

Пленарная часть Российского форума «Микроэлектроника 2023»

Часть 1

Ю. Ковалевский



С 9 по 14 октября 2023 года в Парке науки и искусства федеральной территории «Сириус» состоялся очередной, 9-й по счету, Российский форум «Микроэлектроника». Это крупнейшее в отечественной электронной отрасли событие в текущем году поставило ряд рекордов, в частности по количеству участников, которое превысило 2,5 тыс. Как всегда, на мероприятии была организована насыщенная деловая программа, научная конференция «ЭКБ и микроэлектронные модули» – ключевая составляющая форума – включала 13 секций по актуальным и перспективным направлениям в области электроники, а на смену демозоне пришла полноценная выставка, число экспонентов которой превысило 125. Кроме того, совместно с форумом проходила Школа молодых ученых – площадка для общения и обмена знаниями перспективных и талантливых молодых ученых и инженеров.

Оператором форума традиционно выступило ООО «ПрофКонференции». АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА» вновь стало генеральным информационным партнером мероприятия.

Данная часть статьи посвящена первому пленарному заседанию форума, с которого началась его работа.

В начале первого пленарного заседания, модератором которого выступил **председатель Программного комитета Российского форума «Микроэлектроника 2023», академик РАН Г. Я. Красников**, прозвучали приветственные обращения к участникам мероприятия.



Председатель Правительства Российской Федерации М. В. Мишустин в своем видеообращении отметил, что форум «Микроэлектроника» многие годы является уникальной площадкой, объединяющей экспертов из различных областей – всех, кто занимается развитием электронной промышленности, что имеет стратегическое значение в современных условиях. По его словам, от достижений в этой сфере зависят технологический суверенитет и безопасность государства. Премьер-министр указал на то, что Россия обладает большим инновационным потенциалом и множеством возможностей для налаживания полного цикла создания изделий для различных сфер экономики. Было отмечено, что Правительством РФ уделяется особое внимание формированию комфортных условий для компаний, занятых в сфере электроники; расширяются меры поддержки по всей цепочке от прикладных исследований до внедрения готовых образцов аппаратуры. М. В. Мишустин сообщил, что за счет налоговых преференций только за прошлый год, в частности, организации сэкономили почти 9 млрд руб., по страховым взносам – свыше 6 млрд руб. Благодаря этим мерам оборот производителей радиоэлектроники только за первое полугодие увеличился на треть по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Было сказано, что и далее будут предлагаться эффективные механизмы помощи отрасли.

М. В. Мишустин пожелал участникам форума конструктивных дискуссий, а также того, чтобы предложенные идеи нашли свое практическое применение. «Мы ждем,

дорогие друзья, от вас очень серьезных решений и результатов», – сказал он.



Г. Я. Красников указал на растущую популярность мероприятия и его уникальность, выражающуюся в том, что оно объединяет в себе и научную конференцию, состоящую из 13 секций, и большую деловую программу, включающую 25 круглых столов с участием различных институтов развития и федеральных органов исполнительной власти.



После своего приветственного обращения Г. Я. Красников передал слово **заместителю Председателя Правительства Российской Федерации – министру промышленности и торговли Российской Федерации Д. В. Мантурову**, который сообщил, что в этом году были утверждены Основы государственной политики России в области развития электронной промышленности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу, в которых четко отражено, что системообразующий статус отрасли требует достижения всеобъемлющего технологического суверенитета. Он отметил, что это сложная задача, учитывая, что из-за катастрофического недофинансирования в 1990-е годы российская микроэлектроника утратила

сильные рыночные позиции. Глобальный переход к модели *fabless-foundry*, с одной стороны, помог удерживать высокие позиции в проектировании, но с другой стороны, существенно усугубил отставание в технологическом плане. С учетом того, что сейчас необходимо в сжатые сроки сократить этот разрыв, государствократно повысило уровень финансирования. В текущем году бюджетные инвестиции составили 147 млрд руб., а в следующем превысят 210 млрд руб. «Это позволяет выстроить полноценную систему управления отраслью и обеспечить ее всестороннюю поддержку. Прежде всего она нацелена на создание широкой линейки программно-аппаратных решений для всех сфер применения, – сказал вице-премьер. – В этом направлении мы движемся достаточно быстро. Только за девять месяцев нынешнего года российский реестр электронной продукции пополнился более чем на 70%. Рассчитываем, что разработчики и производители дальше будут поддерживать набранный темп». Также Д. В. Мантуров в своем выступлении уделил внимание таким стратегическим направлениям, как комплексное воссоздание инфраструктуры отрасли, включая собственное специальное оборудование, газы и материалы, технологии, кадры. В частности, он сообщил, что на развитие отрасли электронного машиностроения выделено свыше 240 млрд руб., начато 15 проектов по оборудованию, еще 20 проектов пойдут в работу до конца года.



Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д. Н. Чернышенко в своем видеообращении к участникам форума отметил, что уже второй раз мероприятие проходит на фоне серьезных внешних вызовов. «Недружественные страны ограничили доступ России к передовым технологиям и предрекали нам скорую технологическую деградацию. На деле всё получилось ровно наоборот», – сказал он. По словам Д. Н. Чернышенко, санкции открыли уникальное окно возможностей для развития отечественных разработок, и российские компании начали быстро занимать освободившуюся нишу. Вице-премьер выразил уверенность в том, что цель

доминирования российских производителей на внутреннем рынке абсолютно достижима. Были приведены некоторые цифры: выручка отечественных дизайн-центров микроэлектроники за год увеличилась в два раза. В прошлом году производство электроники в России выросло на 15%, в текущем году ожидается прирост более 20%.

Д. Н. Чернышенко указал на то, что в фокусе особого внимания находится подготовка кадров. На базе вузов и научных организаций Минобрнауки России создается 67 лабораторий по направлению микроэлектроники.

Кроме того, аудитория была проинформирована о новой национальной программе «Экономика данных», в которой одна из ведущих ролей отводится доверенной инфраструктуре на основе отечественной ЭКБ.

После приветственных обращений прозвучал доклад **Г. Я. Красникова**, посвященный современному состоянию и перспективам развития микроэлектроники. Докладчик указал на то, что на протяжении последних десятилетий подвергается сомнению возможность продолжения действия закона Мура, при этом сложности, возникающие с уменьшением топологических размеров, раз за разом преодолеваются. Развитие микроэлектроники идет по нескольким направлениям: по пути повышения быстродействия, борьбы с паразитными эффектами и решения вопросов, связанных с электростатическими ограничениями. Основная проблема связана с энергетикой: увеличение количества транзисторов каждый раз должно было приводить к запредельным токам потребления, однако здесь на помощь приходят решения по снижению напряжений питания и потребляемой транзисторами мощности, в том числе основанные на новых материалах – диэлектриках с повышенной и пониженной статической диэлектрической проницаемостью, металлизации с использованием меди, кобальта, рутения и т. п.

В рамках доклада основное внимание было уделено тому, как меняется структура транзистора с уменьшением топологических норм. Описав структуру планарных транзисторов и пришедших им на смену транзисторов FinFET, Г. Я. Красников рассказал о новых структурах, которые стали применяться в технологиях на уровне 3 нм, а именно о GAAFET-транзисторах с каналом, окруженным затвором со всех сторон. Было отмечено, что первый такой 3-нм процесс был представлен компанией Samsung в 2021 году. Samsung объявил о том, что в 2025 году перейдет на технологию 2 нм. В этом же году 2-нм технологию GAAFET планирует освоить TSMC. Сейчас TSMC работает на технологии 3 нм с использованием FinFET-структур.

Во второй половине сентября долго остававшаяся в тени с точки зрения уменьшения топологических норм компания Intel презентовала 300-мм пластину с изделиями, выполненными по технологической норме 2 нм. Масловое производство по данной технологии планируется

запустить уже в следующем году, а в конце 2024 года Intel собирается представить ее следующую версию – 1,8 нм. Одной из особенностей нового технологического подхода является то, что линии питания перенесены на сторону, противоположную сигнальным линиям, что устраняет помехи между сигнальными цепями и цепями питания, а также повышает плотность упаковки.

Еще одним значимым событием недавнего прошлого стала демонстрация центром IMEC новой конструкции транзисторов для технологических норм менее 2 нм с их расположением друг над другом, что существенно увеличивает плотность упаковки.

В целом, дорожная карта дальнейшего развития микроэлектронных технологий, продемонстрированная в докладе, указывает на то, что примерно в 2028 году должна появиться технология 1 нм, а в 2037 году – 0,2 нм. При этом Г. Я. Красников отметил, что до сих пор реальное развитие технологий опережало дорожную карту. Это дает основание полагать, что в 2035 году на микросхеме средних размеров будет содержаться около 3 трлн транзисторов.

Значительное повышение вычислительных возможностей и быстродействия процессоров, определяемое развитием микроэлектронных технологий в последние десятилетия, привело в том числе к реализации нейровычислений и их вхождению в нашу повседневную жизнь. Однако докладчик подчеркнул, что в этом отношении мы находимся только на пороге взрывного роста: в настоящее время активно создаются новые модели нейронов, новые архитектуры, новые аппаратные реализации нейровычислителей, в том числе на основе мемристоров.

Также в докладе было уделено внимание развитию технологий квантовых вычислений. В частности, было отмечено, что основной проблемой на сегодняшний день в данной сфере является проблема коррекции квантовых ошибок, и были приведены краткие описания подходов, применяемых для ее решения компаниями Google и IBM. Докладчик, помимо прочего, упомянул статью специалистов ассоциации АСМ, вышедшую в мае 2023 года, в которой было показано, что даже идеализированный квантовый компьютер не способен решать целый класс задач при работе с большими объемами данных эффективнее классического вычислителя.

Сейчас основное внимание уделяется применению квантовых компьютеров для моделирования различных открытых квантовых систем, для решения задач в области химии, фармакологии и т. п., однако существуют оценки, согласно которым данные компьютеры не подойдут для решения целого ряда задач в сфере обработки больших объемов данных. Поэтому, скорее всего, квантовый компьютер может претендовать только на роль дополнения к классическим универсальным вычислителям.

Еще одна технология – фотонные вычисления – также пока не может рассматриваться как альтернатива классическим компьютерам, по крайней мере если не будут созданы новые фотонные архитектуры. Единственным преимуществом этого решения на данный момент является существенный выигрыш в плане энергетических параметров.

В качестве вывода было отмечено, что явной альтернативы классическим микроэлектронным технологиям в области вычислительной техники, способной заменить их в ближайшее время, не наблюдается, хотя такие решения, как квантовые и фотонные вычислители, могут расширить возможности классических технологий для отдельных областей применения.



Еще один доклад, озаглавленный «Национальная электроника – основа технологического суверенитета», представил **заместитель министра промышленности и торговли Российской Федерации В. В. Шпак**. В начале доклада было отмечено, что за несколько лет многие представители отрасли, в прошлом скептически относившиеся к созданию технологического суверенитета и развитию отечественной электронной промышленности, изменили свое мнение. Также докладчик подчеркнул, что со стороны министерства делается всё возможное, чтобы взаимодействие с представителями промышленности было наиболее эффективным, однако в силу большого количества предприятий отрасли невозможно выстроить общение с каждым из них. В преодолении этой сложности помогают созданные за последние годы отраслевые консорциумы, которым В. В. Шпак выразил благодарность за их деятельность, а также отдельно поздравил Ассоциацию «Консорциум дизайн-центров и предприятий радиоэлектронной промышленности» (АКРП) с пятилетием со дня подписания соглашения о ее создании.

Далее докладчик познакомил участников мероприятия с некоторыми положениями принятых весной

текущего года основополагающих документов – Концепции технологического развития на период до 2030 года и Основ государственной политики России в области развития электронной промышленности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу. Было отмечено, что в данных документах фокус направлен на российские комплектующие, локализацию технологий, разработки и производства, независимость от западных проприетарных технологий и т. п. Фундамент документов формирует понятие технологического суверенитета. В общеотраслевом смысле оно включает наличие в стране критических сквозных технологий под национальным контролем, возможность непрерывного производства широкой номенклатуры продукции для максимально полного обеспечения нужных потребностей и широкое международное и научно-техническое сотрудничество. На эти три компонента будет направлена госполитика в сфере промышленности в ближайшее десятилетие.

Докладчик привел некоторые планы и целевые показатели развития отрасли. В частности, была озвучена цель достичь к 2030 году уровня кремниевых технологий 14 нм. В. В. Шпак указал на то, что в технологическом аспекте у отечественной электронной промышленности имеется существенное отставание, однако в части проектирования ситуация значительно лучше, и уже сейчас проектируются изделия на технологиях 28, 16, 14, 7 и даже 5 нм, а ближайшей целью является освоение проектирования изделий с нормами 3 нм. Также сформированы конкретные планы по освоению технологий на таких материалах, как GaAs, GaN, Si-Ge, SiC.

Говоря о средствах производства, В. В. Шпак отметил, что сейчас поставлена задача до 2030 года импортозаместить не менее 70% номенклатуры в особо критичных базовых технологических процессах.

По кадровому вопросу докладчик сообщил, что в настоящее время система образования поставляет в промышленность около тысячи новых специалистов в год, что составляет порядка 20% от общей потребности. Это приводит к излишней конкуренции между предприятиями за кадры. Ее снижение – одна из задач, которая должна решаться совместно с Минобрнауки России.

Также были озвучены цели по обеспечению спроса: к 2030 году планируется обеспечить долю отечественной электронной продукции 70% на внутреннем рынке и 95% – в регулируемой его части. Также поставлена цель довести долю отечественных компонентов в изделиях до 70%.

Далее В. В. Шпак остановился на мерах, предпринимаемых для достижения поставленных целей, а также на уже реализуемых проектах. Так, было отмечено, что был дан старт масштабным проектам по локализации производства ИМС на отечественных фабриках, созданию GaN-технологий; в высокой стадии проработки

находятся проекты по производству силовой электроники на SiC и др. Реализуется комплексная программа развития электронного машиностроения с общим объемом финансирования более 240 млрд руб.; запущена системная работа в области САПР, в рамках которой будет разработано восемь модулей проектирования, что является первым шагом в данном направлении.

В рамках мер поддержки реализуется более 550 проектов на сумму 246 млрд руб. Большая часть этой суммы направлена на развитие ЭКБ и модулей. В конце сентября были подведены итоги по ранее запущенным проектам. По словам докладчика, результаты оказались весьма впечатляющими: получатели субсидий отчитались о продажах разработанной продукции на сумму 80 млрд руб.

В отношении балльной системы было отмечено, в частности, что до конца года будет завершена работа по переводу на данную систему телекоммуникационного оборудования. Также планируется расширить перечень получателей налоговых льгот и обратиться к Правительству РФ по вопросу продления данной меры поддержки за пределы 2024 года.

Отдельно В. В. Шпак остановился на вопросе международного сотрудничества. Он подчеркнул важность трансфера технологий и научно-технической кооперации для развития отрасли и сокращения технологического отставания. Также докладчик отметил, что сейчас открывается много возможностей для экспорта продукции. При этом, по его словам, если конкурировать конкретными товарами, то эту конкуренцию выиграть будет невозможно, поэтому необходимо предлагать экспорт технологического суверенитета, выстраивать совместные производства и организовывать разработку новых продуктов с тем, чтобы эти продукты выходили на рынки других стран и приносили прибыль данным совместным предприятиям.

В завершение доклада В. В. Шпак поблагодарил участников отрасли за то, что они поверили в себя, поскольку без этой веры достичь результатов было бы невозможно.

Кроме того, в рамках первого пленарного заседания форума **Д. В. Мантуров, В. В. Шпак**, а также **заместитель министра науки и высшего образования Российской Федерации Д. С. Секиринский, заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации А. А. Зарнин, заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «РЖД» А. М. Храмцов** ответили на вопросы модератора и участников мероприятия в формате живого общения.

В материале использованы фото, предоставленные ООО «ПрофКонференции»



ELECTRONICS

СВЧ КОМПОНЕНТЫ • РАЗРАБОТКА • ПРОИЗВОДСТВО

A photograph of a printed circuit board (PCB) populated with several surface-mount microwave components. The components are arranged in a grid pattern. Each component has markings such as 'SERIES 7.5-10' and 'DDDD XXXX'. The image is overlaid with a semi-transparent dark grey rectangle, and a large red diagonal shape is on the left side.

**СВЧ КОМПОНЕНТЫ
ПРОИЗВОДСТВО
РАЗРАБОТКА
ПРИБОРЫ**

www.sds-e.net

