



Главный конструктор АО «НИИМЭ»
Александр Сергеевич КРАВЦОВ

НИИМЭ: постоянное движение вперед

Основанный в 1964 году зеленоградский НИИ молекулярной электроники (НИИМЭ) сегодня уверенно возглавляет рейтинг организаций радиоэлектронной промышленности России по выручке от научной деятельности, разработки и конструирования приборов и является головным предприятием приоритетного технологического направления «Электронные технологии» РФ. Институт ведет активную работу в области освоения новых технологий микроэлектроники, разрабатывает элементную базу для «Интернета вещей», а также уникальные микросхемы для электронных документов, банковских карт и RFID-меток. О современных разработках института и перспективах развития отечественных технологий в области микроэлектроники изданию «Компоненты и технологии» рассказал главный конструктор НИИМЭ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники А. С. Кравцов

— Давайте сначала поговорим о микроэлектронике, а затем коснемся рыночных вопросов. Сейчас во всем мире, в том числе в вашем институте, очень много внимания уделяется разработке памяти. Обрисуйте, пожалуйста, основные тенденции развития и перспективы этого направления.

— С момента основания одной из специализаций НИИМЭ была разработка памяти. Это ОЗУ, ПЗУ, различные типы энергонезависимой памяти. В настоящее время у нас развивается разработка как EEPROM-, flash-памяти, так и MRAM, FERAM, SONOS и других типов. Соответственно, каждая память имеет как свои преимущества, так и недостатки, поэтому сложно выделить какое-то конкретное направление и ориентироваться только на него. Мы предпочитаем развивать, смотреть, искать применение для каждого вида и выбирать наиболее оптимальные решения для каждого конкретного случая в соответствии с требованиями заказчиков.

— Сегодня в мире самая популярная память — DRAM, которую производят Samsung, SKHynix и Micron. Кстати, эти три компании держат 95% всего мирового рынка. Планируете развивать данное направление?

— DRAM-память, несомненно, интересный рынок, где продукция имеет хороший спрос. Но, к сожалению, это совершенно другие технологии, чем те, которыми мы располагаем в настоящее время. Стоимость входа на этот рынок (разработка и постановка технологии в производство) сегодня очень высока, что не позволяет нам пока рассматривать такие изделия для освоения.

— Вы разрабатываете микроконтроллеры. Все модули микроконтроллера (ядро, периферия, система) — это решения института или вы используете и покупные IP? Не могли бы вы назвать основные семейства микроконтроллеров и кратко их охарактеризовать?

— Микроконтроллеры, а точнее их ядра, изначально не были основной областью разработок НИИМЭ. Для наших продуктов в области RFID и смарт-карт используются решения на базе 8-разрядной открытой архитектуры, но полностью переработанной под требова-

ния заказчика. В процессе развития продуктов предъявляются все новые требования к производительности систем, и сегодня мы продвигаем идею использования открытых архитектур. Из тех направлений, что мы развиваем сегодня, назову платформы на базе 32- и 64-разрядной архитектуры RISC-V. К числу основных наших сегодняшних решений относятся:

- Микроконтроллеры семейства MIK51/NE51 на базе 8-разрядного ядра, с поддержкой зарубежных (DES, AES, RSA и т. д.) и отечественных (ГОСТ P34-10, P34-12 и т. д.) алгоритмов шифрования с различными объемами памяти в защищенном и незащищенном исполнении (табл. 1).

Таблица 1. Микроконтроллеры семейства MIK51

	MIK51SC72D	MIK51AD144D	MIK51BC16D
Объем памяти			
ПЗУ, кбайт	384	256	256
ОЗУ, кбайт	8	6	6
ЭСППЗУ, кбайт	72	144	16
Аппаратная поддержка криптографических алгоритмов			
ГОСТ 28147	+	+	+
ГОСТ P34.12-15	+	+	+
DES, 3DES	+	+	+
AES-128, AES-256	+	—	—
ГОСТ P34.10-12	+	+	+
RSA	+	+	+
ECDSA	+	+	+
ГОСТ P34.11-12 (хэш)	—	+	+
Интерфейсы обмена			
Контактный ISO 7816-3	T = 0, T = 1	T = 0, T = 1	T = 0, T = 1
Радио ISO 14443	Тип А, В; Mifare	Тип А, В	Тип А, В
Применение			
Электронные документы	+	+	—
Платежные карты	+	—	+
Социальные карты	+	—	—
Криптографический токен	+	+	+
Платформа JavaCard	+	+	static

- Платформа для создания микроконтроллеров на базе 32-битного ядра, позволяющая быстро компоновать требуемые заказчику реализации по набору интерфейсов, памяти, систем защиты, шифрования и т. п. Данный продукт также, прежде всего, направлен на рынки, где требуется применение защищенных решений, стойких к инвазивным и неинвазивным атакам и обеспечивающих создание защищенных соединений, каналов связи и/или шифрование данных.
- Платформа NE64RV, которая представляет собой одноядерный микроконтроллер на базе ядра 64-битного процессора River с поддержкой различной периферии.
- Практически во всех наших продуктах мы используем собственные IP. То есть мы изначально пошли по пути непривязки к различным зарубежным компаниям, чтобы не быть зависимыми от их лицензий. Все необходимые IP-блоки мы всегда разрабатывали самостоятельно за редким исключением — если сроки выполнения проекта были очень сжаты и такой блок был в наличии у наших партнеров. Все наши платформы имеют и программную составляющую, предназначенную для реализации того или иного функционала, в основном в направлении смарт-карт, систем защиты, банковских и ИД-карт, СКУД, транспортных систем и т. п. Большинство наших продуктов проходит сертификацию в ФСБ России как средство криптографической защиты данных.

— Где сейчас используются микроконтроллеры разработки НИИМЭ?

— В ФОМС, социальных картах и электронных удостоверениях личности, в том числе в загранпаспортах, в банковских картах «МИР», транспортных картах, картах контроля доступа, токенах, при защите каналов связи и в других областях. В целом, как я и говорил, рынок этих решений — RFID, смарт-карты, системы защиты данных и их передачи.

— Как я понимаю, RFID — это ваше отдельное большое направление?

— В части разработки НИИМЭ был первым в России, кто занялся тематикой RFID для серийного производства, — это произошло еще в 2008 году. Весь современный рынок электронных транспортных приложений создавался именно за счет таких разработок. Это системы электронного доступа и контроля на транспорте — собственно, большая часть билетных решений Московского метрополитена работает на чипах НИИМЭ. Да и не только московского! С 2013 года биометрические загранпаспорта российских граждан комплектуются микрочипами НИИМЭ. Сейчас готовится к запуску проект нового электронного удостоверения личности гражданина РФ и других документов государственного образца, которые тоже будут основаны на микроконтроллерах нашей разработки.

— Какова сегодняшняя тенденция дальнейшего развития RFID-технологии: куда все движется, в какую сторону?

— В первую очередь в сторону уменьшения размера чипа при увеличении объема памяти и создании нового функционала на чипе. Также крайне важен и вопрос обеспечения безопасности — постоянно идет работа над улучшением алгоритмов шифрования. Другое направление развития — превращение RFID в некий идентификатор, через который можно получить доступ к облачным данным. В части развития RFID-меток (табл. 2, 3) постепенно ширится их применение для автоматизации процессов. Сегодня мы наблюдаем бурное развитие области UHF-маркировки и логистики: с помощью меток отслеживается товар на этапах производства, транспортировки и складирования. Причем сами метки тоже усложняются и начинают мигрировать в область микроконтроллеров, с одной стороны, и в область поддержки криптографии — с другой. Видя эти тенденции, мы проводим активную работу в данных направлениях и имеем существенный задел как готовых, так и новых решений.

— Там есть свои особенности?

— Разумеется, разные рабочие частоты, расстояние до считывателя на разных этапах. Нужно учитывать даже особенности упаковки товара. Это целое отдельное направление, в котором мы тоже работаем и вместе с партнерами из группы компаний «Элемент» движемся

в направлении создания полностью законченных решений для складов, логистики, готовых к быстрому внедрению, масштабированию и экспорту.

— А что в области разработки новых технологий, планируете ли выходить на новые топологические уровни?

— Да, сейчас совместно с институтами РАН мы ведем много различных разработок и исследований: по технологиям 28 нм и менее, по квантовым технологиям, молекулярным транзисторам, новым материалам для микроэлектроники.

— Сегодня один из главных вопросов в сфере микроэлектроники — защита данных и безопасность. Компании по-разному решают эти проблемы. Например, у ARM есть аппаратное решение TrustZone, Intel предпочитает программные методы. Какой из этих путей, на ваш взгляд, более перспективен и что делает НИИМЭ в этом направлении?

— Защита сейчас приобретает чрезвычайно важное, первоочередное значение во всех системах. НИИМЭ сегодня единственный в России сертифицировал в ФСБ России аппаратный модуль физического датчика случайных чисел в виде отдельного IP-блока. Это позволяет встраивать наше решение непосредственно в интегральные микросхемы. Кроме того, как я уже сказал, у нас есть решения для защищенных контроллеров, которые позволяют закрыть доступ к данным внутри микросхемы. Все эти разработки исторически начались для обеспечения строгих требований к безопасности паспортов и банковских карт. Теперь это направление мы активно развиваем. Наш опыт показал, что наиболее продуктивны программно-аппаратные решения для организации защиты, что позволяет иметь лучшие показатели для конечного продукта — например, чип для банковской карты «МИР». Это сейчас единственное отечественное решение для НСПК «МИР», которое прошло всю необходимую сертификацию по требованиям к безопасности, включая проверку в зарубежных лабораториях, и сейчас массово производится и используется в отечественных банковских картах.

Еще из этой области можно отметить наше комплексное решение — программно-аппаратный комплекс «Звезда». Данная разработка предназначена для криптографической защиты информации в области «Интернета вещей». Она содержит аппаратную часть, которая состоит из микросхемы для шифрования, обеспечивающей защиту канала обмена данными с конечными устройствами, и программную часть, устанавливаемую на сервер. Комплекс обеспечивает аутентификацию и защищенную передачу данных в беспроводных сетях на основе технологий NB-IoT.

— Какие еще услуги, помимо разработки микросхем, оказывает НИИМЭ, насколько они востребованы?

— Помимо заказной разработки, НИИМЭ предоставляет различные услуги по тестированию и измерению, прототипированию, разработке ПО для смарт-карт. Новые услуги у нас появились в основном благодаря полученному опыту по предыдущим наработкам. Собственно, создание платформы на базе 32-разрядного ядра RISC-V в том числе предназначалось не только для решения внутренних задач, но и для предоставления возможности использования данной платформы сторонними пользователями для реализации собственных решений с по-

Таблица 2. Кристаллы для RFID-меток (ISO 14443 A)

Обозначение	MIK640M3D	MIK1312ED	MIK1K5PTAC	MIK1KMCM
Поддержка технологий	ISO14443A	ISO14443A	ISO14443A	ISO14443A
Объем памяти, бит	640	1312	1536	8192
Защищенность	Область OTP	ЭЦП, пароль	3DES	Совместима с Crypto1

Таблица 3. Кристаллы для RFID-меток (NFC&CiPURSE)

Обозначение	MIK213/215/216ND	MIK2048CD	NE501CD	MIK30112C
Поддержка технологий	ISO14443A, NFC	ISO14443A, CiPURSE, NFC	ISO14443A, CiPURSE, NFC	ISO14443A, NFC, IC
Объем памяти, бит	1792/4736/8192	16384	16384	8192
Защищенность	ЭЦП, пароль	AES-128	AES-128, совместима с Crypto1	ЭЦП, пароль

следующим гарантированным и быстрым производством в России. Это достигается за счет того, что наше предложение, наш продукт позволяет на базе ПЛИС, добавив необходимые IP-блоки по интерфейсу, по шифрованию и т. п. (которые мы можем предоставить или разработчик подготовит сам), прототипировать готовое решение, встроить его, посмотреть, как оно работает в системе, и потом заказать у нас разработку топологии и изготовление на российской или зарубежной фабрике. Весь наш предыдущий опыт по разработке микросхем, библиотек для технологий, которые мы реализовывали в России, позволил нам создать достаточно большую библиотеку IP-блоков, также сегодня предлагаемую нами рынку.

— **Что пользуется большим спросом: заказные разработки, тестирование или IP-блоки?**

— Наибольший спрос сейчас по заказным разработкам изделий. На втором месте — IP-блоки, причем в области памяти в первую очередь. Когда российские компании работают над проектами, где нужна память и криптография, они приходят именно к нам.

— **Сейчас всю развиваются технологии корпусирования 2,5D, 3D, хиплет, FOWLP. Работает ли институт с этими технологиями?**

— Мы сейчас в НИИМЭ проводим целый ряд работ по освоению технологии 3D-сборки. В частности, реализуем проект с Фондом перспективных исследований, результаты проекта уже используются в компании для решения различных задач по сборке собственных модулей, а в дальнейшем найдут применение при формировании следующих программ государственного уровня по развитию микроэлектроники, по развитию технологий 3D-сборки.

— **Производство микроэлектроники требует существенных затрат: чтобы его окупить, необходимо изготавливать и продавать микросхемы массовыми сериями. Хватает ли вам емкости российского рынка, удастся ли сбыть всю вашу продукцию?**

— Сейчас НИИМЭ в основном занимается разработками по заказам других компаний. Мы видим, что отечественного рынка не всегда хватает для того, чтобы окупить в том числе затраты на разработку, поэтому выход на экспортный рынок всегда будет нам очень инте-

ресен. Для решения в том числе и этой задачи при поддержке департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга группа компаний-разработчиков в 2019 году объединилась в Консорциум радиоэлектронной промышленности. Консорциум в первую очередь был образован для совместной с государством выработки решений, которые способствовали бы развитию отрасли, для объединения усилий различных участников рынка, чтобы найти точки взаимодействия, в частности и для выхода на внешний рынок. В рамках Консорциума проводятся различные мероприятия по организации господдержки при выходе за рубеж и расширении рынка сбыта, подготовке и принятии нормативных документов, которые поддерживают развитие отрасли.

— **В третьем номере журнала «Электронные компоненты» за этот год было опубликовано интервью с российским подразделением Intel. В частности, в нем говорилось, что Intel из компании — производителя микроэлектроники, какой он был когда-то, превратился в компанию — производителя решений. Планирует ли НИИМЭ пойти по такому же пути?**

— НИИМЭ уже давно идет в этом направлении: совместно с партнерами по ГК «Элемент» мы готовим решения по внедрению RFID. Тот же ПАК «Звезда» — это не отдельно микросхема и отдельно ПО, а именно решение, которое внедряется в существующую систему и позволяет обеспечивать безопасность. Мы продолжим разработку в области «Интернета вещей», смарт-карт, RFID. Эти технологии сейчас на подъеме, а у нас в данной области максимальные компетенции. Также будем заниматься энергонезависимой памятью и решениями на ее основе. Параллельно планируем разрабатывать новые технологии, выходить на новые топологические размеры с организацией библиотек, необходимых для разработки. Для зарубежных разработчиков они, конечно, не новы, но для отечественных компаний они точно будут интересны за счет новых опций, которых раньше в России не было. ■

Интервью провел Павел ПРАВОСУДОВ