DOI: 10.22184/1992-4178.2024.239.8.20.24

Доверенность начинается с ЭКБ

Рассказывает старший вице-президент АО «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС» Р. Р. Юсупов

Компания «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС» (Kraftway) хорошо известна на рынке России как отечественный производитель компьютерной техники. В 2015 году предприятие открыло новое для себя направление – разработку СБИС, и сейчас готовится выпустить на рынок контроллеры твердотельных накопителей информации (ТНИ, или SSD) второго поколения, сетевые контроллеры, а также ряд изделий на их основе.

Старший вице-президент компании Ренат Рафаэлевич Юсупов рассказал нам о том, как появилась идея заняться разработкой микроэлектронных компонентов, что отличает контроллеры Kraftway от имеющихся аналогов, а также о том, чем интересен предприятию Российский форум «Микроэлектроника», технологическим партнером которого в этом году выступит «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС».

Ренат Рафаэлевич, компания Kraftway выступает в роли технологического партнера форума «Микроэлектроника». Чем интересно данное мероприятие для вашей компании как для производителя вычислительной техники?

Kraftway – одна из крупнейших инжиниринговых и производственных компаний на рынке ВТ России, спектр нашей деятельности простирается от микроэлектронных компонентов и электронных модулей до конечных устройств и систем. Очевидно, что Российский форум «Микроэлектроника» – ключевое мероприятие в сфере электроники в нашей стране, и для того чтобы держать руку на пульсе и быть в курсе тенденций отрасли, принимать активное участие в работе форума для нас просто необходимо. Выступления на мероприятии представителей органов власти, отвечающих за развитие электронной и радиоэлектронной промышленности, дают понимание, в какую сторону движется государственная политика в данной сфере, какие ожидаются инвестиции, какие направления находятся в приоритете. Эта информация крайне важна для компании, потому что на ее основе мы корректируем свою техническую стратегию.

Кроме того, для нас очень интересно, чем занимаются другие игроки рынка – как крупные компании, так и небольшие фирмы и стартапы. Сейчас на нашем рынке освободилось много ниш, и их нужно заполнить как можно быстрее. А для этого нужно понимать, в каких направлениях работают наши коллеги. Что касается новых стартапов, появляющихся на рынке, мы всегда готовы к сотрудничеству с ними, если видим, что их проекты коррелируют с нашей технической стратегией. В некоторых случаях может быть интересно и для нас, и для них включение их команд в нашу структуру. Присоединение компаний – распространенная практика во всем мире, и при аккуратном и взвешенном подходе она может приводить к лучшему результату, чем при развитии предприятия только за счет внутренних ресурсов.

Форум «Микроэлектроника» позволяет нам обновлять представление о рынке, обмениваться информацией с коллегами и находить новые контакты, в том числе среди

недавно образовавшихся перспективных команд. Поэтому мы считаем это мероприятие особенно важным для нас.

Вы сказали, что область деятельности вашей компании охватывает в том числе микроэлектронные компоненты. Но известно, что Kraftway начинал свой путь с производства вычислительного оборудования. Как вы пришли к разработке ЭКБ?

Это довольно интересная история. За время существования компании Kraftway было несколько случаев, когда на основе анализа ситуации и собственных возможностей находились новые перспективные направления деятельности. Так, в конце 2000-х мы почувствовали достаточно серьезное давление на рынке компьютерной техники со стороны глобальных компаний – в основном западных, хотя Китай также претендовал на то, чтобы занять часть рынка в России. Тогда мы сконцентрировались на оборудовании с интегрированными средствами защиты информации, поскольку обычно это направление не доверяют зарубежным производителям. Практически в любой технологически развитой стране мира есть хотя бы одна-две компании, которые обеспечивают создание локализованных доверенных систем. Да, в нашей стране порой безопасность строилась на зарубежных решениях, что было возможно благодаря тщательному контролю со стороны регуляторов, в частности ФСТЭК и ФСБ. Но этот путь, безусловно, проигрывает в своей эффективности построению доверенных систем на отечественном оборудовании.

Мы поставили перед собой задачу стать компанией № 1 на отечественном рынке устройств с интегрированными средствами защиты информации, и я считаю, что уже к середине 2010-х мы эту задачу решили, накопили достаточно большой опыт и обрели компетенции, которые, кстати, мы сейчас стремимся конвертировать для использования в проектах по обеспечению информационной безопасности для всего спектра объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ) во взаимодействии с недавно созданным НПО «КИС» – основным оператором доверенных программно-аппаратных комплексов в нашей стране.

Активно работая на рынке информационной безопасности, мы четко понимали, что доверенность ВТ, а вместе с ней и технологическая независимость практически недостижимы без собственной ЭКБ. Построение защищенной с информационной точки зрения техники на основе зарубежных компонентов – крайне сложный процесс. Хотя мы ранее с этим справлялись, нивелируя угрозы, модели которых нам были известны, всё же такой подход вторичен: доверенность необходимо строить снизу – от аппаратного корня доверия. Поэтому переход к разработке собственной ЭКБ выглядел не просто логичным, но необходимым.

На чем вы сконцентрировали усилия в этом новом для компании направлении?

Если говорить о вычислительной технике в общем, можно сказать, что она выполняет три основные задачи: обмен информацией, ее обработку и хранение. Очевидно, что заниматься компонентами для обработки данных, то есть процессорами, нам смысла не было: в России насчитывается больше собственных архитектур, чем во всем остальном мире, и добавлять к ним еще одну нет никакого смысла. Мы ориентируемся на то, что та или иная российская архитектура наконец «встанет на рельсы», и тогда мы с удовольствием будем использовать соответствующее решение наших коллег.

Поэтому мы выбрали для себя направления передачи и хранения данных и взялись за разработку ключевых компонентов для этих задач – микроконтроллеров.

Но работая в области микроэлектроники, нужно понимать, что разработка может быть успешной только в том случае, если она сможет быть масштабирована для объемов производства как минимум в сотни тысяч изделий в год. Проанализировав рынок, мы увидели, что самым интересным с этой точки зрения сектором для нас может стать сектор твердотельных накопителей информации. Это был прогноз, не лишенный рисков, потому что в 2015 году доминировали НЖМД, а твердотельные накопители только начинали появляться, были достаточно дорогими и не вполне надежными. Тем не менее мы предположили, что за ТНИ будущее, и если мы начнем заниматься этой темой сразу, то к моменту, когда они станут широко востребованы, сможем накопить достаточный опыт, чтобы успешно предлагать такие изделия на основе наших контроллеров.

Поставив перед собой эту стратегическую цель, мы начали формирование дизайн-центра, исходя из имеющихся на рынке ресурсов, которых, как известно, не так много: недостаток разработчиков СБИС отмечают все дизайн-центры в нашей стране. Однако нам удалось сформировать весьма сильную команду. Кроме того, мы нашли группу математиков из МГУ имени М.В.Ломоносова, которая обладала достаточными компетенциями для разработки необходимых математических методов и алгоритмов.

Дело в том, что работа с флеш-памятью типа NAND, составляющей основу ТНИ, требует весьма серьезного математического и алгоритмического обеспечения. Помимо помехоустойчивого кодирования, которое применяется в хранении данных и которым, собственно, профессионально занималась данная группа, необходимы алгоритмы, реализующие трансляцию логических адресов в физические, выравнивание износа ячеек, сборку мусора и другие весьма нетривиальные функции. Группа математиков, которая стала основой целого отдела математического обеспечения в нашей компании, смогла

во взаимодействии с разработчиками RTL реализовать ядро микроконтроллера, которое выполняет все эти задачи.

Следующим важным этапом стало разворачивание полного маршрута проектирования, охватывающего все стадии – разработку алгоритмов, RTL, верификацию, топологическое проектирование, запуск кристаллов в производство, а также разработку встроенного ПО.

Сейчас можно сказать, что мы построили полноценный дизайн-центр. У нас уже разработано второе поколение контроллера ТНИ. Он сейчас готовится к серийному производству, которое мы предполагаем запустить уже в следующем году с планируемыми объемами производства в десятки тысяч, а при благоприятных обстоятельствах – сотни тысяч изделий в год.

В чем отличия второго поколения ваших контроллеров ТНИ от первого?

Первое поколение было ориентировано на работу с так называемой двухуровневой NAND-памятью MLC. Но сейчас более распространенной является память с трехуровневыми ячейками – TLC. Она обладает бóльшим удельным объемом хранимых данных и позволяет создавать более дешевые ТНИ. Накопители, созданные на базе нашего контроллера первого поколения, были в 1,5-2 раза дороже зарубежных аналогов на более емкой NAND-памяти, что не позволяло их коммерциализировать. Эту ошибку мы учли, и в новом поколении контроллера сделали ставку на TLC-память.

В результате у нас получился вполне конкурентоспособный продукт – как по цене, так и по техническим характеристикам. Он поддерживает объем памяти накопителя до 16 ТБайт и обеспечивает скорость записи и считывания порядка 2 ГБайт/с, что является достаточно хорошими показателями. Более того, эта скорость обеспечивается в том числе при работе с большими объемами данных. Обычно заявляемая скорость в несколько ГБайт/с достигается за счет применения кеша – отдельной области в поле NAND-памяти накопителя, выполненной на одноуровневых (SLC) ячейках. Это очень быстрая память, но объем ее небольшой. Сначала запись производится в нее, а затем, если это необходимо, данные из кеша переносятся в основную, многоуровневую, память. При передаче большого объема данных, превышающего размер кеша, скорость у таких накопителей падает в 10–20 раз, то есть до сотен МБайт/с. Поэтому профессиональное тестирование ТНИ всегда включает проверку скорости при больших объемах данных.

Наш контроллер предназначен для работы в бескешевых накопителях, в которых запись производится непосредственно в многоуровневую память, равно как и считывание из нее. Поэтому заявленная скорость – 2 ГБайта/с – поддерживается вне зависимости от объема данных. Она несколько падает только при заполнении накопителя на 70–80%, поскольку в этом случае включаются дополнительные функции: сборка мусора, выравнивание износа и т. д. Но и это падение не превышает 50%.

Поэтому наши ТНИ будут эффективно работать в серверных системах и СХД высокого уровня. Но на этих контроллерах строятся и небольшие диски для пользовательского сегмента, и накопители корпоративного класса (enterprise), причем такие решения вполне конкурентоспособны по цене в сравнении с зарубежными аналогами. На форуме «Микроэлектроника» мы представим накопители всех форм-факторов, которые мы разработали на основе собственного контроллера второго поколения: M.2 (NGFF) для стандартных ПК, мобильных и других миниатюрных устройств, U.2 – для серверов, EDSFF – накопители большого объема для серверных систем и СХД, а также в стандарте карты PCIe.

Все эти изделия можно будет увидеть на форуме вживую, посмотреть на их работу. Также в сентябре мы планируем начать предоставлять накопители для тестирования нашим партнерам, а запуск их в серию ожидается в начале следующего года.

В следующем поколении контроллеров, думаю, мы всё же поддержим режим работы с кешем. Возможно, оптимальный режим работы – напрямую с многоуровневой памятью или через кеш – будет выбираться самим контроллером в зависимости от ситуации. Но это пока планы на будущее.

Вы сказали, что решение заняться разработкой контроллеров было вызвано необходимостью создания собственной ЭКБ для доверенной аппаратуры. Какие функции защиты информации обеспечиваются вашим контроллером ТНИ?

Прежде всего, в контроллер интегрирован аппаратный корень доверия, выполняющий целый ряд функций по защите информации. Кроме того, устройство имеет встроенное средство потокового криптопреобразования на основе отечественного алгоритма «Кузнечик». Шифрование производится «на лету», и заявленная скорость 2 ГБайта/с это учитывает. Данную особенность контроллера можно назвать уникальной: само по себе потоковое криптопреобразование – довольно сложная задача, а в нашем устройстве оно выполняется на номинальной, достаточно высокой, скорости записи и считывания данных накопителя.

Таким образом, наша разработка, базируясь на отечественных решениях защиты информации, содействует обеспечению информационной безопасности и технологического суверенитета в столь важной сфере, как оборудование для КИИ.

Отмечу также, что все СФ-блоки контроллера разработаны нами, за исключением управляющей части,

не относящейся к тракту передачи данных. Она выполнена на российском ядре архитектуры RISC-V. Контроллер со стороны хоста PCIe, обеспечивающий преобразование протокола NVMe, и контроллер со стороны NAND-памяти, а также ядро SSD Core, отвечающее за все преобразования для работы с NAND, – полностью наши. Особенностью СБИС является то, что весь RTL-код СФ-блоков тракта передачи данных написан нашими специалистами. Конечно, поскольку контроллер выполнен по технологии 28 нм, мы вынуждены изготавливать его на зарубежной фабрике, а потому использовать ее библиотеки физического уровня. Но на этом уровне вмешаться в схему устройства практически невозможно. Кроме того, в контроллере предусмотрены определенные защитные средства, которые не позволяют на этапе изготовления понять, как устроены наиболее чувствительные части СБИС, и которые обеспечивают окончательную настройку контроллера уже при инициализации. Эти же решения предоставляют возможность однократно настроить контроллер для полной реализации функций защиты информации, либо для работы в упрощенном режиме, при этом снизив энергопотребление. Последний режим целесообразен, например, в потребительской технике, где защита информации менее критична, чем в аппаратуре для объектов КИИ.

К сожалению, пока мы вынуждены ориентироваться на зарубежную флеш-память: на данный момент микросхемы такого класса в России не производятся, да и во всем мире можно назвать порядка пяти компаний, изготавливающих NAND-память, которая применяется в твердотельных накопителях. Но все остальные критические элементы наших ТНИ – отечественные.

Таким образом, эта СБИС и ТНИ на ее основе локализованы в максимально возможной на сегодняшний день степени.

Вы использовали при разработке контроллера ТНИ меры государственной поддержки?

Да, конечно. Микроэлектроника – область с крайне высокой инвестиционной емкостью, и она – особенно на старте направления – может развиваться только при поддержке государства.

Когда мы начинали разработку контроллера ТНИ, мы воспользовались субсидией в соответствии с постановлением Правительства РФ от 17 февраля 2016 года № 109: тогда не было более подходящего инструмента, каким впоследствии стало постановление Правительства РФ от 24 июля 2021 года № 1252.

На мой взгляд, субсидии на разработку средств ВТ и ЭКБ – очень хорошая мера поддержки, которая позволяет запускать сложные проекты в области микроэлектроники, к которым относится наш контроллер. В мире, наверное, всего десятка полтора компаний, которые создают такие наукоемкие решения. Кстати, интересно, что мы выпустили первую версию нашего контроллера всего лишь на год позже появления первого китайского контроллера ТНИ.

В начале рассказа о том, как компания пришла к разработке ЭКБ, вы отметили, что для успешности продукта в области микроэлектроники необходим объем выпуска как минимум в несколько сотен тысяч изделий в год. Видите ли вы соответствующий потенциал на российском рынке для ваших контроллеров? Рассматриваете ли выход с ними на зарубежные рынки?

Когда мы брались за разработку контроллера ТНИ, исходя из задач, направленных на обеспечение информационной безопасности и достижение технологической независимости, мы, естественно, целиком ориентировались на российский рынок. Поскольку Kraftway сам является крупным производителем на отечественном рынке ВТ, если мы будем использовать накопители на наших контроллерах в собственных устройствах, мы сами себе обеспечим объем более 100 тыс. изделий в год. Это не так мало, но всё же недостаточно.

Однако весь российский рынок ВТ имеет емкость немногим менее 2 млн изделий в год, исключая смартфоны. Кроме того, ТНИ востребованы в различной промышленной электронике, автомобильной аппаратуре и другом оборудовании, которое выпускается в нашей стране. Учитывая это, достичь объема потребления от нескольких сот тысяч до полумиллиона в год, думаю, вполне реально.

Что касается экспортного потенциала, он, конечно, есть, но необходимо учитывать, что в наши изделия встроена российская криптография. Поэтому, вероятно, наибольший интерес они могут вызвать у белорусских производителей, потому что в рамках Союзного государства бóльшая часть нормативной базы в сфере защиты информации гармонизирована. Не исключаю, что интерес может быть и на рынках ЕАЭС. В отношении других стран вопрос более сложный. Впрочем, мы можем на этапе инициализации полностью удалять криптографическую составляющую и поставлять наши изделия на внешние рынки как обычные, без специальных средств защиты информации.

Вы сказали про три основные функции, выполняемые ВТ, для двух из которых компания Kraftway разрабатывает ЭКБ. Контроллер ТНИ – это хранение, а что делается для передачи данных?

Это наш второй проект – многопортовый контроллер для сетевых карт со скоростью передачи данных от 1 до 40 Гбит / с. Как и в случае контроллера ТНИ, мы интегрировали в это изделие средства защиты информации и российскую криптографию, а именно набор протоколов IPsec, позволяющих устанавливать защищенное

соединение по межсетевому протоколу IP. Поддержка IPsec встроена непосредственно в СБИС контроллера.

Эта микросхема сейчас находится на завершающем этапе подготовки к производству – tape-out. Ее вывод на рынок мы планируем на 2026 год.

Думаю, что в области разработки ЭКБ мы будем развивать эти два направления, выпуская в дальнейшем новые поколения ИМС для твердотельных накопителей и сетевых карт, а также готовые изделия на их основе, двигаясь в сторону увеличения скоростей, миниатюризации и удешевления продукции.

Если мы реализуем свои задумки, думаю, вполне сможем не только обеспечить информационную безопасность в этих направлениях, но и занять на нашем рынке нишу компании, разрабатывающей периферийные контроллеры для вычислительных систем. Сейчас существует тренд на то, что центральный процессор системы становится практически лишен встроенных блоков для работы с периферией. Например, процессоры Intel Xeon Scalable 6-го поколения, по сути, состоят из вычислительного ядра и большого количества интерфейсов PCIe, а всё остальное берут на себя внешние контроллеры. То, что предлагаем рынку мы, как раз вписывается в этот тренд. Надеюсь, что в скором времени отечественные центральные процессоры пробьют себе дорогу на массовый рынок, а мы, в свою очередь, сможем обеспечить их внешними доверенными контроллерами.

Спасибо за интересный рассказ.

С Р. Р. Юсуповым беседовал Ю. С. Ковалевский

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»

Цена 840 руб.

М: ТЕХНОСФЕРА, 2024. – 128 с.
ISBN 978-5-94836-656-2

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ МИРА

Шпак В.В.

В монографии рассмотрены две глобальных задачи: во-первых, провести макроэкономический анализ и дать оценку состояния и перспектив развития электронной промышленности в части процессов разработки, производства и реализации электронной продукции, а также в части развития электронного машиностроения, системы управления отраслью и кадрового обеспечения развития отрасли. Во-вторых, сформировать обоснованные предложения по развитию отрасли в контексте утвержденных стратегических целей, необходимости адаптации электронной промышленности под новый технологический уклад, а также с учетом научно-технологического прогноза развития отрасли.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ✆ +7 495 234-0110; 🖷 +7 495 956-3346; **knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru**

PLANAR

Российский производитель
измерительной техники

Векторные анализаторы цепей

S50244
S50444

Диапазон частот от 0,01 до 44 ГГц
Динамический диапазон 125 дБ на 40 ГГц

Опция импульсных измерений (PLS):

Импульсные модуляторы с длительностью импульса 20 нс и 1 мкс
Семь встроенных генераторов видеоимпульсов
Измерение профиля импульса с разрешением 100 нс

Режимы детектирования:
«Точка в импульсе»
«Профиль импульса»
«От импульса к импульсу»
«Усреднение импульса»

planarchel.ru
8 800 222 12 11