

Микроэлектроника меняет мир

Пленарное заседание III Международного форума «Микроэлектроника-2017» прошло под девизом «Микроэлектроника меняет мир», именно эта фраза звучала в каждом докладе.

В 2060 г. исчезнут все рабочие специальности!

С приветственным словом к участникам Форума обратился Почётный президент конференции «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули», руководитель Межведомственного совета главных конструкторов по электронной компонентной базе РФ, академик РАН, доктор технических наук, профессор Геннадий Яковлевич Красников: «Наша конференция набирает популярность, становится важным событием в электронной жизни России. Надеюсь, что после конференции мы подведём итоги, учтём все пожелания и предложения, высказанные и на пленарном заседании, и в работе секций. Есть договоренности с Минпромторгом, с рядом фондов и инвестиционных организаций. Все предложения не останутся без внимания, будут прорабатываться». Начав свой доклад с истории возникновения микроэлектроники, Г.Я. Красников в своём выступлении подробно остановился на дальнейшем развитии отрасли.

Микроэлектроника развивается быстрее других отраслей. С каждым сле-



Красников Геннадий Яковлевич

дующим поколением технологический рост производительности чипов определяется новыми материалами, а не только масштабированием. На начальных этапах развития микроэлектроники переход на новый уровень был возможен с помощью простого масштабирования, по мере уменьшения норм до 1 мкм и менее такие переходы стали требовать сложных решений: коренных изменений процесса и оборудования фотолитографии, новых материалов, структур и т.п. Мировой технологический уровень: «28 нм» – 2012 г.; «14 нм» – 2014 г.; «10 нм» – 2016 г. Основные производители: STMicroelectronics, Global Foundries, IBM.

«Ни одна отрасль не изменила мир так значительно, как микроэлектроника, благодаря её развитию возникли технологии, давшие жизнь роботам, искусственному интеллекту и Интернету вещей. Микроэлектроника продолжает динамичное развитие. Правило Мура уже работает более 50 лет и будет работать ещё минимум 30 лет, – резюмировал своё выступление Геннадий Яковлевич. – В 2024 г. машина сделает перевод лучше любого переводчика, в 2027 г. исчезнет профессия водителя грузового автомобиля, к 2030 г. начнётся массовое производство персональных роботов, к 2035 г. на дорогах будут только беспилотные автомобили, к 2050 г. хирургическую операцию будут проводить роботы, а в 2060 г. исчезнут все рабочие специальности».

На смену технологии FinFET идёт FD-SOI

Затем на трибуну поднялся первый заместитель генерального директора АО «НИИМЭ», доктор технических наук, профессор кафедры интегральной электроники и микросистем НИУ МИЭТ Николай Алексеевич Шелепин.

Он выступил с пленарным докладом «Особенности элементной базы СБИС на основе КМОП КНИ технологии с полным обеднением». В частности, он отметил, что уровень 28 нм – последний

для «обычных» планарных транзисторов. Переход к уровням 22–14 нм уже не может быть реализован на «обычных» планарных МОП-транзисторах. В связи с этим мировые лидеры (Intel, TSMC, Samsung) пошли по пути непланарных транзисторов. Речь идёт о разновидности технологии так называемых трёхзатворных (Tri Gate) транзисторов – FinFET.

Стоимость новых технологий становится неподъёмной. Что делать мировым лидерам «2-го уровня»? В Европе создана программа по развитию технологии FD-SOI (Fully Depleted Silicon On Insulator – полностью обеднённый кремний-на-изоляторе (ПОКНИ)). Лидер – STMicroelectronics. В проекте участвует 7 стран, 19 компаний и институтов. Всего занято около 500 инженеров. В целом, кроме STM, активно развивают эту технологию IBM, GlobalFoundries, поставщики услуг по разработке, например, VeriSilicon (Шанхай) и некоторые японские компании. Анонсированные характеристики технологии FD-SOI обещают получение лучшего соотношения между потребляемой мощностью и производительностью цифровых СБИС по сравнению с технологией FinFET для многих областей применения. Ожидается интересное противостояние технологий в условиях существенно больших затрат на становление FinFET-технологии.

Потребление FD-SOI почти на 30% ниже, чем у 28-нм и 20-нм КМОП. Стоимость FD-SOI ниже на 5% по сравнению с КМОП 28 нм и на 25% – по сравнению с КМОП 20 нм, хотя технологические процессы похожи. Кстати, при переходе на FD-SOI могут частично использоваться IP для КМОП. GlobalFoundries освоила техпроцесс 22 нм FD-SOI и в 2016 году официально анонсировала развёртывание 12-нм технологии FD-SOI, которая пришла на смену 22-нм FD-SOI. А за этим последовало официальное сообщение компании AMD об использовании этого техпроцесса в будущих фирменных продуктах. Правда, выпуск первых массовых образцов ожидается лишь в 2019 году. По оценке GlobalFoundries, 12FDX обеспечит такую же производительность, как 10-нанометровая технология FinFET, но с меньшим энергопотреблением.

Превосходство над современной технологией FinFET по производительности составляет 15%, выигрыш в энергопотреблении – 50%.

Увеличили производительность русского процессора в 50 раз!

Директор ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, доктор технических наук, профессор Сергей Геннадьевич Бобков представил доклад на тему «Опыт разработки и производства микросхем промышленного назначения».

Выступающий рассказал, что ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН разработало свыше 20 различных микропроцессоров с архитектурой КОМДИВ32 и КОМДИВ64 (Мипс-подобная).

Первый в России 32-разрядный RISC-процессор со встроенным сопроцессором плавающей арифметики разработан в 1998 г. (1890ВМ1Т).

Первый в России 64-разрядный суперскалярный RISC-процессор создан в 2008 г. (1890ВМ5Ф).

С 2012 г. начат серийный выпуск комплекта микросхем с коммуникационной средой RapidIO с нормами 180 нм. С 2016 г. начат серийный выпуск систем на кристалле 1890ВМ8Я (универсальный процессор) и 1890ВМ9Я (DSP-процессор) с технологическими нормами 65 нм. Налажено производство микропроцессоров (систем на кристалле) космического применения с нормами КНИ 0,5...0,25 мкм.



Бобков Сергей Геннадьевич

Докладчик подробно остановился на технических характеристиках, в частности, обратил внимание, что за 15 лет произошёл существенный рост производительности микропроцессоров КОМДИВ: уменьшение проектных норм в 8 раз, увеличение тактовой частоты в 20 раз и увеличение производительности в 50 раз!

Директор ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН поделился планами выпуска ключевых продуктов: «В 2016 г. был разработан микропроцессор (СНК) 1890ВМ8Я, КОМДИВ, 16 Гфлопс, 2D-графика, 0,8–1 ГГц. В 2017 г. в производство запускаются плата VPX с 2 процессорами 1890ВМ8Я/ВМ9Я, крейт с 16 платами до 2 Тфлопс и маршрутизатор на основе 1890ВМ108. В 2018 г. будут разработаны СНК и 2 SMP-ядра КОМДИВ. На 2019 г. закладываются проектирование серверного оборудования, а в 2020 г. – СНК: 8–16 ядер КОМДИВ, 3D-корпус, 0,4 Тфлопс (двойная точность)».

Особое внимание в своём докладе С.Г. Бобков уделил основным проблемам при производстве микросхем и компьютеров:

- Периодическое изменение технологических процессов западных производителей микросхем приводит к снижению частоты в пределах 10%: партия чипов, заказанная через несколько лет после сдачи ОКР, может отличаться от первоначальной.
- Периодически западные технологические процессы закрываются и вводятся новые близкие процессы, что приводит к необходимости перепроектировать микросхемы.
- Процессы слияния и поглощения приводят к необходимости искать другую компанию с близкими технологическими процессами.
- Регулярно используемые пластиковые корпуса микросхем снимаются с производства. Приходится создавать требуемые корпуса в других компаниях, что приводит к дополнительным затратам.
- Коммерческие САПР не позволяют производить моделирование проектов при некоторых экстремальных условиях эксплуатации.
- В случае заказа производства на зарубежных фабриках необходимо раскрывать конечных пользователей микросхем, что не всегда удобно с коммерческой точки зрения.
- В России отсутствует производство динамической и Flash-памяти, западные микросхемы регулярно снима-



Шелепин Николай Алексеевич

ются с производства, что приводит к необходимости модернизации модулей.

- Отсутствие массового спроса на микросхемы на российском рынке приводит к высокой стоимости микросхем, и не позволяет в должной мере развиваться компаниям. Выход со своими чипами за рубеж сопряжён с огромными рисками, проблемами.
- В России отсутствует достаточное число разработчиков, для развития института приходится вести собственную подготовку студентов.

Подытоживая своё выступление, С.Г. Бобков утверждает, что «...технические характеристики микропроцессоров КОМДИВ, коммуникационных СБИС и графических контроллеров позволяют отказаться от использования зарубежных микросхем для ряда промышленных применений. В то же время без создания собственных средств проектирования и производства микросхем невозможно создание микросхем с предельными параметрами функционирования. Необходимо полное владение проектами, использование западных IP-блоков может привести к невозможности поддержки выпуска микросхем на протяжении длительного времени. Для обеспечения развития компании необходима организация подготовки специалистов. Необходима государственная поддержка отрасли, например, гарантированный заказ микросхем и компьютеров. Предлагается специализация компаний по проектированию разных IP-блоков с после-



Никифоров Александр Юрьевич

дующей их кооперацией с целью недопущения покупки западных IP-блоков».

Изделие, прошедшее радиационные испытания, существует!

С интересным докладом «Требования радиационной стойкости – экзотика для гурманов или гарантия наличия и технического уровня разработки для всех категорий потребителей электронной компонентной базы» выступил председатель совета директоров АО «ЭНПО СПЭЛС», доктор технических наук, профессор, лауреат премии правительства Российской Федерации в области науки и техники Александр Юрьевич Никифоров.

Радиационная стойкость (РС) – это свойство изделия сохранять работоспособность в процессе и после воздействия радиационных факторов с нормированными характеристиками.

А.Ю. Никифоров заявил, что есть теорема существования: «Изделие, прошедшее радиационные испытания, существует». Результат радиационных испытаний – универсальный идентификатор изделия, любое изменение влияет на радиационную стойкость.

Выступающий подробно остановился в своём докладе на 4 категориях радиационной стойкости изделий: гражданские, оборонного значения, бортовые и максимальный повышенный уровень радиационной стойкости.

Основные выводы:

1. Требования радиационной стойкости – это прежде всего гарантия на-

личия и технического уровня результата разработки ЭКБ для всех категорий потребителей.

2. Тест на радиационную стойкость обладает максимальной информативностью и диагностической способностью, так как обеспечивает независимый от разработчика контроль работоспособности изделия в наиболее жёстких режимах и условиях эксплуатации, при которых происходит провоцирование всех функциональных и паразитных связей в изделии и выявление «узких» мест конструкции и дизайн-проекта.
3. Требования по радиационной стойкости должны задаваться в унифицированном виде.
4. Оценка радиационной стойкости для гражданских изделий позволяет характеризовать их в системе координат ЭКБ оборонного назначения, оценить возможность расширения их области применения в том числе при разработке оборонной техники в рамках импортозамещения.

Аппаратные закладки – основной компонент информационного воздействия!

Оживлённую дискуссию вызвал доклад «Космическая микроэлектроника: состояние, проблемы и тенденции развития», сделанный заместителем директора по науке и перспективному маркетингу ОАО «Интеграл», членом-корреспондентом НАН Беларуси, доктором технических наук, профессором Анатолием Ивановичем Белоусом.

Развитие космической техники ставит перед разработчиками аппаратуры жёсткие требования – улучшение надёжности габаритно-массовых характеристик, увеличение функциональных возможностей аппаратуры и повышение сроков её активного существования. Для решения этих задач требуются развитие научно-технического базиса, создание новых технологий, материалов и технических решений как на уровне электронных блоков, так и на уровне компонентов. Негативная тенденция – рост доли отказов, обусловленных проблемами с бортовой электроникой.

Специфические факторы, оказывающие воздействие на космические аппараты:

- воздействие космической радиации на космические аппараты (КА);

- наведённые электромагнитные импульсы;
- микрометеоритное воздействие на КА;
- проблема «космического мусора» на орбите Земли.

А.И. Белоус подчеркнул, что существуют опасности и проблемы в источниках поставок ЭКБ для космических аппаратов.

Так, согласно правилам ИТАР, экспорт ЭКБ категорий military (для использования в военных системах) и space (радиационно-стойкие комплектующие) возможен только с разрешения Госдепартамента США. Предоставление информации о сфере применения в конечном изделии (сертификат конечного потребителя) – обязательное условие подачи заявки на разрешение. Возможна поставка изделия с вредоносными блоками и программами (закладками). В отношении Российской Федерации, Республики Беларусь, Китайской Народной Республики по умолчанию применяется презумпция отказа. В поставке ЭКБ категорий military и space (радиационно-стойкие комплектующие) может быть отказано без объяснения причин.

Проблемы использования ЭКБ категории INDUSTRIAL:

- достоверные данные о надёжности для ЭКБ индустриального уровня качества отсутствуют. Статистические показатели качества и надёжности имеют большие разбросы. Часто отсутствует конкретная информация по количественным показателям надёж-



Белоус Анатолий Иванович

ности, отсутствует жёсткий контроль сборки и качества партии, характерный для военной приёмки;

- для индустриальной ЭКБ используются негерметичные корпуса (во внимание должен быть принят эффект газовой выделенности);
- для ЭКБ индустриального уровня качества покупателю самому необходимо проводить радиационные испытания. Поскольку партия может быть неоднородна и состоять из нескольких частей, результаты испытаний, полученные для выборки, могут не отражать действительные характеристики всех приборов аттестуемой партии;
- короткий жизненный цикл – срок до снятия с производства ЭКБ индустриального уровня качества может составлять всего 6 месяцев.

Большую часть пленарного доклада выступающий посвятил новым угрозам – аппаратным закладкам в ЭКБ.

Аппаратная закладка (hardware Trojan, hardware backdoor) – вредоносная модификация схемы. Результатом работы аппаратной закладки может быть как полное выведение системы из строя, так и нарушение её нормального функционирования, например, несанкционированный доступ к информации, её изменение или блокирование.

Аппаратные трояны. Троян встроены в микросхему. После внедрения режим работы трояна изменить нельзя, аппаратный троян сложно выявить – микросхема очень похожа на «чёрный ящик».

Программные трояны являются частью кода в программе. Поведение трояна можно менять, он может быть внедрён через компьютерную сеть.



Однажды обнаруженный вирус может быть удалён, внесён в базу данных, чтобы облегчить процесс его выявления в будущем.

Сегодня аппаратные закладки – основной компонент информационного оружия. Информационно-техническое оружие – совокупность специально организованной информации, информационных технологий, способов и средств, позволяющих:

- целенаправленно изменять (уничтожать, искажать), копировать, блокировать информацию;
- преодолевать системы защиты, ограничивать допуск законных пользователей, осуществлять дезинформацию;
- нарушать функционирование систем обработки информации, дезорганизовывать работу технических средств, компьютерных систем и

информационно-вычислительных сетей, а также другой инфраструктуры высокотехнологического обеспечения жизни общества и функционирования системы управления государством.

Информационно-техническое оружие включает технические и программные средства, обеспечивающие несанкционированный доступ к базам данных, нарушение штатного режима функционирования аппаратно-программных средств, а также вывод из строя ключевых элементов информационной инфраструктуры отдельного государства или группы государств.

Схемные трояны используют схемы запуска для того, чтобы активировать самих себя и свою полезную нагрузку. Обычно запускающими механизмами являются редкие события, например, конкретные паттерны данных или свойств окружающей среды. Активный троян легче обнаружить, чем неактивный. Используемые модули активации следующие: тепловой запуск (на основе температурно-зависимых характеристик MOSFET), синхронный счётчик, асинхронный счётчик, гибридный счётчик, ошибка чётности модифицированного UART, счётчик символов, конечный автомат символов и ADC-запуск.

Вредоносная полезная нагрузка модифицирует/разрушает изначальные функции аппаратуры и нацелена на препятствование или разрушение нормальной работы. Используемые модули включают в себя: модифицированный конечный автомат, UART с модифицированным сбросом, UART





модифицированные посылаемые данные, модификацию распределения частот, модифицированный опережающий сумматор, модифицированный сигнал разрешения доступа к памяти и модифицированное содержимое памяти.

Конфиденциальные данные, например, криптографические ключи, незаметно похищаются по скрытым каналам, т.е. путями, которые для этого не предназначены. Третьи стороны, которым известны характеристики каналов, в состоянии извлечь и расшифровать украденную информацию. Использованными модулями являются: АМ-радиопередатчик, состояние ожидания модифицированного UART, декодирование символов модифицированного UART, побочные каналы СИД-передачи данных и мощности потребления.

Главным условием для их возникновения является использование сторонних (импортных) комплектующих и аутсорсинг при разработке и изготовлении ЭКБ.

Аппаратные закладки могут быть в составе IP-блоков, используемых при проектировании ЭКБ. Аппаратные закладки могут быть поставщиком фаундри-услуг на этапе изготовления. Таким образом, в группе риска находится не только импортная ЭКБ но и отечественная, спроектированная с использованием зарубежных IP-блоков, либо изготовленная по фаундри.

Для того чтобы выявить внедрённые аппаратные закладки на готовом изделии потребуется восстановить с кристалла топологию и электрическую схему, полностью расшифровать функции и алгоритмы работы каждого блока и узла, выявить непредусмотренные

блоки и узлы, незадокументированные режимы и операции.

Основные выводы, сделанные в докладе:

- источники поставок ЭКБ для космических и специальных применений должны быть пересмотрены – основным источником поставки должна стать продукция российской и белорусской микроэлектронной промышленности, осуществляемая под контролем соответствующих представительств заказчика;
- разработчикам бортовой аппаратуры КА необходимо более активно использовать отечественные корпуса с элементами защиты от радиационных и электромагнитных воздействий;
- в области корпусирования микроэлектронных устройств космического и специального назначения наиболее актуальными на текущий момент являются проблемы обеспечения так называемых бесконтактных методов

передачи информации между слоями 3D-структур на основе индукционных и оптических методов, а также проблемы теплоотвода;

- в связи с появлением новых угроз кибербезопасности – встроенных в микросхемы аппаратных троянов (закладок) – необходимо на правительственном уровне в срочном порядке разработать и реализовать комплекс нормативных, технических и организационных мероприятий по противодействию этим угрозам, включая мероприятия по перепроверке уже полученных от зарубежных фаундри микросхем на предмет выявления подобных дефектов.

Форум «Микроэлектроника-2017» организован ведущими институтами и дизайн-центрами страны: АО «НИИМА «Прогресс», АО НИИМЭ, НИУ МИЭТ. Официальную поддержку III Международному форуму «Микроэлектроника-2017» оказывают: департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, госкорпорация «Ростех», холдинговая компания «Росэлектроника», кластер передовых производственных технологий, ядерных и космических технологий «Сколково», Союз машиностроителей России и федеральная программа «Работай в России!». ©



Фотографии с III Международного форума «Микроэлектроника-2017» смотрите на сайте www.soel.ru в разделе «Фотоотчёты».



E·X·P·O ELECTRONICA

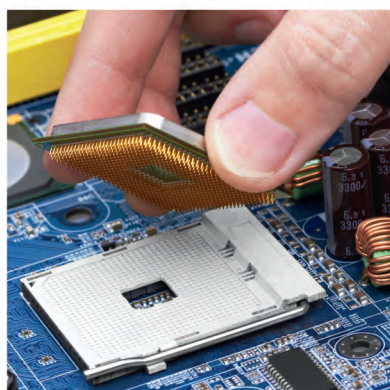
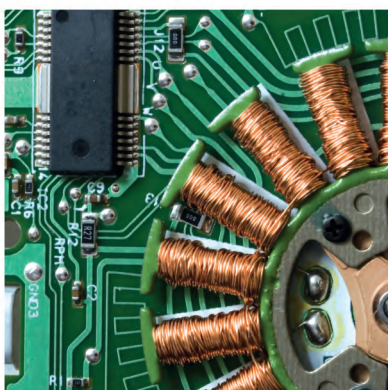
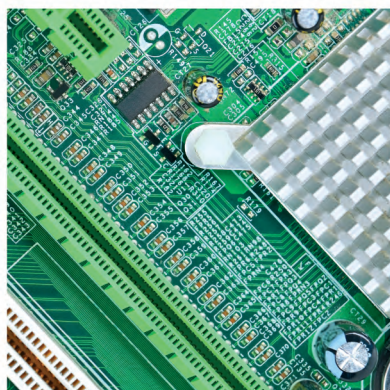


Ufi
Approved
Event

17-19
апреля
2018

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России
выставка электронных
компонентов, модулей
и комплектующих



12+



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

Реклама



Подробнее о выставке
expoelectronica.ru

Совместно с выставкой

