

# Реферат

магистерской аттестационной работы

на тему:

"Исследование методов косимуляции на основании технологии VPI"

Чуйка Алексея Алексеевича

## Актуальность работы

Большинство современных САПР (Cadence, Mentor Graphics) уже имеют средства смешанного моделирования для ряда практических задач. Среди них наибольшее распространение имеют САПР на базе Verilog-AMS, VHDL-AMS, моделирующие аналоговую часть на уровне близком к поведенческому, и обеспечивающие управление иерархией моделей, включая схмотехнический и VHDL уровни описаний и т.д.

Большинство систем смешанного моделирования представляют собой одну или несколько программ аналогового и цифрового моделирования с специальным набором внешних функций взаимодействия с другими симуляторами, причем эти программы работают в рамках крупных открытых инфраструктур, создаваемых ведущими поставщиками инструментальных средств автоматизации проектирования в области электроники.

При смешанном моделировании, за счет выделения блоков разных уровней абстракций, можно достичь максимально точного моделирования в каждом отдельном блоке, что и позволяет сформировать работоспособную модель всего устройства на ранних стадиях проектирования.

Объект исследования данной работы представляет собой множество алгоритмов моделирования на цифровых и схмотехнических уровнях, которые необходимо связать при помощи дополнительных программных средств.

Особенностями методов схмотехнического моделирования, применительно к объекту исследования является:

- переменный временной шаг;
- отсутствие жестко заданного набора внутренних состояний.

К особенностям цифровых методов моделирования относят:

- событийное моделирование;
- наличие очереди событий;
- конечное и заранее определенное количество, состояний входов и выходов.

Каждому из методов моделирования соответствует свой предметно-ориентированный язык, являющийся либо промышленным стандартом, либо частью требований к проекту. Это обуславливает затруднения при использовании таких средств, как Verilog-AMS/VHDL-AMS, связанных с необходимостью модификации или написания новых моделей устройств, что увеличивает время на проектирование, вероятность внесения ошибок в модель, а также, к увеличению стоимости разработки в целом.

Наличие перечисленных проблем является предпосылками того, что использование цифровых моделей на исходном языке (VHDL/Verilog) и схемотехнических моделей - на проблемно-ориентированном языке симулятора, при смешанном моделировании желательно проводить с минимальным вмешательством человека во внутреннюю структуру исходных моделей. На данный момент для решения таких задач используются:

- модификации пакета Spice со встроенным ядром событийного моделирования (например, X-Spice имеет ограниченную поддержку языка VHDL);
- средства отдельной ко-симуляции для конкретных САПР цифровых и схемотехнических симуляторов (NC Verilog/ NC VHDL - Spectre).

Поэтому разработка универсального интерфейса на основании стандарта интерфейса VPI может упростить задачу смешанного моделирования для между различными САПР.

### **Цель работы**

Основной целью работы является исследование возможностей реализации смешанного моделирования средствами VPI, для множества исследованных алгоритмов смешанного моделирования, анализ которых даст детальную оценку эффективности такого подхода.

### **Задачи, решаемые в работе**

- Анализ требований предъявляемых к алгоритмам цифрового моделирования обработчиками событий смешанного моделирования сигналов;
- Анализ средств управления процессом событийного моделирования предоставляемыми различными САПР;
- Анализ качества поддержки VPI различными интерпретаторами Verilog.
- Анализ средств управления схемотехническими САПР на примере Allted;
- Анализ методов смешанного моделирования для отдельной ко-симуляции, их применимость к интерфейсам VPI;
- Проверка рассмотренных методов смешанного моделирования при помощи эталонного численного эксперимента (ЦАП, АЦП).

### **Достигнутые результаты**

Решив, поставленные в работе задачи, автор защищает:

- Сравнение реализаций VPI в различных Verilog симуляторах;
- Результаты численного анализа алгоритмов разделенной косимуляции на примере реализованного интерфейса Modelsim-VPI-Allted;
- Алгоритм упреждения симуляции для комбинаторных схем;
- Алгоритм автоматизированного формирования тестовых сигналов для VPI-модуля при смешанном моделировании;
- Алгоритм расчета суммарных временных задержек для пассивного аналогового блока в процессе косимуляции;
- Формирование списка ограничений применимости средств VPI для косимуляции в рамках групп практических задач.

### **Научная новизна работы**

Научная новизна работы заключается в следующем:

- 1) Разработан алгоритм аналогово-цифровой косимуляции на основании интерфейса VPI/PLI, который отличается от исходного[1]:
  - Управление синхронизацией возможно как в автоматическом режиме, так из модулей Verilog;
  - Предложен механизм упреждения схемотехнического моделирования для пассивных схем;
  - Уменьшено количество вызовов интерфейсных функций VPI/ALLTED;
- 2) В работе впервые проводится косимуляция между внешним симулятором Verilog Modelsim и Allted. На основе данной работы проведен анализ реализуемости различных алгоритмов косимуляции средствами VPI, приведенный в работе.
- 3) Алгоритм автоматического создания заданий для косимуляции аналогового устройства в схемотехнической САПР, по задаваемым из Verilog параметрам цифрового сигнала.
- 4) Алгоритм автоматического формирования входного сигнала аналогового устройства, на основании информации, поступающей из цифрового симулятора, обеспечивающей расчет задержек распространения сигналов в пассивных модулях схемотехнической косимуляции.

### **Практическая ценность:**

На основании проведенных исследований была написана программа представляющая собой платформенно-независимый модуль системы моделирования Modelsim-VPI-Allted обеспечивающий передачу цифровых сигналов косимуляции через схемотехнический ЦАП.

## **Выводы и рекомендации:**

По результатам работы сформированы следующие выводы и рекомендации:

- Применение VPI для решения задач в современных событийных САПР усложняется не полной реализацией отдельными САПР требований стандарта, особенностями реализации внутренних планировщиков событий симуляторов.
- Развитие методов синхронизации в современных системах событийного характеризуется акцентированием внимания к вопросам упрощения последовательных потоков и расширением внедрения многопоточной распределенной косимуляции. При этом идет конкурирование между двумя подходами: асинхронной синхронизацией потоков и усложнения алгоритмов планировщиков тактов синхронизации.
- При реализации раздельной косимуляции в качестве главной проблемы системы выступает рост количества взаимных вызовов симуляторов с ростом разрядности и количества общих сигналов. Для сокращения числа вызовов сформированы следующие рекомендации:
  - Применение динамического метода синхронизации, который обеспечивает минимальное количество циклов синхронизации и равномерное распределение нагрузки между симуляторами;
  - Использование буферов истории реакций на изменения, которые обеспечивают сокращение числа избыточных вызовов для пассивных схем без внесения искажений в работу устройства в целом;
  - Формирование упреждающих сигналов для схемотехнического симулятора, на основе информации очереди событий и вероятностного анализа сигналов;
  - Использовать в качестве механизма обмена сообщениями системные события, жестко привязанные только к моментам времени и конкретным изменениям сигналов, что обеспечивает сокращение числа вызовов процедур синхронизации/преобразования типов данных.

Работа содержит: 13 рисунков, 12 таблиц, страниц, 21 источник.

Ключевые слова: VERILOG, VPI, ALLTED, КОСИМУЛЯЦИЯ, СИНХРОНИЗАЦИЯ, PLI, MODELSIM, SPICE, XSPICE, LSIM, SABER, PACSIM