

# Подготовка к взлету

## Панельные дискуссии форума «Микроэлектроника 2018»

Ю. Ковалевский

Хотя темы панельных дискуссий форума «Микроэлектроника 2018», который проходил с 1 по 5 октября 2018 года в Алуште, были объявлены задолго до его начала, на ход обсуждения во многом повлияло состоявшееся в первый день работы форума совещание у заместителя Председателя Правительства РФ Ю. И. Борисова. Присутствовавшие на совещании представители электронной и радиоэлектронной отрасли вынесли из него уверенность в готовности государства прислушиваться к потребностям отечественной микроэлектроники и в его решимости оказывать реальную поддержку для достижения конкретных результатов. Поэтому обсуждение ниш и секторов рынка, обладающих наибольшим потенциалом для российской микроэлектроники, тех шагов, которые необходимо предпринять, чтобы достичь успеха, а также способов преодоления существующих барьеров проходило на фоне понимания необходимости скорейшей выработки решений для как можно более оперативного перехода от вопросов стратегического характера к выполнению поставленных задач.

**М**одератором панельной дискуссии «**Новые рынки и бизнес-модели цифровой эры для российской микроэлектроники**» выступила **Г.Ш.Хасьянова, генеральный директор ПАО «Микрон»**.

Вопросы, поднятые участниками дискуссии, касались как общей стратегии развития микроэлектронной отрасли в условиях реализации программы построения цифровой экономики России, так и конкретных практических проблем, требующих решения для выполнения этой задачи.

Так, **руководитель программы «МВА-Телеком» бизнес-школы МИРБИС, директор по развитию компании «Миннова» Е. Б. Соломатин** указал на то, что роль данных в цифровой экономике часто сравнивается с ролью нефти, драгоценных металлов и других полезных ископаемых, а во времена «золотой лихорадки» доходы приносила далеко не только добыча золота, но и обеспечение необходимыми для этого инструментарием и инфраструктурой. Микроэлектроника – это отрасль, без которой нельзя «добыть золото», то есть заработать на данных как таковых, использовать их в тех или иных бизнес-

процессах. Поэтому наступление эры цифровой экономики предоставляет шанс для многих микроэлектронных предприятий реализовать элементы новых бизнес-моделей. Более того, такие виды активности и бизнес-модели поддерживаются государством.

Е. Б. Соломатин отметил, что в рамках проекта создания цифровой инфраструктуры программы «Цифровая экономика Российской Федерации» выделяется большое финансирование и предполагается законодательное закрепление приоритета российских производителей компонентов и изделий на отечественной ЭКБ для использования в критических



информационных инфраструктурах, системах безопасности, при построении сетей 5G, инфраструктур сбора данных, их интеграции, мониторинга и проч. В эту бизнес-цепочку предприятия микроэлектроники могут и должны встроиться. Однако предприятия смогут зарабатывать на этом только в том случае, если они займут активную позицию.

**В. Б. Стешенко, заместитель генерального конструктора АО «Российские космические системы»**, как представитель космической отрасли – одной из тех областей, в которых российский научно-технический уровень традиционно считается одним из самых высоких, отметил, что данная отрасль в мире уже несколько десятков лет не является основным драйвером электроники, и хотя она продолжает задавать для нее высокую планку в отношении характеристик, она представляет собой очень узкий сегмент, не отличающийся высоким темпом роста.

Обращаясь к теме цифровизации, В. Б. Стешенко предложил подходить к этой задаче аккуратно, с тем чтобы это не привело лишь к переводу имеющихся далеких от идеала механизмов в цифровую форму, что не только не решит существующих проблем, но и может затруднить последующее их устранение.

Далее В. Б. Стешенко, приведя несложный расчет, показал, что населения России недостаточно, чтобы обеспечить значимый объем производства для микроэлектронной фабрики, если потребление этих изделий будет ограничено только внутренним рынком. Это указывает на необходимость выхода на экспорт. Вместе с тем он отметил, что микроэлектронными технологиями космического применения обладает лишь несколько стран, в числе которых Россия, и при этом наша страна не экспортирует данную ЭКБ по причине сложного межведомственного согласования.

Помимо организационных и нормативных барьеров, продвижению отечественной микроэлектроники на внешние рынки мешает недостаточная известность российских разработчиков и производителей за рубежом, что указывает на необходимость маркетинговых мер. В то же время было отмечено, что у российской космической отрасли есть опыт международного сотрудничества по линии мирного космоса, показывающий возможность такой работы, которая может проводиться в областях, где отечественная микроэлектроника практически не отстает от европейской.

Также В. Б. Стешенко обозначил некоторые направления, которые могли бы сформировать внутренний спрос на микроэлектронную продукцию. Среди них были названы создание навигационного, метрологического и других видов обеспечения для увеличения высоты воздушных коридоров с целью сокращения расхода топлива при авиаперевозках, а также освоение Арктики.

Кроме того, было отмечено, что в России существует множество частных конкурентоспособных решений, однако для их эффективного применения необходимы грамотное

системное планирование и интегрирующий технический орган, который эти решения сможет объединить.

**И. Г. Анцев, исполнительный директор АО «НПП «Радар ммс»**, в своем выступлении напомнил об известном факте: большая часть поставок отечественной микроэлектроники приходится на оборонную промышленность, которая не способна создать спрос, достаточный для развития микроэлектронной отрасли. При этом предприятия отрасли в своем большинстве привыкли работать на госзаказ и не имеют опыта серьезных маркетинговых исследований в гражданской сфере с выработкой требований к конечному продукту для того, чтобы он был востребован в тот момент, когда он будет выпущен на рынок.

И. Г. Анцев обратил внимание на то, что сейчас очень активно обсуждаются возможности, которые открывает для отрасли программа развития цифровой экономики, однако и несколько лет назад, до принятия этой программы, возможности для движения в данном направлении существовали, но ими отрасль не пользовалась, поскольку была обеспечена госзаказом и не проявляла активность в изменении своих укладов для освоения гражданского рынка. Сейчас такая активность становится необходимостью, и движение должно идти от маркетинга, от конечного продукта. При этом нужно учитывать, что данные продукты на первых порах, вероятнее всего, будут строиться частично на импортной ЭКБ, поскольку создание всех необходимых компонентов займет длительное время, приводя к отставанию от зарубежных конкурентов, а их производство при малых объемах не позволит обеспечить конкурентоспособную цену.

**Р. В. Горбунов, начальник департамента развития гражданского приборостроения холдинга «Швабе»**, рассказал присутствующим о том, что холдинг относится к числу отечественных организаций, активно работающих на гражданском рынке. В холдинг входят 16 российских и 4 зарубежных предприятия. Благодаря, в частности, сильному маркетингу на рынке продается несколько тысяч наименований продукции гражданского назначения, созданной предприятиями холдинга, в том числе более 200 медицинских приборов, несколько сотен наименований изделий светотехники.

Р. В. Горбунов отметил, что холдинг готов рассматривать для использования в своих разработках отечественную ЭКБ, при этом подчеркнув, что рынки для конечной продукции с применением российских электронных компонентов существуют. В качестве примера была приведена инфраструктура курортных услуг – сфера, которая в настоящее время активно развивается в России.

**А. А. Тихонов, исполнительный директор «Лаборатории Касперского»**, привел конкретный пример работ по созданию российского телекоммуникационного оборудования, проводимых компанией совместно с ее партнерами. Было отмечено, что компетенции российских дизайн-центров компонентной базы и разработчиков аппаратуры не

вызывают сомнения в возможности создания конкурентоспособных и безопасных аппаратных средств для дальнейшего применения, в частности, при реализации программы цифровой экономики, например в критических инфраструктурах. Однако основной проблемой является несовершенство нормативной базы, включая Федеральные законы № 223-ФЗ и 44-ФЗ. Устранению этой проблемы А. А. Тихонов предложил уделить первоочередное внимание.

Также, будучи представителем компании, активно работающей на зарубежных рынках, А. А. Тихонов указал на то, что выходить на внешние рынки можно и нужно. Например, есть ряд регионов, в которых в современных условиях будут востребованы российские телекоммуникационные системы. Однако за рубежом в первую очередь оценивают опыт внедрения решений на локальном рынке страны-производителя, поэтому прежде всего необходимо обеспечить такое внедрение, в том числе путем изменения нормативной базы.

**В. В. Юров, директор по продажам и маркетингу АО «НИИМА «Прогресс»**, подчеркнул необходимость поиска и освоения новых рынков, в качестве примеров которых он привел активно развивающийся проект по обязательной маркировке товаров и сферу цифровой энергетики.

АО «НИИМА «Прогресс» в кооперации с предприятиями, профильно занимающимися RFID-решениями, реализует проект по созданию «умных» автомобильных шин. Также в компании проводятся работы в области цифровых электростанций. Как отметил В. В. Юров, цифровая энергетика является одной из тех областей, которая может изменить бизнес-модели и финансовые отношения – перейти от закупки оборудования к аренде сервисов.

**Г. Л. Варданян, директор по развитию компании YEA Engineering (Республика Армения)**, в своем выступлении выделил три основных параметра, по которым разработчик выбирает компоненты для использования в своих изделиях. Помимо технических характеристик и цены, они включают время, которое потребуется на изучение компонента и построение решения на его основе. Причем на начальном этапе разработчик, как правило, работает не с самой микросхемой, а с отладочной платой. Было отмечено, что у российских производителей ЭКБ этот вопрос проработан слабо, в отличие от зарубежных компаний, чьи отладочные платы иногда представляют собой практически законченные решения. Кроме того, на этих платах используется ряд вспомогательных компонентов того же производителя, которые впоследствии с большой вероятностью включаются в разрабатываемый проект.

По мнению Г. Л. Варданяна, для российской ЭКБ существует достаточно большой рынок, однако для его освоения производители компонентов должны плотнее взаимодействовать с разработчиками аппаратуры, с тем чтобы прогнозировать их потребности и упрощать применение своей продукции в новых разработках. Было отмечено, что

в этом вопросе положительную роль может сыграть площадка ЭКБМаркет.

**А. Ю. Новосёлов, директор по маркетингу АО «ПКК Миландр»**, познакомил присутствующих с опытом компании в области выхода на европейский рынок ИС космического применения, где за два года удалось достичь определенных успехов. Также компания ведет работу по выходу со своей продукцией на рынок Китая.

В отношении российского гражданского рынка ЭКБ А. Ю. Новосёлов, на основе опыта применения ИС собственной разработки в системах сбора и обработки информации для ЖКХ, отметил, что данное направление приносит значительно меньшую прибыль, чем высокоинтеллектуальные системы, и для коммерческой компании оно оказывается менее интересным.

Говоря о мерах государственной поддержки микроэлектронной отрасли, А. Ю. Новосёлов высказал мнение, что поддержку более целесообразно направить в адрес потребителей компонентов, то есть разработчиков и производителей аппаратуры, что будет способствовать увеличению рынка изделий микроэлектроники.

Вопрос поддержки производителей аппаратуры наряду с возможными мерами и подходами для повышения доли российской ЭКБ в конечных изделиях был обсужден в последовавшей дискуссии, в которой приняла участие и аудитория мероприятия. Кроме того, были высказаны различные мнения относительно перспективных ниш и необходимых шагов для развития отечественной микроэлектроники, а также вопросов нормативной базы и стандартизации. Практически по всем обсуждавшимся вопросам красной нитью прошло то, что отрасли необходимо занимать активную и динамичную позицию в решении существующих проблем и преодолении барьеров.

Одному из возможных рынков для развития российской микроэлектроники была посвящена панельная дискуссия **«Экстремальная микроэлектроника: глобальный шанс России»**. Модератор дискуссии **Д. В. Варакин, директор по специальным проектам ПАО «Микрон»**, заметил, что данная ниша может представлять интерес для отечественной промышленности, поскольку количество игроков в этом секторе на мировом рынке ограничено, так как создание экстремальной электроники является непростой задачей.

Хотя многие выступления участников дискуссии начинались с определения границ термина «экстремальная электроника», можно сказать, общая точка зрения заключалась в том, что необходимые для этой области технологии либо освоены на российских предприятиях, либо их внедрение вполне возможно. При этом относительно перспектив данного сектора высказывались различные мнения.

**А. В. Волостнов, директор по развитию бизнеса в России компании Frost & Sullivan**, обратил внимание на то,

что оценки размера рынка экстремальной электроники варьируются в широких пределах в зависимости от того, какое определение данного термина используется. В докладе была названа оценка мирового рынка в этом сегменте – 35–40 млрд долл. В России этот сегмент составляет порядка 10–11 млрд руб., при этом докладчик охарактеризовал эту оценку как осторожную и отметил, что она включает в том числе импорт. При этом в качестве экстремальной электроники рассматривались радиационно-стойкая электроника, электроника больших мощностей и электроника для экстремальных температур.

А. В. Волостнов подчеркнул, что этот сегмент включает и решения для таких быстроразвивающихся отраслей, как автомобильная, где с развитием электрического транспорта растет потребность в мощных устройствах, а необходимость располагать электронные компоненты ближе к источникам тепла приводит к повышенным требованиям в отношении стойкости к высоким температурам.

Изменения происходят также в космической отрасли, в которой существует тенденция к переходу к малым спутникам, которые, как ожидается, будут производиться в больших количествах – порядка 7 тыс. в течение следующих 10 лет, что также открывает хорошие перспективы для экстремальной электроники.

Однако с последним тезисом не согласился **В. Б. Стещенко**, сказав, что время жизни малых спутников таково, что для их изготовления достаточно традиционных электронных компонентов.

**Н. А. Шелепин, первый заместитель генерального директора АО «НИИМЭ»**, привел ряд сведений о технологиях и отечественных производственных возможностях в сфере создания микроэлектроники для экстремальных температур, отметив, что в этой области крайне малые проектные нормы не применяются, а изготовление кристаллов по технологии «кремний на изоляторе» (КНИ) с нормами 180 нм, способных выполнять данные задачи, в России возможно. При этом с точки зрения обеспечения надежности наибольшую проблему может представлять этап корпусирования ИС.

Вместе с тем Н. А. Шелепин упомянул, что в его практике был лишь один случай, когда заказчик озвучил требования к диапазону рабочих температур выше 200 °С, однако эти требования утверждены не были. В качестве вывода было названо то, что, несмотря на техническую и технологическую возможность работы в этом секторе, развитие в области экстремальной электроники невозможно без якорного заказчика.



Этот тезис нашел поддержку практически во всех последующих выступлениях.

**Директор по производству АО «НИИМА «Прогресс» Ю. В. Завалин** обозначил готовность к проектированию устройств экстремальной электроники, но также подчеркнул необходимость выстраивания цепочки от конечного прибора, поскольку для каждой отдельной задачи требуется компонентная база, уникальная в большой своей части, в особенности в отношении конструкций компонентов, их корпусирования, методов защиты от внешних воздействий и т. п.

**Генеральный директор ООО «ОКБ Пятое Поколение» О. Н. Кусь** заметил, что исторически в качестве драйвера экстремальной электроники выступала космическая отрасль. В рамках космической программы существовал заказчик, которого сейчас назвали бы якорным. В настоящее время эта область электроники выходит на тот рынок, который в международной практике именуется как Industrial, то есть в сектор промышленного применения. Огромное количество высокотемпературных устройств востребовано в автомобильной промышленности, растет потребность в экстремальной электронике и в таких секторах, как медицина, бурение скважин и др.

О. Н. Кусь обозначил те риски, которые связаны с развитием российской экстремальной электроники в областях, отличных от космической, и преодоление которых открыло бы возможность движения в данном направлении. К источникам этих рисков была причислена нехватка компетенций, в частности недостаточная подготовка вузами специалистов в таких областях, как автомобильная и медицинская электроника, а также инфраструктурных ресурсов.

**А. В. Аникин, генеральный директор АО «Ангстрем-Т»**, в своем выступлении также подтвердил тезисы о необходимости понимания направления развития конечных изделий, отсутствии в мировой практике

активного стремления к уменьшению проектных норм ИС экстремальной электроники и техническую возможность отечественных микроэлектронных производств перейти к выпуску изделий для данной области с востребованными нормами, в частности 130 нм для высокотемпературных изделий. Вместе с тем А. В. Аникин отметил, что в данной области речь идет преимущественно о технологии КНИ, внедрение которой требует достаточно больших временных затрат, а приобретение готовой технологии КНИ очень затруднено. При этом он сообщил, что на предприятии «Ангстрем-Т» планируется реализация технологии КНИ на имеющемся оборудовании с проектными нормами 130–90 нм.

**А. Ю. Новосёлов** начал свое выступление с определения экстремальной электроники, к которой, по его мнению, относятся прежде всего изделия с рабочими температурами выше 125 °С, а также выдерживающие повышенные перегрузки. Если говорить о высокотемпературной электронике, список вариантов технологий достаточно ограничен: КНИ – до 200 °С, GaN – примерно до 300 °С, для несколько более высоких температур может применяться технология SiC, однако такие применения можно отнести к «экзотическим». А. Ю. Новосёлов поделился успешным опытом компании в разработке высокотемпературных решений для задач бурения скважин, а также для электронных устройств, размещаемых непосредственно на газотурбинных двигателях.

В отношении повышенных перегрузок – порядка 10 тыс. g – А. Ю. Новосёлов отметил, что такие характеристики обеспечиваются не на уровне кристалла, а на уровне корпусирования ИС, и классическая технология проволочной разварки способна обеспечить такие параметры.

**М. Г. Чистяков, научный сотрудник ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН**, высказал следующее мнение: несмотря на то, что экстремальная электроника связана с нестандартным применением и не относится к массовому сектору, в данном направлении движение необходимо, поскольку оно играет важную роль в развитии научных знаний, в исследовании физических эффектов, что является основой для дальнейшего прогресса.

**В. Н. Стаценко, председатель совета директоров, главный конструктор АО «Эпиэл»**, в своем выступлении рассмотрел понятие «экстремальная электроника» в аспекте особых параметров, которые могут быть обеспечены применением новых материалов. Основными материалами для этой области, помимо структур КНИ, являются широкозонные полупроводники, такие как GaN и SiC. Также ведутся работы в области применения такого материала, как алмаз. Несмотря на очевидные преимущества по ряду характеристик нитрида галлия и карбида кремния над чистым кремнием и даже арсенидом галлия, продукты на их основе не являются массовыми. Причина этого в том, что для технологии GaN нет собственной подложки, а у технологии

SiC она очень дорогая, требует длительного процесса выращивания и имеет ограничение по диаметру пластин.

По мнению В. Н. Стаценко, существенно изменить структуру рынка могут проводимые в глобальном масштабе работы в области изготовления нитрида галлия на кремниевых пластинах большого диаметра. Основная проблема при создании таких структур связана с недостаточным согласованием кристаллических решеток, что приводит к изгибу пластин. Однако недавно были получены пластины диаметром 200 мм с прогибом менее 30 мкм, характеристики которых позволяют изготавливать на их основе микроэлектронные изделия для очень высоких мощностей.

В. Н. Стаценко отметил, что технологии GaN и SiC очень востребованы в автомобильной отрасли, однако применение карбида кремния проблематично не только из-за высокой стоимости, но и из-за нехватки этого материала, что сдерживает использование устройств на его основе в такой потенциально массовой области, как электромобили. В то же время нитрид галлия на кремнии, близкий по своим характеристикам к SiC, перспективен еще и потому, что для кристалльного производства по этой технологии может применяться большая часть того оборудования, которое используется для обработки кремниевых пластин.

Также В. Н. Стаценко присоединился к мнению о необходимости лидера в развитии отечественной экстремальной электроники, который задал бы направление работ, определил конечный продукт для выстраивания под него сквозного процесса. В этой роли могли бы выступить, в частности, компании российского автопрома, у которых есть программы по созданию электрического транспорта.

Далее участники мероприятия обсудили имеющиеся препятствия для развития направления компонентов для экстремальной электроники и отечественной микроэлектроники в целом, среди которых в том числе были названы недостаточное внимание к микроэлектронной отрасли в программе «Цифровая экономика Российской Федерации» и законодательные барьеры, усложняющие экспорт ЭКБ.

Еще один перспективный сектор рынка для микроэлектронной промышленности обсуждался в рамках панельной дискуссии **«Мониторинг, реагирование, контроль: микроэлектроника в информационно-навигационных системах будущего»**.

Модератор дискуссии **А. М. Климовский, коммерческий директор АО «ГЛОНАСС»**, в своем вступительном слове указал на то, что представляемая им структура ставит своей задачей, в частности, содействие развитию российской микроэлектронной и электронной промышленности, при этом особое внимание уделяется формированию новых рыночных сегментов в ряде областей экономики, включая промышленность, транспорт, связь, сельское хозяйство и др. В качестве актуальной задачи было названо создание

отечественного бортового оборудования для наземного, воздушного, водного транспорта, а также индивидуальных устройств для различных пользователей, включая людей с ограниченными возможностями.

По словам А. М. Климовского, суммарная емкость этих рынков по консервативной оценке составляет несколько миллионов единиц устройств в год. Для того чтобы обеспечить растущие потребности заказчиков, необходима консолидация профессионального сообщества, и в этом аспекте очень хорошей площадкой для обмена мнениями является форум «Микроэлектроника».

В большой степени тон последовавшей дискуссии зададо выступление **С. Н. Карутина, генерального конструктора системы ГЛОНАСС, ФГУП ЦНИИмаш**, который указал на то, что рынок информационных и навигационных систем меняется, и если в прошлом перед разработчиками навигационной аппаратуры прежде всего стояли задачи повышения точности, доступности и целостности навигации, то сейчас приобретает актуальность вопрос противодействия средствам дезинформирования навигационных устройств и постановки маскирующих помех. В связи с этим, вновь становится востребованной инерциальная навигация и комплексирование различных методов в рамках одного устройства.

О текущих разработках АО «НИИМА «Прогресс», учитывающих актуальные задачи навигационных систем, было рассказано в двух презентациях представителей данного предприятия – **директора по научной работе АО «НИИМА «Прогресс» И. Л. Корнеева** и **начальника отдела разработки навигационно-связной аппаратуры АО «НИИМА «Прогресс» И. Б. Чикваркина**.

Прежде чем перейти к рассказу об аппаратуре, И. Л. Корнеев привел ряд цифр. Так, было показано, что объем производства отечественной навигационной аппаратуры потребителей на основе импортной ЭКБ с 2012 по 2017 год вырос в девять раз, что, по словам докладчика, прежде всего объясняется стартом и развитием проектов тахографов, систем «Платон» и «ЭРА-ГЛОНАСС». Ожидается, что количество устанавливаемых на конвейере терминалов «ЭРА-ГЛОНАСС» в 2019 году достигнет показателя 1,5 млн шт. в год.

При этом доля российских приемников упала с 90% в 2011 году до 0,1% в 2017-м. На данный момент в отечественных терминалах «ЭРА-ГЛОНАСС» нет ни одного отечественного электронного компонента. Однако докладчик указал на то, что из данной ситуации есть выход.

Далее И. Л. Корнеев более подробно остановился на разработках АО «НИИМА «Прогресс», в том числе на



характеристиках комплекта СБИС и нового приемника ГЛОНАСС/GPS/Galileo ПРО-04, который, в частности, поддерживает высокоточный режим RTK с фазовыми дифференциальными поправками (точность 1,5–2 см), а также способен работать в режиме GLONASS only.

Среди других упомянутых разработок предприятия – первый отечественный 2G/3G-модем на основе чипа MT6280 компании MediaTek, комплект СБИС для помехоустойчивой локальной системы навигации (ЛСН), модули для морского и речного транспорта, точного земледелия. Было отмечено, что если модуль ПРО-04 проигрывает по цене зарубежным изделиям и для его внедрения требуется поддержка со стороны государства, то навигационно-связной модуль для точного земледелия с установленными в нем инерциальным модулем и модулем связи оказывается в несколько раз дешевле импортного оборудования.

В заключение своего доклада И. Л. Корнеев озвучил некоторые предложения относительно государственной поддержки отечественных производителей.

**И. Б. Чикваркин** дополнил доклад И. Л. Корнеева сведениями о навигационно-связном терминале «ЭРА-ГЛОНАСС» разработки АО «НИИМА «Прогресс», а также примерами комплексных решений на основе интеграции средств



«ЭРА-ГЛОНАСС» с другими системами, такими как, например, видеонаблюдение на дорогах.

**Представитель АО «ГЛОНАСС» А. С. Гензель** в своем выступлении поднял тему высокоточных навигационных систем. Отметив, что сейчас данные системы востребованы в различных областях, включая морской транспорт, сельское хозяйство, дорожное строительство, землеустройство, он указал на то, что отечественные производители высокоточного навигационного оборудования на рынке не представлены, а достаточно точные и надежные системы отличаются высокой стоимостью, и появление относительно дешевого приемника для высокоточной навигации способно полностью изменить этот рынок.

Дальнейшая дискуссия развернулась вокруг перспективности различных решений для высокоточной навигации, а также технических подходов к борьбе с противодействием работе навигационного оборудования.

В заключение дискуссии **С. Н. Карутин** отметил важность навигационных систем в цифровой экономике и подчеркнул, что на площадке форума встретились все стороны, совместная работа которых позволит удовлетворить растущие потребности в этой области.

В начале панельной дискуссии, озаглавленной **«Экосистема развития микроэлектронной промышленности России»**, которую модерировал **генеральный директор АО «НИИМА «Прогресс» В. В. Шпак**, прозвучало несколько докладов представителей различных организаций, которые объединяют предприятия электронной и радиоэлектронной промышленности, о том, как строится в этих организациях совместная работа и какие задачи решаются в рамках таких экосистем.

С первым докладом выступил **представитель кластера «Фотоника», начальник лаборатории радиофотоники ПАО «ПНППК» А. А. Журавлёв**.

Кластер «Фотоника» работает в Перми уже больше пяти лет, в него входит более 47 организаций, которые представляют не только промышленность, но и академическую

науку, и высшее образование, и дополнительное образование для детей.

Докладчик высказал позицию, что существенного результата можно добиться только при наличии трех составляющих развития: исследований и разработки, тесной кооперации и «критической массы» участников. Благодаря взаимодействию этих составляющих в рамках кластера, удалось вывести на рынок целый ряд продуктов, включая лазерные установки медицинского применения; системы мониторинга для стратегических объектов, сектора ЖКХ, нефтегазового сектора, производства; фотонные ИС; интегрально-оптические модуляторы и др. Каждая задача решалась в тесной кооперации нескольких компаний.

В кластере реализован «инженерный лифт», в рамках которого ведется подготовка будущих специалистов, начиная, фактически, с самого раннего возраста. Пройдя все ступени подготовки, молодые специалисты могут выбрать для себя один из трех вариантов дальнейшей работы в рамках кластера: научную деятельность, работу на предприятиях кластера либо создание собственного предприятия, которое войдет в его состав. За период с 2011 по 2017 год в рамках «инженерного лифта» было трудоустроено 404 человека.

Докладчик обратил внимание, что области, в которых используется фотоника, в большой степени пересекаются с областями применения микроэлектроники, причем проникновение фотоники в них растет с каждым годом. Также растет и мировой рынок фотоники, прогноз объема которого на 2020 год составляет 615 млрд долл.

В кластере создано восемь производственных площадок, включающих, в частности, полный цикл производства оптического волокна, изготовление фотонных ИС, волоконно-оптических лазеров, датчиков, кабелей, контрактное производство. Особое внимание докладчик обратил на направление фотонных ИС, которым кластер занимается с 2014 года. В планах кластера – создание в Перми центра компетенций по кристалльному производству изделий интегральной фотоники.

**Член правления Ассоциации участников рынка Интернета вещей И. Р. Скрытникова**

отметила в своем докладе, что Интернет вещей может стать хорошим полем для развития предприятий микроэлектроники, но для того, чтобы это произошло, необходимо, чтобы они работали во взаимодействии и с операторами связи, и с разработчиками программных приложений, и с вузами, и с органами власти. По словам докладчика, в рамках ассоциации ведется достаточно успешная работа по поиску общих интересов всех участников рынка в этой области.



И. Р. Скритникова указала на некоторые существующие барьеры для развития микроэлектроники и озвучила предложения по их устранению. Помимо необходимости учета в законодательстве интересов отечественной микроэлектроники, обеспечения преференций для российских разработчиков при создании и освоении новых рынков, а также консолидации в вопросах регулирования и объединения ресурсов, прозвучало предложение в рамках взаимодействия с операторами связи использовать их маркетинговый опыт, поскольку именно данного опыта часто не хватает предприятиям микроэлектроники.

В отношении формирования новых рынков И. Р. Скритникова обратила внимание на потенциал сектора дистанционного учета. Так, по данным Росстата, только в области ЖКХ в настоящее время имеется более 41 млн домохозяйств, которые могут быть оборудованы такими системами. Для того чтобы воспользоваться этими возможностями, необходимо законодательное закрепление обязательности дистанционного учета, а также установление барьеров, которые не допустили бы на этот рынок зарубежных производителей.

В заключение доклада И. Р. Скритникова рассказала присутствующим о проекте «Лидеры цифровой экономики», запущенном ассоциацией в июле 2018 года, в ходе реализации которого планируется создание онлайн-курса «Основы цифровой экономики».

Следующий доклад представил **Н. В. Калинин, директор РИЦ РЭП АО «Технопарк Санкт-Петербурга»**. Докладчик отметил, что данный региональный инженеринговый центр создан, помимо прочего, как держатель профильных и непрофильных технологий общего пользования, благодаря которому у многих организаций отпадает необходимость в покупке и содержании дорогостоящего ПО и оборудования, которое внутри организации не будет использоваться на 100%, а также в наличии штата специалистов по определенным технологиям.

Миссия центра заключается в том, чтобы стать системным интегратором бизнес-процессов, обеспечивающих комплексное и наиболее эффективное решение задач модернизации и технологического развития малых и средних предприятий сферы радиоэлектроники и приборостроения Санкт-Петербурга. Однако докладчик отметил, что взаимодействие с предприятиями отрасли не ограничивается малым и средним бизнесом и включает также и крупные организации.

Одна из задач центра – содействие выпуску гражданской продукции предприятиями ОПК, в частности, путем оказания маркетинговых услуг и обеспечения продукт-менеджмента.

Далее докладчик познакомил аудиторию с технологическим оснащением центра, включающим современные производственные технологии, такие как 3D-MID, печатная электроника, передовые технологии корпусирования,

а также средства компьютерного моделирования и контрольно-измерительную лабораторию. Было отмечено, что при выборе оборудования для дальнейшего развития учитывалась возможность обработки полупроводниковых пластин диаметром 300 мм.

На этом презентации панельной дискуссии были закончены, после чего последовало несколько коротких выступлений участников. **Президент НП «РУССОФТ» В. Л. Макаров** отметил, в частности, что на практике для получения достаточно большой доли прибыли недостаточно отдельных решений в области ПО. Необходимо предлагать законченные платформенные решения, которые предполагают аппаратную составляющую. Работа в рамках SafeNet НТИ показала наличие в России разработчиков и производителей прорывных решений в области микроэлектроники, позволяющих на их базе построить платформы, которые могут обеспечить достижение поставленных целевых показателей НТИ. Для того чтобы обеспечить переход от данных решений к готовым платформам, в Санкт-Петербурге был создан Региональный инженеринговый центр «СэйфНэт», в котором проводятся работы в области квантовой криптографии, систем коммуникации, вычислительных средств для доверенной среды, ПО. Совокупность всех элементов этой инфраструктуры позволяет создавать полноценные платформенные решения для доверенной среды, которые могут применяться в том числе в глобальных проектах, таких как, например, «Евразийский квантовый путь».

Далее **А. В. Брыкин, директор по внешним коммуникациям АО «Росэлектроника»**, рассказал о действующем под эгидой Союза машиностроителей России Координационном совете разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры, электронной компонентной базы и продукции машиностроения, объединяющем более 1200 предприятий, часть из которых входит в контуры интегрированных структур ОПК. При этом на данной площадке в той или иной мере представлено 270 частных структур. В рамках совета решаются задачи по консолидации мнений отрасли и смежных отраслей и выработке соответствующих предложений для рассмотрения в Государственной Думе в отношении нормативно-правовой базы; разрешению вопросов, связанных с выполнением гособоронзаказа, с качеством, надежностью и рекламационными претензиями предприятий друг к другу, с ценообразованием в отрасли. А. В. Брыкин отметил, что список участников координационного совета не является строго ограниченным определенным кругом предприятий, и пригласил компании, заинтересованные в решении обсуждаемых на данной площадке проблем, присоединиться к этой деятельности.

**Е. А. Суворов, заместитель генерального директора по развитию КП «Корпорация развития Зеленограда»**, кратко рассказав об истории создания, задачах и составе кластера «Техноюнити», отметил, что в его рамках создана инфраструктура для поддержки проектов по всей

цепочке: от начальной стадии до промышленной реализации. Также он познакомил присутствующих с технологическими возможностями кластера, проектами по их расширению и деятельностью в области подготовки кадров.

Говоря о международном сотрудничестве, Е. А. Суворов привел в качестве примера недавно состоявшуюся совместно с АРПЭ поездку в Индию, результаты которой могут принести плоды для развития экспорта.

Далее **В. В. Шпак** напомнил о поставленной задаче – к 2023 году создать дополнительно не менее 250 дизайн-центров в области микроэлектроники, не менее 15 региональных центров с центрами коллективного пользования, подчеркнув, что государство готово оказывать поддержку в решении данной задачи, и предложил в порядке свободной дискуссии обсудить облик будущих дизайн-центров, их специализацию, а также высказать предложения в отношении мер государственной поддержки, которая необходима отрасли в этом вопросе.

В рамках дискуссии были вновь обозначены важность вопроса наличия рынков и необходимость стратегического маркетинга. В частности, говорилось, что в качестве потенциального рынка для отечественной микроэлектроники на глобальном уровне может рассматриваться рынок развивающихся стран.

В то же время **директор ФГУП «МНИИРИП» П. П. Куцько** отметил, что до сих пор имеются нерешенные задачи с обеспечением телекоммуникационными сетями и другой инфраструктурой всей территории России, что также представляет собой потенциальный рынок.

Были подняты и вопросы о том, на каких фабриках будут изготавливаться изделия, разработанные новыми дизайн-центрами, каким проектным нормам они должны соответствовать. **В. В. Шпак** сообщил, что, помимо существующих отечественных фабрик, в ближайшие два года должно заработать новое производство на предприятии «Ангстрем-Т» с проектной нормой 65 нм, а к 2023 году

планируется создание новой фабрики с проектной нормой 28 нм. При этом, он подчеркнул, что имеющееся в мире движение в область менее 10 нм представлено единицами наиболее передовых фабрик и оно не должно рассматриваться в качестве ориентира. В этом вопросе необходимо найти «золотую середину», которая позволит обеспечить технологический рывок отечественной микроэлектронике.

Также среди обсуждаемых вопросов были вопросы наделения дизайн-центров кадрами и предотвращения «утечки мозгов». В частности, **Е. А. Мордкович, генеральный директор ООО «Остек-Электро»**, высказал мнение о целесообразности государственной поддержки людей, занятых в проектах по развитию отечественной микроэлектроники, в виде льгот, обеспечения пониженных процентов по потребительским кредитам и т. п.

В завершении дискуссии **В. В. Шпак** подвел некоторые итоги, в частности обозначив направления, представляющие интерес для сотрудничества с организациями, доклад о которых прозвучал на мероприятии, а также призвал заинтересованные компании не только присоединиться к Консорциуму дизайн-центров российской микроэлектронной промышленности, но и брать на себя функции центров компетенций по направлениям в рамках данной организации.

Еще одна панельная дискуссия под названием **«Механизмы привлечения гражданских стартапов с целью диверсификации ОПК»** была проведена в последний день форума, после награждения победителей «Фестиваля инноваций».

В начале мероприятия **А. В. Брыкин**, модерировавший дискуссию, сообщил о представленном им докладе на выездном заседании Государственной Думы по инновационному развитию и диверсификации ОПК в мае 2018 года, по результатам которого была сформирована рабочая группа

по механизмам взаимодействия предприятий, общественных организаций, вузов и финансовых институтов для реализации проектов на базе стартапов с целью гражданской диверсификации. Как отметил А. В. Брыкин, по сути, была презентована концепция и обоснована актуальность формирования платформы, способствующей тому, чтобы инициаторы стартапов и их потенциальные технологические и инвестиционные партнеры могли быстро и эффективно находить друг друга. Задачи данной платформы и возможную пользу от ее применения предлагалось обсудить в рамках дискуссии.



А. В. Брыкин познакомил присутствующих с основным содержанием упомянутого доклада и проделанной за прошедшее время работой. Также он рассказал о том, что был проведен анализ стратегий ГК «Ростех» и ведущих холдингов, прежде всего, радиоэлектронного кластера, выполнено группирование организаций по направлениям диверсификации, а затем совместно, в частности, с Фондом «Сколково» были отобраны проекты, находящиеся в периметре интересов данных организаций, и эти проекты были представлены авторами потенциальным технологическим партнерам.



**В. В. Пучков, директор по акселерации, Фонд «Сколково»**, отметил, что в результате этой работы из десяти проектов до сотрудничества был доведен только один, что в процентном отношении выглядит как неплохой результат, но масштаб этой деятельности необходимо наращивать. В целом, он охарактеризовал эту работу как полезную.

В качестве одной из важных задач обсуждаемой платформы В. В. Пучков назвал трекинг ситуации. Если процесс поиска и конверсии проектов будет на виду, это позволит оказывать его выполнению лучшую помощь и поддержку различными инструментами.

**К. О. Беляков, проректор по инновационной деятельности Томского государственного университета (ТГУ)**, охарактеризовал платформу как «правила игры». Если такие правила известны и понятны, это способствует конкуренции и стремлению присоединиться к этой платформе. Кроме того, она может содействовать партнерству в том числе между учебными заведениями, созданию групп студентов из разных вузов, работающих над проектами.

Также К. О. Беляков отметил, что на данный момент уже закончился период, когда стартапы можно было «собирать по стране». Сейчас нужно инициировать новые проекты, для чего необходимо, чтобы заинтересованная в них сторона указала направления разработок. АО «Росэлектроника» для ТГУ выступает в качестве такого партнера.

**З. К. Кондрашов, председатель совета директоров Промышленного кластера электронно-вычислительной техники Санкт-Петербурга**, высказал мнение, что вопрос фильтрации стартапов на данный момент можно считать решенным, однако отсутствуют механизмы партнерства с предприятиями ОПК, что выражается в том, что данные предприятия рассматривают стартап не как партнера, а как ресурс для решения определенной задачи, вызывая опасения у молодых команд, что они не смогут в полной мере реализовать свой проект и стать участниками рынка.

**В. В. Юров** обозначил еще одну проблему – отсутствие у лиц, принимающих решение внутри предприятия о привлечении стартапа, права на ошибку. Само по себе понятие стартапа связано с определенным риском, и в существующих условиях ответственность за результаты партнерства концентрируются на себе данные лица.

В качестве решения этой проблемы было предложено создание фонда, обеспечивающего снижение риска для предприятия, готового использовать проект. В результате небольшой дискуссии, в рамках которой **К. О. Беляков** рассказал о созданном при ТГУ венчурном фонде, использование фондов при вузах для разделения рисков было обозначено в качестве одного из возможных инструментов платформы.

**Е. А. Суворов** отметил, что в своем большинстве предлагаемые проекты достаточно «сырые», что вызвало обсуждение, чьей ролью является упаковка проекта, должны ли это делать его авторы или им нужна помощь.

**З. К. Кондрашов** провел аналогию с работой кластера, положительный эффект которой заключается в том, что каждый из участников проекта видит в нем свою роль и свои интересы. Каждую задачу должен решать тот, кто в ней наиболее компетентен, поэтому для достижения результата нужен консорциум. **А. В. Брыкин** отметил, что обсуждаемая платформа позиционируется именно как платформа для создания консорциумов.

В целом, в рамках панельной дискуссии был выявлен ряд проблем, относящихся как к взаимодействию сторон при привлечении стартапов для диверсификации ОПК, так и к внутренним вопросам предприятий и организаций, а также предложены инструменты для их решения, на что **А. В. Брыкин** указал, подводя итоги обсуждения.

В рамках форума состоялись и другие панельные дискуссии. ●