

ВОЗРОЖДАЯ ТРАДИЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ШКОЛЫ ПО ИТОГАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ "МИКРОЭЛЕКТРОНИКА-2016"

П.Кириллов

Во второй раз ведущие отечественные специалисты в области микроэлектроники собрались 26–30 сентября в Алуште. Возрожденный в 2015 году формат встречи подтвердил огромный интерес к мероприятию – "Микроэлектроника-2016" стала наследницей традиционных конференций по микроэлектронике, которые проводились в Гурзуфе еще во времена СССР. Форум состоялся благодаря поддержке Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ, корпорации "Ростех", Союза машиностроителей России, АО "Росэлектроника". Организаторами выступили АО "НИИМА Прогресс", НП "Глонасс" и Национальный исследовательский университет "МИЭТ". Главными информационными партнерами конференции – ключевого события года в области отечественной микроэлектроники – стали издательский центр "ТЕХНОСФЕРА" и журнал "ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ". В конференции приняли участие руководители предприятий-производителей и потребителей микроэлектронной продукции, разработчики микросхем и радиоэлектронной аппаратуры, представители ведущих НИИ и мировых поставщиков САПР. Более 300 участников, около 170 докладов, восемь научных секций, ежедневные круглые столы по актуальным проблемам отрасли – таков масштаб форума. "Микроэлектроника-2016" завершилась Фестивалем инноваций, в заключительный день перед участниками конференции выступил заместитель министра обороны РФ Юрий Борисов.

Конференция, объединившая специалистов самых разных направлений микроэлектроники, охватила широкий круг актуальных проблем отрасли. Помимо пленарного заседания, посвященного ключевым вопросам развития микроэлектроники, была организована работа восьми секций: "Навигационно-связные СБИС и модули", "Высокопроизводительные вычислительные системы", "Информационно-управляющие системы", "Технологии и компоненты микро- и наноэлектроники", "Изделия микроэлектроники общего и специализированного назначения", "Методы и алгоритмы САПР СБИС", "СВЧ интегральные схемы и модули" и "Микросистемы".

Открыл конференцию генеральный директор АО "НИИМА "Прогресс" **Василий Шпак**, который зачитал приветствия от директора департамента радиоэлектронной промышленности Сергея Хохлова, руководителя Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Алексея Алешина и заместителя министра транспорта Российской Федерации Алексея Цыденова.



Почетный президент международной научной конференции "Интегральные схемы и микроэлектронные модули", председатель совета директоров ПАО "Микрон", генеральный директор АО "НИИМЭ", академик РАН **Геннадий Красников** также поприветствовал участников форума и открыл пленарное заседание своим докладом "О приоритетных технологических направлениях". Он отметил, что конференция проходит второй год подряд, набирает силы, становится популярной среди научного сообщества и про-



мышленников. Год назад на совещании у Владимира Путина, посвященном перспективам развития отечественной нано- и микроэлектроники, были приняты важные решения, многие из которых уже реализуются. Докладчик сообщил участникам конференции, что в сентябре 2015 года ОАО "НИИМЭ" и Микрон" и АО "НИИМЭ" стали резидентами Особой экономической зоны "Зеленоград" и получили утвержденный перечень госзаказов, выполнение которых контролирует правительство. Это особенно важно в условиях действующих против 11 российских промышленных предприятий санкций, из них восемь – в сфере микроэлектронной отрасли.

Геннадий Красников напомнил, что 20 июля 2016 года президентом был подписан Указ № 347 "О руководителе приоритетного технологического направления" и 20 сентября положением № 1984 были утверждены 12 приоритетных технологических направлений. ФГУП "ВИАМ" будет отвечать за материаловедение, АО "НИИМЭ" – за электронику, а радиоэлектронное направление возглавит АО "НПП "Исток". Руководители этих компаний стали ответственными кураторами упомянутых направлений. Докладчик подчеркнул, что в России немало ведомств занимается данными вопросами, многое дублируется, поэтому основная задача руководителей – скоординировать всех участников: от РАН и ФАНО до предприятий "Росатома" и ФСБ. Такой подход к приоритетным высокотехнологичным отраслям промышленности должен способствовать конструктивному взаимо-

Президент Международной научной конференции "Интегральные схемы и микроэлектронные модули" академик РАН Геннадий Красников:

"Организовать такую конференцию, как "Микроэлектроника-2016", довольно сложно. Обычно форумы подобного масштаба проходят раз в два года по причине дефицита качественного и востребованного научно-технического материала. Но "Микроэлектроника-2016", выполняющая не только научные и идеологические, но и прикладные функции, в состоянии генерировать новые идеи каждый год, используя потенциал отечественных специалистов. По выступлениям на конференции видно, что за столь короткий период времени были выполнены серьезные исследования и разработки. Представленные в докладах проекты и решения охватывают широкий спектр направлений и нужны российским потребителям как воздух.

Специалистов на мероприятии в этом году было больше, чем в прошлом, несмотря на то, что параллельно с форумом "Микроэлектроника-2016" проходил целый ряд международных конференций по различным тематикам. Желающих выступить перед профессиональным и научным сообществом было так много, что пришлось из представленных докладов отбирать только самые сильные. Положительная динамика конференции очевидна, она завоевала авторитет среди производителей и разработчиков отечественной ЭКБ, радиоэлектронных приборов и САПР. Идея возрождения масштабного форума представителей микроэлектронной отрасли материализовалась. Могу сказать, что с лихвой оправдались самые оптимистичные прогнозы и ожидания. Этот форум помогает отечественным компаниям понять, что нужно потребителю, нащупать вектор спроса и сосредоточить основной потенциал на разработках в наиболее востребованных отраслях промышленности".

действию власти и научного, а также индустриального сообщества. Во внимание будут приниматься все вопросы, поднимаемые отечественными специалистами в области микроэлектроники. Геннадий Красников отметил также, что решения, принятые экспертами на конференции "Микроэлектроника-2016", будут доведены до профильных министров и первых лиц государства.

О проблемах и перспективах навигационного рынка для российских дизайн-центров, в частности, о широких возможностях отечественной спутниковой навигационной системы рассказал независимый эксперт **Евгений Белянко**. Орбитальная группировка ГЛОНАСС позволяет предоставлять услуги на всей поверхности земного шара. В мире только две глобальные спутниковые навигационные системы: ГЛОНАСС и GPS. Если смотреть на вещи объективно, то ГЛОНАСС – это серьезное технологическое достижение России. О надежности системы говорит тот факт, что три орбитальных спутника функционируют более 117 месяцев (скоро исполнится десять лет их работы), а четвертый спутник находится на орбите больше 126 месяцев. ГЛОНАСС, ставшая реальностью, обеспечивает хороший экономический эффект. По данным 2012 года, совокупный эффект от использования всех видов навигационных технологий, позволяющих оптимизировать транспортное обслуживание, составляет 1% от ВВП.

Одно из основных направлений использования системы – транспортная отрасль, в том числе разработка беспилотного транспорта. На базе ГЛОНАСС создана первая в мире национальная система обеспечения безопасности дорожного движения – ЭРА-ГЛОНАСС, которая введена 1 января 2015 года.



Стоит отметить, что вслед за этим в марте прошлого года Евросоюз принял решение о запуске в 2018 году своей спутниковой системы дорожной безопасности eCall.

Евгений Белянко подчеркнул важность изменений в Техническом регламенте Таможенного союза о безопасности колесно-транспортных средств от 30 января 2013 года. Первые ГОСТы, связанные с системой ЭРА-ГЛОНАСС, были приняты еще в 2011-м, тем не менее автопроизводителям понадобилось четыре года, чтобы подготовиться к внедрению этой системы. В настоящее время в системе функционируют десятки тысяч машин, с 1 января 2017 года счет пойдет на миллионы: начат этап промышленного производства и эксплуатации. Как минимум два миллиона машин в год будут оснащаться навигационными терминалами, созданными российскими разработчиками. Навигационные технологии стали полноценной частью экономики, ответственность за дальнейшее развитие которой лежит на отечественных дизайн-центрах.

Не менее интересным было выступление первого заместителя генерального директора АО "НИИМЭ" профессора **Николая Шелепина**. Он поделился с участниками конференции опытом АО "НИИМЭ" и завода "Микрон" по созданию смарт-карт на основе отечественных микросхем. Докладчик напомнил, что первые микросхемы для телефонных карт были разработаны еще в 90-х годах прошлого века и изготавливались по технологии КМОП с минимальными размерами 2 мкм. В качестве энергонезависимой памяти типа ЭСПЗУ применялись МНОП-структуры, а объем памяти данных составлял всего 16 бит. В то время в стране не было "нормальной" технологии интегри-



рования чипов в пластик, поэтому карты были толщиной 2 мм. Тем не менее было налажено серийное производство микросхем на заводах "Ангстрем" и "Микрон" и телефонных карт на заводе "Экситон" (Павловский Посад). Впоследствии объем пользовательской памяти увеличился до 192 бит.

Второй исторический этап в развитии отечественных смарт-карт был связан с освоением в 1992 году технологии EEPROM в "Ангстреме". Были разработаны и запущены в производство современные для того времени микросхемы для телефонных карт, которые изготавливались в компании "УРМЕТ ЛТД". В период 2000–2005 годов было произведено около 12 млн. штук. В 2000 году в "Ангстреме" была создана первая полноценная отечественная микросхема для смарт-карт K5004BE1 (РИК). Объем ее памяти составил 16 Кбайт, она содержала 256 байт ОЗУ и 2 Кбайт EEPROM. Микросхема изготавливалась по КМОП-технологии уровня 1,2 мкм. Всего было выпущено около 15 млн. подобных микросхем, которые использовались в карточках первых отечественных платежных систем, но больше всего изделие было востребовано при производстве смарт-карт для фискальной памяти кассовых аппаратов.

Современный этап разработки отечественных микросхем для смарт-карт начался с развитием проекта паспортно-визовых документов нового поколения (ПВД НП) в 2005 году. В 2007 году был объявлен конкурс на поставку отечественных микросхем для электронных загранпаспортов, причем требования были достаточно высокими и могли быть выполнены на основе технологий уровня 0,25–0,18 мкм с встроенной энергонезависимой памятью EEPROM объемом 72 Кбайт. В конкурсе участвовали ОАО "НИИМЭ и Микрон", где реализовывался проект по освоению технологии уровня 0,18 мкм, и ЗАО "Ангстрем-М", которое производило микросхемы в Китае. Микросхемы были изготовлены и сданы для межведомственных испытаний в 2009 году. Однако в Минкомсвязи России к этому времени не смогли найти в бюджете средств

и межведомственные испытания были проведены только в 2010 году за счет средств предприятий-разработчиков. По результатам замечаний по обоим микросхемам были проведены необходимые доработки и изготовлены повторные партии этих изделий для испытаний. Во второй половине 2012 года межведомственные испытания были завершены. Микросхема K5016XC2 "Микрона" получила положительное заключение на применение в ПВД НП и производится серийно до настоящего времени, причем в модификации с записью и хранением отпечатков пальцев. Микросхема компании "Ангстрем-М" имела недостатки и требовала доработки.

Следующий крупный государственный проект в области идентификационных смарт-карт – универсальная электронная карта гражданина РФ (УЭК) стартовал в октябре 2010 года. Разработка была выполнена в ОАО "НИИМЭ и Микрон" за счет собственных средств. Это изделие должно было быть многофункциональным и содержать идентификационное приложение, обеспечивать проезд в транспорте по типу социальных карт и т.п. Кроме того, карта должна была стать еще и платежной. Следует заметить, что такой сложной функциональности не реализовывал никто в мире, а опыта сертификации для международной платежной системы в стране не было. Тем не менее в 2012 году был получен сертификат MasterCard, заключение ФСБ по отечественной криптографии и подтверждение Федеральной уполномоченной организации ОАО "УЭК" о соответствии карты всем техническим требованиям. Казалось бы, перед предприятием открывалась перспектива производства высокотехнологичной рентабельной продукции. Первоначально ФУО "УЭК" планировало изготовить до конца 2014 года 79,6 млн., а до конца 2018 года 99,5 млн. карт. На практике объем заказов в 2013–2016 годах сократился до немногим более 500 тыс. штук, а затем проект был закрыт.

Очередные надежды предприятия возлагаются на микросхемы для Удостоверения личности гражданина Российской Федерации (УЛГ), которое должно



прийти на замену внутренних паспортов. Разработаны, согласованы и утверждены федеральными органами (ФМС и Минкомсвязи России) Технические требования к микросхеме (сентябрь 2015 г.), изготовлены и продемонстрированы опытные образцы (июль 2015 г.). Однако в начале 2016 года вышло постановление правительства о подготовке к выборам в сентябре 2016 года, в котором все мероприятия с запуском проекта УЛГ переносятся на 2018 год.

Будем надеяться, что этому проекту суждено состояться, а также планам по развитию отечественных смарт-карт для водительского удостоверения, ПТС, свидетельства о регистрации транспортных средств и других возможных применений, в том числе платежных карт НСПК "МИР".

На проблемах и перспективах высокопроизводительных доверенных систем на базе микропроцессоров с архитектурой "КОМДИВ" остановился директор ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН профессор **Сергей Бобков**. В своем докладе он отметил, что абсолютно безопасной от проникновения компьютерной системы не существует, речь идет лишь о степени безопасности, степени доверенности. В России доверенные вычислительные системы предполагают использование только отечественных ЭКБ и программного обеспечения. Если говорить об изготовлении ЭКБ, то налажено производство на заводе "Микрон", появилась линия в НИИСИ РАН, будут запущены технологические процессы в "Ангстрем". Однако что касается программного обеспечения и САПР, то есть только отдельные части решений для проектирования и верификации микросхем.

Докладчик сообщил, что НИИСИ РАН разрабатывает и выпускает 32- и 64-рядные микропроцессоры



с собственной архитектурой "КОМДИВ 32/64", которая построена на базе MIPS32/64. НИИСИ РАН развивает два ключевых направления: создание высокопроизводительных микропроцессоров и вычислительных систем на их основе и создание высоконадежных микросхем и компьютеров для космических систем.

Сергей Бобков сообщил, что в НИИСИ РАН разработана методика повышения рабочей частоты микропроцессоров с архитектурой "КОМДИВ" – заказное проектирование наиболее критичных к задержкам блоков микросхемы. Для этой же цели применяется эффективная методика проектирования. Процесс создания микросхемы начинается с разработки ее модели, что позволяет определить наиболее узкие с точки зрения пропускной способности участки схемы, выделить блоки с разным быстродействием и в целом оптимизировать модель чипа. Для этого создаются специальные скрипты по поиску критичных путей распространения сигнала, разрабатываются специальные библиотечные элементы, позволяющие увеличить быстродействие микросхемы. Задача повышения производительности может быть решена также за счет применения дополнительных сопроцессоров. Например, в микропроцессоры "КОМДИВ" встроены сопроцессоры, ориентированные на цифровую обработку изображений и сигналов.

ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН создает все узлы микропроцессоров, включая физический уровень высокоскоростных коммуникационных каналов, таких как RapidIO, SATA-3, PCIe. На базе микропроцессоров "КОМДИВ" можно создавать доверенные системы. Архитектура процессоров оптимизирована по производительности на Вт потребляемой мощности, что имеет большое значение для встраиваемых применений и высокоэффективных многопроцессорных систем.

О средствах разработки СнК с использованием СФ-блоков рассказал менеджер по развитию бизнеса компании Cadence Design Systems **Анатолий Иванов**. Современные технологии производства СБИС уровней



28, 16, 14 и 10 нм открывают принципиально новые возможности проектирования СнК для высокопроизводительных систем. При переходе на очередной технологический уровень разработки интегральных схем должны осваивать новые методы проектирования и извлекать из этого максимальный эффект. Но по мере уменьшения физических размеров транзисторов их параметры становятся уязвимыми для ряда факторов, которые не учитывались в технологиях предыдущих поколений. Проектирование нанометровых СБИС требует тщательного моделирования и верификации. С повышением сложности СБИС увеличиваются время проектирования кристаллов и сроки вывода изделия на рынок. Создание СнК на основе готовых и отлаженных сложных функциональных блоков (СФ-блоков) дает возможность сократить время проектирования кристалла и существенно снизить вероятность ошибки при разработке СБИС. На рынке IP-продуктов компанией Cadence Design Systems представлен полный набор блоков для проектирования СнК: процессорные ядра, стандартные интерфейсы, шины данных, ЦАП, АЦП, счетчики, таймеры и другие устройства.

Генеральный директор ООО "Синописис" Елена Иванова выступила с докладом о применении САПР и IP-блоков в проектировании чипов.

Компания Synopsys – лидер на рынке САПР и IP-блоков. Компания постоянно развивает существующие решения и открывает



новые направления. В этом году представлено новое поколение инструмента для автоматической генерации тестовых векторов TetraMAXII, скорость работы которого увеличена в десятки раз, а размер самих тестов уменьшен на четверть. Инструмент для разработки заказных проектов CustomCompiler, который позволяет радикально сократить время проектирования, сертифицирован фабрикой TSMC для проектов на базе технологии FinFET уровня 10 нм и менее. Расширяется набор IP-блоков и подсистем, которые разработчики могут использовать в своих проектах для сокращения времени разработки и достижения гарантированного результата.

Synopsys предлагает также решения для проверки ПО на безопасность, для разработки и анализа оптических телекоммуникационных устройств, моделирования работы смешанных электро-механических систем, моделирования технологических процессов и многие другие решения для разработчиков и производителей электронных компонентов.

Представитель ОАО "АвтоВАЗ" **Сергей Пустохайлов** рассказал о том, как предприятия микроэлектронной отрасли могут выйти на рынок компонентов и систем для автомобилей. Многие оборонные и авиакосмические предприятия хотят диверсифицировать бизнес и обращают свое внимание на автопром. "АвтоВАЗ" – одна из компаний альянса "Рено Ниссан", – занимающая около трети российского рынка, экспортирует автомобили в Европу, Африку и Южную Америку. Об успешном развитии предприятия говорит, например, тот факт, что хотя "Лада Веста" – новый проект, но машина успела выйти на четвертое место по продажам в России. В этом



году на базе "АвтоВАЗа" появится инжиниринговый центр, специалисты которого будут участвовать в разработке не только своих, но и зарубежных автомобилей альянса "Рено Ниссан". Это исключительно важное событие для АвтоВАЗа: российские инженеры получили доступ к современным технологиям, инструментам проектирования и процессам. Автопроизводитель сегодня – это не только разработчик, но и интегратор компонентной базы поставщиков. Качество компонентов определяет конкурентные преимущества компании на рынке. У "АвтоВАЗа" всего три требования к компонентам: функциональность, цена, качество.

Первый заместитель генерального директора, генеральный конструктор по навигации и связи АО "НИИМА "Прогресс" **Игорь Корнеев** поделился опытом создания конкурентоспособной отечественной аппаратуры для высокоточной навигации. На создание и поддержку системы ГЛОНАСС потрачены значительные средства, однако прибыль на массовом рынке получают в основном иностранные производители бортового оборудования. Причина не в качестве изделий – оно одинаковое, а в том, что российские приборы дороже импортных. Это привело к тому, что в России были прекращены работы по созданию модемов для систем сотовой связи. Оптимальный путь – лицензирование импортных СФ-блоков и разработка изделия сначала с использованием импортных компонентов, а затем уже и собственных. Таких примеров много. Сегодня отечественные разработки высокоточной навигационной аппаратуры могут составить конкуренцию зарубежной продукции на массовом отечественном рынке.

Профессор ИЭПЭ НИЯУ МИФИ **Александр Никифоров** затронул в своем докладе проблемы контроля радиационной стойкости ЭКБ микроэлектроники. Фактически аппаратура является радиационно-уязвимой, поскольку целые поколения разработчиков и изготовителей радиоэлектронных изделий не уделяли внимания обеспечению и оценке радиационной стой-

кости. Вопросы радиационной стойкости аппаратуры детально рассматривались в рамках профильной секции и круглого стола.

Первый заместитель директора ФГУП "МНИИРИП" профессор **Вячеслав Исаев** рассказал о создании информационно-аналитической системы, позволяющей разработчикам и производителям ЭКБ и радиоэлектронной аппаратуры получить доступ к номенклатуре ЭКБ отечественного производства, использовать хранилище данных для поиска координат и адресов отраслевых компаний. В перспективе система обеспечит поиск аналогов импортных элементов для информационного обеспечения импортозамещения ЭКБ при разработке РЭА.

Заместитель директора филиала НТЦ "Белмикросистемы" профессор **Анатолий Белоус** представил новые разработки радиационно-стойкой ЭКБ холдинга "Интеграл". Завершились пленарные доклады выступлением руководителя НТГ "Проектирование и моделирование (ПИМ)", и.о. заместителя начальника НТК-1 АО "ЭНПО СПЭЛС" **Николая Усачева**, в котором рассказывалось о маршрутах радиационно-ориентированного проектирования высокоинтегрированной ЭКБ твердотельной СВЧ-электроники. Докладчик описал маршрут, включающий прогнозирование радиационной стойкости. В результате в полтора-два раза сокращается время проектирования, а также уменьшается объем радиационных испытаний готовых изделий на заключительном этапе, но самое главное, обеспечиваются требуемые уровни радиационной стойкости.

В следующем номере "ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ" мы расскажем о работе круглых столов – главных дискуссионных площадок форума.

Продолжение следует...

