 с.
- [2] Плеханов Л.П. Автоматизация разработки электронных строго самосинхронных схем // Системы и средства информатики. - М.: Наука, 1999. - Вып. 9. - С. 292-300.
- [3] Плеханов Л.П. Базовые элементы самосинхронных схем КМДП-технологии // Системы и средства информатики.- М.: Наука, 2001. - Вып. 11. - С. 316-320.
- [4] Степченко Ю.А., Денисов А.Н., Дьяченко Ю.Г., Гринфельд Ф.И., Филимоненко О.П., Фомин Ю.П. Библиотека элементов базовых матричных кристаллов для критических областей применения // Системы и средства информатики. - М.: Наука, 2004. - Вып. 14. - С. 318-361.
- [5] Рождественский Ю.В., Рождественскене А.В. Новый подход к анализу параллельных процессов в самосинхронных схемах // Системы и средства информатики. - М.: Наука, 2001. - Вып. 11. - С. 321-331.
- [6] Плеханов Л.П. Проблемы функционального подхода в проектировании самосинхронных схем // Системы и средства информатики. - М.: Наука, 2005. - Вып. 15. - С. 329-337.
- [7] Плеханов Л.П. Синтез комбинационных самосинхронных электронных схем // Системы и средства информатики. - М.: Наука, 2004. - Вып. 14. - С. 292-304.