

Сравнение систем цифрового моделирования электронной аппаратуры

Никита Малышев, Аркадий Поляков

Это вторая статья из анонсированной нами серии статей по работе с отечественной системой цифрового моделирования, в которой она сравнивается с системами-аналогами по функциональности и быстродействию.



Предисловие

Уважаемые читатели, коллеги. Это вторая статья из серии статей по работе с отечественной системой цифрового моделирования, в которой сравнивается её работа с системами-аналогами.

Введение

Под системами цифрового моделирования (СЦМОД) в статье подразумеваются системы проектирования, реализующие стандартные языки описания аппаратуры VHDL и Verilog/SystemVerilog [1]. Они являются важной частью систем автоматизации проектирования интегральных схем (СБИС) и программируемых интегральных схем (ПЛИС) [2]. Основная масса СЦМОД создана фирмами США. Разработка таких систем является весьма сложной задачей. Например, трудоёмкость создания САПР ПЛИС Vivado, одной из компонентов которой является СЦМОД Xsim, оценивается в 1000 человеко-лет, а стоимость разработки САПР в 200 миллионов долларов [3]. Созданный российской компанией ЭРЕМЕКС САПР Delta Design [2, 4] с включённой в неё СЦМОД Simtera [5, 6] относится к первым отечественным ласточкам в области импортозамещения в данной области.

Сравнение систем цифрового моделирования

Сравнение характеристик СЦМОД в некотором смысле подобно поиску ответа на вопросы типа «кто сильнее – кит или слон?». Но всё же оно позволяет дать определённые рекомендации пользователям, определить тенденции развития и показать плюсы и минусы конкретных продуктов. Конечно, возникает вопрос: «А судьи кто?» В своё время один из авторов данной статьи работал в Силиконовой долине США в фирме SEVA, основателями кото-

рой были председатель комитета по разработке языка VHDL Ларри Саундерс (Larry Saunders) и один из первых авторов пособия по языку Verilog Ятин Триведи (Yatin Trivedi). Ясно, что столь авторитетным представителям фирмы – разработчика СЦМОД и САПР доверяли и присылали новые версии своих систем для тестирования и сравнения с конкурентами. Не имея таких возможностей, авторы были вынуждены из зарубежных систем моделирования использовать только их не подсанкционные и бесплатные версии. Пробные (evaluation) версии HDL-симуляторов, как и открытые типа IcarusVerilog, Verilator, GHDL, Tina и др. [1, 7], а также онлайн-симуляторы, в статье не рассматриваются.

Критические оценки систем можно разделить на **качественные**: простота освоения и использования, наличие поддержки пользователей, в том числе онлайн. И **количественные**: требования к компьютеру и ОС, время действия лицензии, объём скачиваемого установочного файла, число поддерживаемых языков проектирования, доступность версии ПО под различные ОС, скорость моделирования и компиляции, полнота соответствия стандартам языков моделирова-

ния, количество библиотек и IP-core, включая поддержку стандарта VITAL, наличие и текстового, и графического способа описания модели, виды дополнительных сервисов типа конверторы графика-текст и наоборот. А также: графический способ задания временных диаграмм входных сигналов, графическое описание автоматов, системы оценки полноты покрытий кода, профилировщики и др.

Что касается качественных критериев – то они важны в первую очередь при использовании СЦМОД в учебных целях. Это понятие включает устойчивость системы к ошибкам пользователей и сбоям компьютеров, развитую, полную и точную диагностику ошибок и простоту их исправления.

В табл. 1 представлены САПР, в которых реализованы СЦМОД, ОС и минимальные требования к параметрам компьютеров. В табл. 2 представлены поддерживаемые СЦМОД версии HDL.

Что касается скорости компиляции Verilog-кода, то сравнительный анализ на группе тестов IVLTest (Icarus Verilog) в сравнении с ModelSim Pro 2020 приведён на рис. 1. Среднее время разбора и компиляции в Simtera – 695 мс, в Modelsim Pro 2020 – 841 мс.

Таблица 1. Сравнительный анализ САПР, доступных для использования

СЦМОД*	Разработчик	САПР	Срок лицензии	Мин. ОЗУ, Гб	Объём скачиваемого файла, Гб
Active-HDL Student edition v.13	Aldec	Нет привязки / в составе САПР ПЛИС	Не ограничен / 1 год (в составе САПР ПЛИС)	4	1
Modelsim	Mentor Graphics (Siemens)	Нет привязки / в составе САПР ПЛИС	Не ограничен / 1 год (в составе САПР ПЛИС)	4	1
Xilinx Simulator	Xilinx (AMD)	Vivado	Не ограничен	8	8
Delta Design Simtera	Eremex	Нет привязки / в составе САПР Delta Design	Бесплатно / 60 дней	8	0,4

Таблица 2. Поддерживаемые СЦМОД версии HDL

СЦМОД*	Поддерживаемые версии HDL	Библиотеки ПЛИС	Время запуска системы, секунды *	Скорость компиляции Verilog-проектов, относительные единицы	Скорость моделирования Verilog-проектов, относительные единицы
Active-HDL Student edition v.13	VHDL 1987, 1993 Verilog 1995, 2005 SystemVerilog 2009, 2017	Xilinx, Intel и др	15	1	0,2
Modelsim Microsemi 10.2	VHDL 1987–2008 Verilog 2001 SystemVerilog 2005-2012	Microsemi	15	1	1
Xilinx Simulator (XSIM)	VHDL 1987–2003 Verilog 2001	Xilinx	30	1	1
Delta Design Simtera	VHDL 1987–2008 Verilog 2001 SystemVerilog 2005	Миландр, Intel, Xilinx	30	1	0,0002

* В качестве инструментальной машины при сравнении СЦМОД был использован компьютер с процессором Intel Pentium G4400 с тактовой частотой 3,30 ГГц, оперативной памятью 8 ГБ, 64-разрядной операционной системой Windows 10.

Для тестирования скорости работы симулятора известно несколько наборов (benchmarks), рекомендуемых для СЦМОД [4], но мы использовали свои. Обосновано это практическими целями.

В качестве тестовых задач были использованы Verilog-модели версии синтезательной поведенческой модели простого АЛУ-микросхемы 74181 (ИП4). Модель содержит 240 строк HDL-кода. Тестбенч – 102 строки. Для возможности измерения времени моделирования секундомером в тестбенче организован цикл из 1 млн повторений выполнения трёх операций в АЛУ. На XSIM и Modelsim время прогона теста примерно одинаковое – 30 секунд, на Active-HDL оно было в 5 раз больше и равно 150 секундам. У Simtera при 100 повторениях было 15 секунд, т.е. система моделирования работает на несколько порядков медленнее. Тестирование проводилось на версии Delta Design Simtera от декабря 2022. В данной версии отсутствует разбиение независимых Verilog-процессов на отдельные потоки. Если посмотреть на часть запускаемого теста (листинг теста доступен в электронной версии статьи на сайте журнала), она

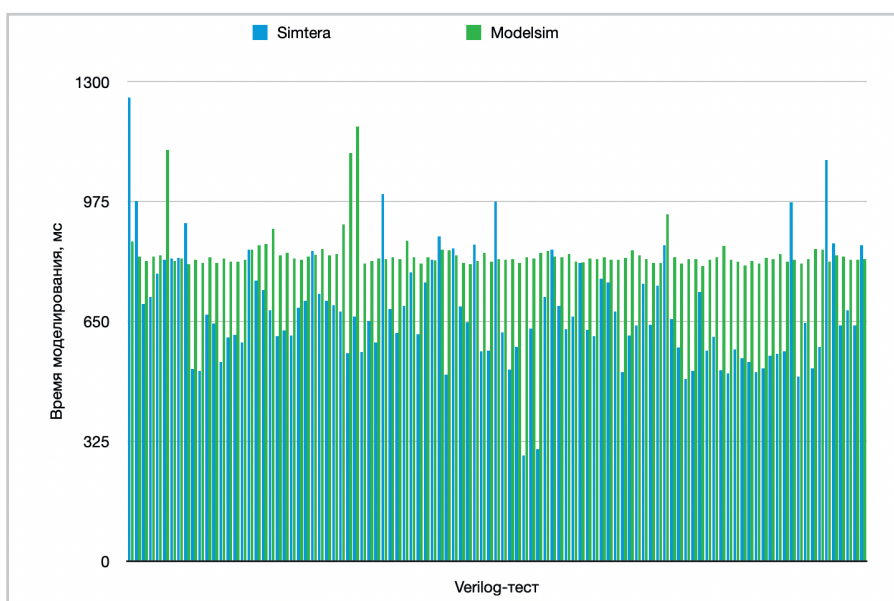


Рис. 1. Время компиляции Verilog-проектов в Simtera и Modelsim

состоит из 69 блоков assign, которые могут обрабатываться параллельно, что значительно ускорит работу системы. Данный функционал в настоящее время в разработке, об успехах ускорения работы моделирования сообщим в отдельной статье по завершении работ.

В табл. 3 представлены некоторые дополнительные параметры HDL-симуляторов, связанные с графиче-

скими средствами, оценкой полноты покрытия кода тестами и методическим обеспечением.

С точки зрения тестирования и работы с VHDL-проектами в Simtera дела обстоят следующим образом: сравнение производилось с ModelSim – Altera 10.1 и Aldec Active-HDL 8.2 Expert Edition. Быстродействие проверялось на тесте, симулирующем запуск про-

Таблица 3. Дополнительные параметры HDL-симуляторов, связанные с графическими средствами, оценкой полноты покрытия кода тестами и методическим обеспечением

СЦМОД	Графическое (схмотехническое) описание модели	Графическое описание автоматов	Статистика покрытия тестом кода	Графическое описание временных диаграмм входных сигналов	Обеспеченность русскоязычными методическими материалами
Active-HDL Student Edition V.13	Есть, в модели – до 30 блоков	Есть	Нет	Есть	> 10
Modelsim ME 10.2	Нет	Нет	Нет	Нет	> 10
Vivado XSIM	Есть	Есть	Нет	Есть	> 10
DeltaDesignSimtera v.3.5	Есть	Нет	Нет	Нет	< 10

Таблица 4. Результаты тестирования быстродействия

	Машина 1*, с	Машина 2*, с
Delta Design Simtera	287	385
Active HDL 8.2 Expert Edition	35	47
Отставание в быстродействии	8,2	8,15
	Машина 1*, с	Машина 2*, с
Delta Design Simtera	287	385
ModelSim-Altera 10.1	675	905
Превосходство в быстродействии	2,35	2,35

*Машина 1: Intel Core i7-2600K 3.4 GHz, RAM 16 GB, Windows 7 Ultimate x64
 Машина 2: Intel Core i7-2630QM 2.00 GHz, RAM 6 GB, Windows 7 Ultimate x64

граммы мигания светодиодами в ОС FX-RTOS на модели микроконтроллера PIC32.

Результаты тестирования быстродействия приведены в табл. 4.

В ходе проверки выяснилось, что Aldec уступает в поддержке, реализованной в Simtera части стандарта. Характерные тесты, демонстрирующие этот факт, можно скачать и посмотреть на странице ЭРЕМЕКС со сравнительными данными [8]. Необходимо отметить, что в настоящий момент VHDL-язык не развивается в Simtera, так как прерогатива отдана на поддержку Verilog в части поведенческого моделирования и синтеза. Так, например, структурная несинтезабельная VHDL модель усечённой версии микроЭВМ MC51 (Intel 8051) [9]. Модель была сгенерирована учебной системой цифрового моделирования DEEDS [10] из графического (блок-диаграммного) представления и содержит три раздела: модели компонентов – 11 400 строк,

модель MC51 – 2500 строк и тестбенч – 550 строк. На этой модели оценивалась и скорость компиляции. Компиляция быстрее всего идёт на ModelSim и Active-HDL, немного медленнее на XSIM. На Simtera компиляция проходила на порядок дольше.

Выводы

Участвующие в сравнении продукты предлагают свои подходы к проектированию и моделированию цифровой аппаратуры. Авторы статьи, равно как и читатели, имеют свой опыт работы с ними. Хочется отметить, что Simtera представляется единственным импортнонезависимым перспективным отечественным продуктом. В системе присутствуют инструменты по работе в схемотехническом виде, присутствует поддержка конструкций Verilog/SystemVerilog, VHDL, позволяющая проводить сравнительный анализ по работе с продуктами конкурентов на рынке. В системе есть и недостатки,

сопутствующие развивающемуся продукту, – а именно, невысокая скорость работы симулятора, связанная в первую очередь с временным отсутствием multi-thread симуляции.

Разработчики САПР Delta Design Simtera будут весьма признательны всем читателям, которые смогут прислать им самопроверяющиеся тесты.

Напоминаем также, что открыто бета-тестирование Delta Design Simtera. Получить версию системы можно, отправив письмо на адрес info@eremex.ru, а также в Telegram-сообществе.

Литература

1. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_HDL_simulators.
2. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_EDA_companies.
3. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Xilinx_Vivado.
4. URL: <https://www.eremex.ru/>.
5. Малышев Н. Цифровое моделирование цифровых и цифро-аналоговых узлов в системе Delta Design Simtera // Современная электроника. 2021. № 1. С. 60–61.
6. Поляков А.К., Малышев Н.М. Библиотеки HDL-тестов для систем моделирования цифровой аппаратуры. Отечественная САПР проектирования микроэлектроники (часть 1) // Современная электроника. 2023. № 3.
7. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_EDA_software.
8. URL: <https://www.eremex.ru/knowledge-base/articles/sravnenie-simtera/>.
9. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_8051.
10. URL: <https://www.digitalelectronicsdeeds.com/deeds.html>.



НОВОСТИ МИРА

Huawei пришлось заменить в своих устройствах около 13 000 деталей из-за санкций США

Американские санкции больно ударили по Huawei: компании пришлось не только разрабатывать собственную операционную систему HarmonyOS (от Android китайскую компанию попросту отрезали), но и искать для своих устройств новые компоненты. В плане аппаратной части была проделана огромная работа, о ней рассказал генеральный директор и основатель Huawei Рен Чжэнфэй (Ren Zhengfei).

Оказалось, что из-за санкций Huawei пришлось заменить около 13 000 частей и компонентов в своих устройствах. Тут имеются



в виду не только телефоны, но и ноутбуки, планшеты, серверы и т.д. В основном зарубежные компоненты были заменены китайскими. Также компании пришлось перепроектировать 4000 печатных плат для своих продуктов. С тех пор (США ввели санкции в отношении Huawei в 2019 году, когда администрация Дональда Трампа обвинила её

в угрозе национальной безопасности) производство печатных плат, по словам Рена Чжэнфэй, стабилизировалось.

Ограничения со стороны США подстегнули Huawei больше инвестировать в НИОКР. В прошлом году компания потратила на это 23,8 млрд долларов.

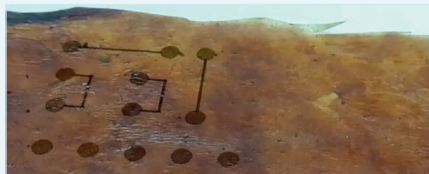
[industry-hunter.com](https://www.industry-hunter.com)

НОВОСТИ МИРА

Из «чайного гриба» создали лёгкие, гибкие и прочные печатные платы для электроники

В будущем лёгкие, гибкие, но прочные печатные платы для компактной носимой электроники, вероятно, можно будет печатать на высушенных остатках культур, широко известных во всём мире как «комбуча», а на постсоветском пространстве как «чайный гриб». Учёные опробовали методику, позволяющую использовать этот симбиоз дрожжевого гриба и бактерий для создания электронных компонентов.

Для выращивания чайного или маньчжурского гриба достаточно взять всего лишь банку чая, сахар и культуру SCOBY, представляющую собой симбиоз бактерий и дрожжей. Исследователи давно считали «чайный гриб» многообещающим биоматериалом. Ранее высушенный «гриб» пробовали использовать в качестве заменителя кожи, создавали новые виды устойчивых «живых материалов», которые, возможно, однажды будут использоваться в качестве биосенсоров. Новое исследование показало, что «маньчжурский гриб» можно использовать и в электронике.



По словам профессора Университета Западной Англии в Бристоле Эндрю Адамацки (Andrew Adamatzky), одного из авторов нового исследования, высушенный «чайный гриб» можно интегрировать в умные носимые устройства, что позволит расширить функциональность одежды и гаджетов. Предусмотрено объединение живой и неживой биологической материи. Ещё в 2021 году Адамацки выступил соавтором ряда исследований, посвящённых свойствам «гриба». Теперь он и его коллеги продемонстрировали возможность создания печатных плат на высушенных пластинах из этого материала.

Команда использовала SCOBY для выращивания тонких биоплёнок, состоящих из волокон целлюлозы, после чего высушивала их на пластиковых или бумажных пластинах при комнатной температуре. В результате получался устойчивый материал, сохранявший прочность при помещении в воду на несколь-

ко дней, а один из тестовых образцов пережил даже помещение в духовой шкаф при 200°C, хотя от открытого огня материал загорается.

Адамацки и его коллеги смогли печатать на высушенной плёнке из «чайного гриба» с помощью струйного принтера дорожки из токопроводящих полимеров, заодно опробовав альтернативный метод 3D-печати комбинацией полиэстера и меди. К биологическим печатным платам удалось даже прикрепить небольшие LED-элементы, продолжавшие работать даже после того, как основу неоднократно сгибали и растягивали.

По словам учёных, в отличие от живого «гриба», с которым приходилось работать прежде, сухой материал сам не проводит электричество и вполне может использоваться в качестве основы для печатных плат. Более того, он намного более гибкий, лёгкий и дешёвый, чем керамические и пластиковые альтернативы, и может использоваться для создания носимых датчиков сердечного ритма, биосенсоров и во многих других сферах. В дальнейшем рассматривается печать рабочих систем, способных распознавать механические, оптические и, возможно, химические воздействия.

3dnews.ru



RAYSTAR
OLED Display Provider

ЖК-дисплеи

повышенной яркости

серия 4.3" IPS TFT

С ЕМКОСТНЫМ СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ PCAP

ЯРКОСТЬ 1100 cd/m²

RFF430X-AWH-DNG



-30°C +80°C

ЯРКОСТЬ 900 cd/m²

RFF430X-AWH-DNN



БЕЗ СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ

На правах рекламы



Komponenta АО «Компонента» — официальный дистрибутор Raystar в России



8 495 150 2 150



www.komponenta.ru



info@komponenta.ru