

# РАЗВИТИЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ – ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

В.Гринберг, О.Казанцева

XVI отраслевая научно-техническая конференция "Развитие радиоэлектроники – основа цифровой экономики России" – традиционный форум руководителей предприятий и организаций радиоэлектронной отрасли. В этом году она проводилась в Омске 21–22 сентября 2017 года. Организаторами мероприятия выступили департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и Омский НИИ приборостроения при участии Правительства Омской области.

**В** обсуждении ключевых проблем и перспектив отрасли приняли участие более 200 руководителей и специалистов государственных корпораций, таких как Ростех, Роскосмос и Росатом, представители исполнительной и законодательной власти, руководители предприятий-разработчиков и производителей радиоэлектронной продукции и электронной компонентной базы.

Работа конференции была организована в основном в форме тематических круглых столов, на которых обсуждались актуальные проблемы взаимодействия государства и предприятий отрасли в части создания инфраструктуры цифровой экономики, вопросы выхода предприятий ОПК на гражданские рынки, стратегии сохранения конкурентоспособности в условиях быстро развивающихся новых рынков и модернизации бизнес-стратегий ведущих игроков.



Со словами приветствия выступил **губернатор Омской области Виктор Иванович Назаров**, который отметил, что для региона большая честь принимать у себя ведущих специалистов России, отвечающих за технологическое развитие отечественной электроники.

Омская область – один из крупнейших центров оборонной промышленности России. Предприятия региона выпускают современную продукцию для всех родов войск. Область лидирует в Сибири по количеству внедренных инноваций и занимает по этому показателю 12-е место в стране. Существенная доля инноваций внедрена именно в сфере радиоэлектроники.

В регионе работает целый комплекс предприятий, которые производят комплектующие для систем высокоточного оружия, для управления и навигации и космической связи. Десятая часть всей продукции радиоэлектронной промышленности производится на территории области. Региональными лидерами являются Омский НИИ приборостроения и Омское производственное объединение "Иртыш".

В.И.Назаров отметил, что в последние годы крупнейшие радиоэлектронные предприятия страны были сфокусированы на производстве продукции по государственному оборонному заказу. Сегодня ситуация меняется, и Президент РФ Владимир Владимирович Путин не раз подчеркивал, что необходимо переходить на выпуск мирной продукции и продукции двойного назначения. Российской экономике нужен прорыв во внедрении передовых технологий и освоении новой продукции мирового уровня.

Губернатор выразил уверенность в том, что в ходе конференции удастся найти ответы на вопросы, которые ставят перед нами и Президент РФ, и время. Предложенный организаторами конференции формат обсуждения,

безусловно, полезен, он помогает определить ключевые точки дальнейшего развития радиоэлектроники.

Приветствуя участников конференции, **заместитель генерального директора АО "Росэлектроника" Арсений Валерьевич Брыкин** выразил признательность организаторам мероприятия и высоко оценил экономический потенциал региона. Перед радиоэлектронной отраслью стоят крайне сложные задачи с точки зрения выполнения гособоронзаказа (увеличился до такого уровня, что в ряде случаев представляет собой сложную производственную задачу), обеспечения диверсификации, поиска нишевых продуктов, а также входа на рынки, позиции на которых в свое время были утрачены.



А.В.Брыкин выразил надежду, что конференция "Развитие радиоэлектроники – основа цифровой экономики России" будет способствовать выработке стратегии выхода на эти рынки и тактики работы на них, потому что без координации действий, формирования согласованного с регионами комплекса предложений, нормативно-правового сопровождения вряд ли предприятиям отрасли будет сопутствовать удача в конкуренции с игроками мирового уровня.

Опыт предыдущих конференций, на которых обсуждалась стратегия развития радиоэлектроники, показал, что пока не все проблемы решены, необходимо оптимизировать основные направления развития отрасли. Традиция таких конференций хорошая, но следует обновлять формат дискуссии – нужно учиться скоординированным действиям при выходе на рынки с продуктовым предложением.

В начале своего выступления **Сергей Иванович Боков, начальник 46 ЦНИИ Министерства обороны Российской Федерации**, зачитал приветствие заместителя министра обороны РФ Юрия Ивановича Борисова. В нем, в частности, говорилось: "Передаю привет участникам форума, предметом которого является развитие радиоэлектроники как основы цифровой экономики Российской Федерации. Неотложность задач формирования государственного плана вооружений на данном этапе не позволила мне лично участвовать в этом форуме. Тем не



менее, уверенность в решении проблем, которые будут обсуждаться на конференции, базируется на профессионализме руководителей и участников форума".

В приветствии Ю.И.Борисова отмечалось, что 16-я конференция, рассматривающая системные задачи развития цифровых технологий и создания в стране продукции, работ, сервисных услуг в цифровом исполнении, должна сформировать видение конкретной роли предприятий радиоэлектронной отрасли как основного игрока на рынке не только продукции, но и научных исследований по вопросам цифровой экономики. От имени Юрия Ивановича Борисова была выражена благодарность департаменту радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ под руководством Сергея Владимировича Хохлова, Совету директоров радиоэлектронной отрасли, Омскому НИИ приборостроения, Союзу машиностроителей.

С приветственным словом к участникам конференции обратился **Владимир Степанович Верба, генеральный конструктор – первый заместитель генерального директора АО "Концерн "Вега", председатель Совета директоров РЭК**. Он отметил, что многие делегаты форума помнят, как 16 лет назад родилась идея создания Совета директоров отрасли и проведения отраслевых конференций. Невзирая на все перипетии и сложности пути, по которому движется отрасль, всегда находились силы и возможности ежегодно встречаться и обсуждать актуальные проблемы. Это очень важно, потому что отрасль необычна по своей структуре – в нее входят сотни предприятий. Заказы, которые выполняют предприятия отрасли, – это сотни опытно-конструкторских работ, реализуемых в интересах Министерства обороны. Федеральные программы департамента радиоэлектронной промышленности представляют собой зачастую сложный конгломерат проблем, которые необходимо решать силами огромного количества предприятий. С учетом динамичных процессов в отрасли и корпоративном движении, когда меняется структура предприятий, состав собственников, появляются частные инвесторы, становится очевидно, что сама жизнь выдвигает новые требования и прежде всего заставляет нас двигаться в сторону гражданского рынка.



В.С.Верба также высказал мнение, что "на полях" конференции многое будет сказано об элементной базе – "кровеносной системе", без нее не может существовать отрасль и вся промышленность. Наряду

с традиционными отраслевыми проблемами возникли новые, которые обусловлены появившимися ограничениями в межгосударственных кооперационных связях. В то же время, благодаря позиции, которую заняли президент и руководство Российской Федерации, отрасль получила существенную финансовую поддержку для решения задач импортозамещения.

Конференция проходит в то время, когда формируется новая программа вооружений, начинает реализовываться стратегия развития отрасли. В.С.Верба выразил благодарность руководителю Омской области, участникам и организаторам мероприятия. От имени Совета директоров он пожелал плодотворной работы и сообщил, что 17-я отраслевая конференция состоится в следующем году в Санкт-Петербурге.



С пленарным докладом "Развитие радиоэлектроники – основа цифровой экономики России" выступил **директор департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ Сергей Владимирович Хохлов**. Полный текст доклада будет опубликован в очередном номере нашего журнала.

Пленарное заседание на тему "**Переход к цифровой экономике: глобализация развития**" в первый день работы конференции прошло в формате круглого стола, на котором обсуждались

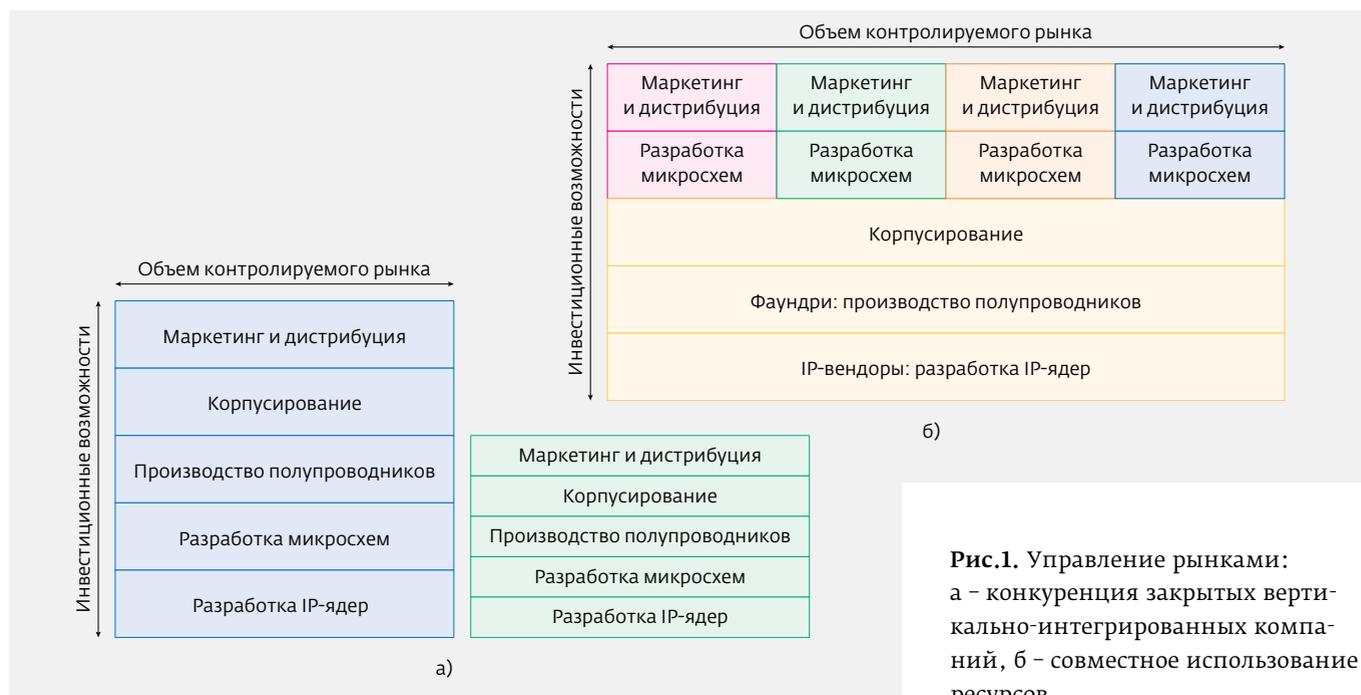
следующие ключевые вопросы: сущность цифровой экономики; цели, задачи и прогнозы перехода к цифровой экономике в России; основные гражданские рынки, обеспечивающие рост объемов цифровой экономики в России; возможности наращивания объемов производства предприятиями за счет конверсии, работы по реализации Госпрограммы, международной кооперации и развития экспорта.



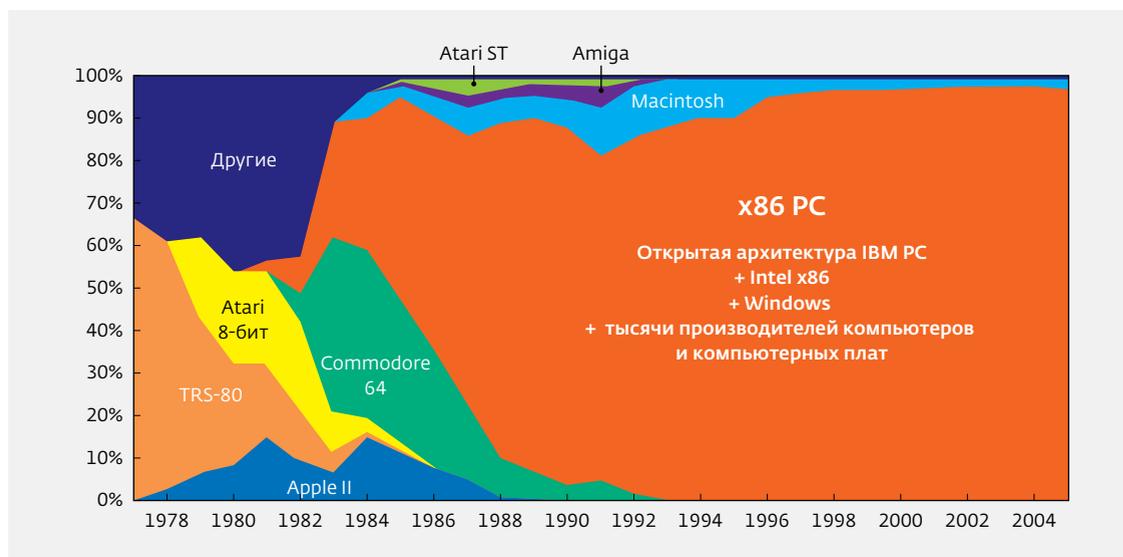
Модератором дискуссии выступил **исполнительный директор Ассоциации разработчиков и производителей электроники Иван Александрович Покровский**. В своем вступительном слове ("От конкуренции корпораций к конкуренции экосистем") он, в частности, сказал, что весьма скоро все участники рынка окажутся в циф-

ровой экономике вне зависимости от того, хотят они этого или нет. Принципиальный вопрос заключается в том, будем ли мы (как страна в целом) "оцифрованы" или сами будем активно участвовать в развитии экономики и технологий. То есть мы будем либо объектом цифровизации, либо субъектом цифровой экономики.

Ключевая особенность цифровой экономики (если не оглядываться на формальные определения из Википедии) это стандартизация: чтобы управлять усложняющейся системой, ее необходимо нормировать



**Рис.1.** Управление рынками: а – конкуренция закрытых вертикально-интегрированных компаний, б – совместное использование ресурсов



**Рис.2.**  
Экосистема WinTel на рынке компьютеров

и стандартизировать. Цифровизация начинается со стандартизации. Когда стандартизация проведена, появляется возможность включать цифровые методы управления. И это относится не только к технике, но и к социальной сфере, к экономике. Процесс стандартизации технологий и продукции на фоне того, что рост рынка во многих направлениях приостановился, так как рынки насыщены, ведет к тому, что конкуренция перемещается практически исключительно в плоскость цены. При доминировании единых стандартов создать продукт, не имеющий аналогов, становится все труднее, а в ценовой конкуренции выигрывает тот, у кого больше масштаб деятельности.

В цифровой экономике процесс олигополизации рынков ускоряется. По оценкам McKinsey, компании с 40% долей рынка забирают 80% прибыли. На многих рынках электроники, ситуация еще жестче – одной компании может принадлежать более 50% рынка и она забирает 90% прибыли. Олигополизация идет не только на рынке электроники, но во всех зрелых стандартизованных отраслях. Естественно, это приводит к закреплению сложившейся специализации стран, а наша специализация, как известно, – сырье. Выйти за рамки сырьевой специализации в корпоративной модели не представляется возможным.

Важно отметить, что на зрелых рынках, когда стандарты сложились и технологическое развитие замедляется, в компаниях выхолащиваются предпринимательские способности, уступая место жесткому административному управлению, направленному на снижение издержек. Приход "эффективных менеджеров" – бюрократизация компаний – это глобальное явление, а не российское.

Все было бы безрадостно, если бы не раскрывающиеся возможности экономики совместного использования

(Sharing Economy). Цифровые технологии дают возможность перейти от многоуровневой иерархии централизованного управления к распределенному управлению – организовать совместное использование производственных и интеллектуальных ресурсов (рис.1).

В экономике совместного использования каждый участник имеет преимущества масштаба экосистемы. Развитие экосистем – это далеко не новый процесс, его можно проиллюстрировать на примере рынка компьютеров: разработчики IBM, испытывая дефицит ресурсов на разработку новой платформы, предложили конкурентам совместно использовать и продвигать открытую архитектуру. Появление открытой архитектуры взорвало рынок – огромное число компаний стало заниматься производством компьютеров и комплектующих. Но не IBM поднялась на этой волне, а относительно небольшие тогда компании Intel и Microsoft. Возникла так называемая экосистема WinTel (Windows + Intel), а IBM лишилась своего доминирующего положения (рис.2). Сейчас уже новые экосистемы разрушают монополию WinTel.

К сожалению, пока экосистема российских разработчиков – это периферийная часть мировых экосистем, центры которых находятся далеко за границами нашей страны. Чтобы Россия могла участвовать в развитии базовых технологий, необходимо сфокусировать ограниченные ресурсы государства на направлениях, где российские компании потенциально могут претендовать на глобальное лидерство – на формирующихся рынках и направлениях новых технологий.

Отдельного обсуждения заслуживают вопросы – что делать с плохой совместимостью принципов экосистем и принципов функционирования российских госкорпораций? Какова роль госкорпораций в наступающей цифровой экономике?



В выступлении **Алёны Владимировны Фоминой, генерального директора АО "ЦНИИ "Электроника"**, отмечалось, что, согласно концепции экономических циклов Кондратьева, в ближайшие несколько лет мир должен вступить в новую фазу роста, и ведущие страны готовятся к переходу на шестой технологический уклад. Если в 2010 году производство

в рамках пятого технологического уклада составляло около 60%, то в 2017-м – уже 80%.

Помимо Интернета вещей такие термины, как "Индустрия 4.0", "Цифровая экономика", "Общество 5.0" прочно входят в наш лексикон, но внутри каждого из этих терминов заложен потенциал роста радиоэлектронной отрасли, поскольку она является фундаментом.

Более 99% всей информации было создано за последние десять лет, причем большая часть этой информации генерируется машинами, а к 2020 году мир будет генерировать больше информации, чем способны обрабатывать существующие вычислительные технологии. Так, например, каждая умная фабрика будет в среднем создавать более 1 млн Гбайт информации, а средний информационный поток человека приблизится к 1,5 Гбайт в день.

Реалии мировой экономики диктуют организациям отрасли жесткие условия выживания и сохранения конкурентоспособности. Руководством страны были установлены высокие требования к темпам наращивания производства и сбыта высокотехнологичной продукции. Так, например, темп роста российской экономики должен в долгосрочной перспективе превышать среднемировые значения, оцениваемые на уровне 3% в год,

а производительность труда должна увеличиваться минимум на 5–6% ежегодно.

Такие темпы роста практически не достижимы при использовании прежних инструментов развития. Необходимы новые рыночные ниши с огромной емкостью, в которых Россия сможет занять лидерские позиции.

**Цифровизация экономики – один из путей решения этой проблемы.** По оценке, (на основании данных отчета Digital/McKinsey), к 2025 году она способна дать прирост ВВП от 5 до 9 трлн руб. (рис.3). Но в России еще не выработана модель развития. Сегодня известны три подхода. Первый – западная модель – цифровизация межмашинного взаимодействия, при этом наибольший эффект получают крупные промышленные комплексы, типичный пример – компания Siemens. Второй – китайский путь – точечное внедрение передовых технологий. К 2025 году Китай должен перестать ориентироваться на поставки основных видов продукции зарубежных поставщиков. Основные положения этой политики зафиксированы в программе Made in China – 2025. Третья модель – японская – наиболее философская, емкая, долгосрочная, комплексная и направленная на формирование "Общества 5.0". Бенефициаром является общество в целом, которое эволюционирует по мере развития технологий и гибко адаптируется к изменениям. Локомотивом новой идеологии давно является корпорация Mitsubishi.

По оценкам экспертов, суммарный эффект внедрения в мире цифровых технологий только в потребительском секторе составит до 10 трлн долл. при одновременном улучшении экологической обстановки. Сегодня мы стоим перед выбором – будем задавать тренды или превратимся в "цифровое гетто". Если российские компании не найдут новые рыночные ниши, мы окажемся в роли догоняющих, не имеющих возможности развивать собственные технологии.



Рис.3. Цифровизация – один из основных драйверов развития экономики

Говоря о развитии цифровой экономики, следует отметить переход центров прибыли от владельцев материальных объектов к операторам виртуальных сервисов. На рынке будут побеждать системные решения. Важной тенденцией является повышение стоимости ПО в себестоимости конечного продукта, то есть традиционный подход в радиоэлектронике к сбыту продукции, когда продаются отдельные элементы и модули, станет низкорентабельным – необходимо создавать комплексные решения с высокой добавленной стоимостью.

На государственном уровне развитие различных направлений, связанных с цифровой экономикой, ведется давно. Системно это было описано в недавно принятой программе (рис.4), к реализации которой привлечено значительное количество ведущих организаций, таких как Ростех, Росатом и Сбербанк. В рамках программы выделено девять сквозных технологий, пять из которых курирует Ростех, четыре – Росатом.

Реализация программы требует, в частности, создания новых стандартов, правовой базы, системы

сквозной подготовки кадров. В связи с этим Ростех поручил ЦНИИ "Электроника" как центру отраслевых компетенций проанализировать потребности рынка цифровой экономики в перспективных технологиях.

Дискуссию продолжил **Константин Юрьевич Солодухин, генеральный директор Национального центра информатизации (НЦИ)**, с докладом "Практика цифровой экономики".



НЦИ – центр программных разработок корпорации "Ростех", так называемое "гражданское крыло", которому на сегодняшний день в стратегии госкорпорации отведена решающая роль в реализации стратегии, нацеленной на то, чтобы имеющиеся и новые решения, продукты

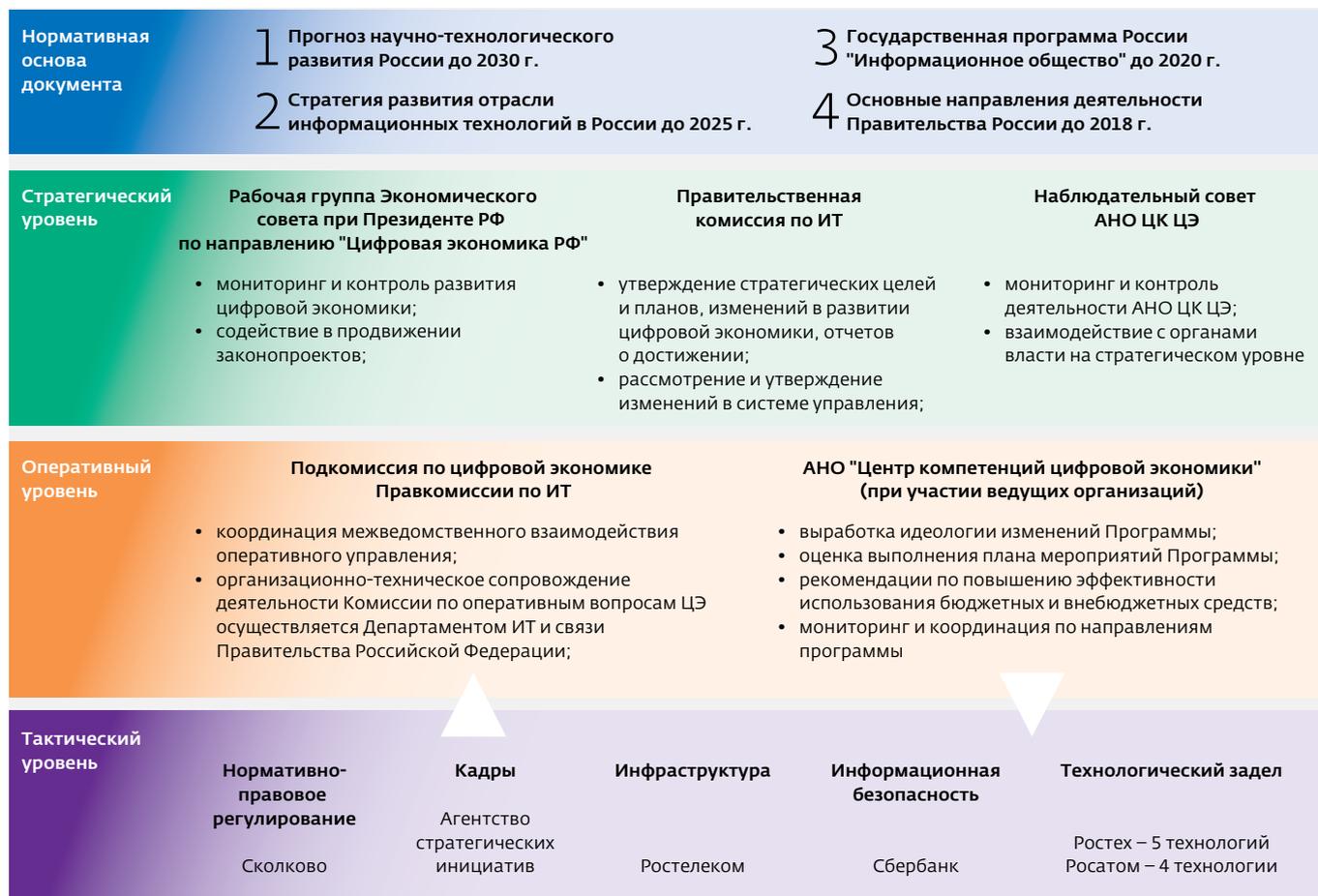


Рис.4. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации". АНО ЦК ЦЭ – Автономная некоммерческая организация "Центр компетенций цифровой экономики"

и технологии, которые используются для ОПК, эффективно применялись и на гражданском рынке. В НЦИ уже сформирован ряд компетенций, центр является разработчиком единой государственной информационной системы в области здравоохранения, учредителем компании "Национальный центр электронного образования", а также НПО "Конверсия", цель которого – обеспечить доступность продукции ОПК для гражданского рынка.

В корпорации "Ростех" создан Центр по формированию исследовательских компетенций и технологических заделов. Пять сквозных технологических направлений, которые отнесены к ведению Ростеха, закреплены за центром, который активно сотрудничает с аналогичным подразделением в Росатоме. В Ростехе сформирован также центр компетенций "Цифровая экономика РФ".

Пять технологических направлений, переданных Ростеху, вписываются в структуру систем автоматизированного управления предприятием на разных уровнях: искусственный интеллект, системы распределенного реестра (технология блокчейн), робототехника и сенсорика, промышленный Интернет и технологии беспроводной связи.

К.Ю.Солодухин привел два примера, которые укладываются в концепцию современного развития коллективных разработок, коллективного участия в современных продуктах и использования результатов разработок. Одно из направлений, которым занимается НЦИ, – автоматизированная система управления

производством. Система, состоящая из отдельных элементов, включает в себя практически всё: умные устройства, объединенные в промышленный Интернет, системы связи с умными центрами обработки данных, собственно системы управления производством (MES-системы), вспомогательные системы (ERP-системы) и системы автоматизированного проектирования. В рамках работы над этой системой возникла идея создания виртуального конструкторского бюро, которое позволило бы многим предприятиям эффективно решать ресурсоемкие задачи проектирования.

Виртуальное КБ – это комплекс облачных сервисов единого защищенного контура, ориентированный на создание оптимальных моделей для различных сфер. Сегодня структура представлена в двух видах: локальный – для закрытых контуров разработки, и облачный. КБ состоит из четырех компонентов: инженерное программное обеспечение, облачная инфраструктура, инструмент коллективной разработки, безопасный контур обмена и хранения данных.



Преимущества такого подхода: быстрый вход в проект, низкие расходы (предприятие платит за сервис и не вкладывает основные средства), ведение работ полного цикла, масштабируемость и настраиваемость решения. Плюсом также является формирование банка данных изделий, в частности, для 3D-проектирования и производства. Апробация виртуального КБ ведется совместно с НПЦ "Салют" (Объединенной двигателестроительной корпорацией).

Второй пример – создание системы хранения большой емкости, которая вскоре будет востребована рынком. Весь объем информации ФНС – 10 Пбайт (петабайт). Сотовый оператор сегодня оперирует объемом примерно 50 Пбайт. В ближайшее время это будут сотни петабайт и эксабайты. Систем хранения такого объема на рынке нет. В сотрудничестве с частными компаниями



госкорпорация создала продукт, не имеющий аналогов. Удалось обеспечить гораздо более высокую плотность хранения данных. Если емкость разрабатываемых сегодня систем составляет 0,5 Пбайт на одну стойку, то емкость созданной в госкорпорации – 15 Пбайт на одну стойку.

Таким образом, решается проблема создания системы хранения большого объема данных, при этом не требуются высокое энергопотребление, огромные площади и гигантские дата-центры. Речь идет об удачном примере кооперации госкорпорации и частных компаний, а по сути, о создании упоминавшейся экосистемы.



С докладом "Цифровая экономика. Вызовы, угрозы или возможности?" на круглом столе выступил **генеральный директор АО "Воентелеком" Александр Евгеньевич Давыдов**. Он обратил внимание участников на то, что сегодня много говорится о цифровой экономике, однако участники дискуссии не всегда верно оценивают угрозы, с которыми придется столкнуться в ближайшее время, прежде всего с точки зрения конкурентоспособности. Благодаря развитию цифровых технологий индустриально развитые страны планируют снижать издержки. И нашим не очень

конкурентоспособным производствам придется удвоить и утроить усилия, чтобы соответствовать требованиям, предъявляемым к передовым производствам.

В этом году в России принята стратегия развития цифровой экономики. Потенциальная выгода от внедрения технологий "Индустрии 4.0" показана на рис.5. Основные страны, которые являются инициаторами в этой области, вели подготовку к подобным преобразованиям с 2010 года, а программы были приняты и начали реализовываться в период с 2011 по 2015 год. То есть, мы уже запаздываем. Как показал мировой экономический форум в Давосе, все отрасли вовлекаются в цифровую трансформацию. К сожалению, в нашей структуре цифровой экономики преобладает онлайн-торговля, в то время как у лидеров – это ИТ-технологии, поддерживаемые инвестициями государств, связанными с цифровой трансформацией (рис.6).

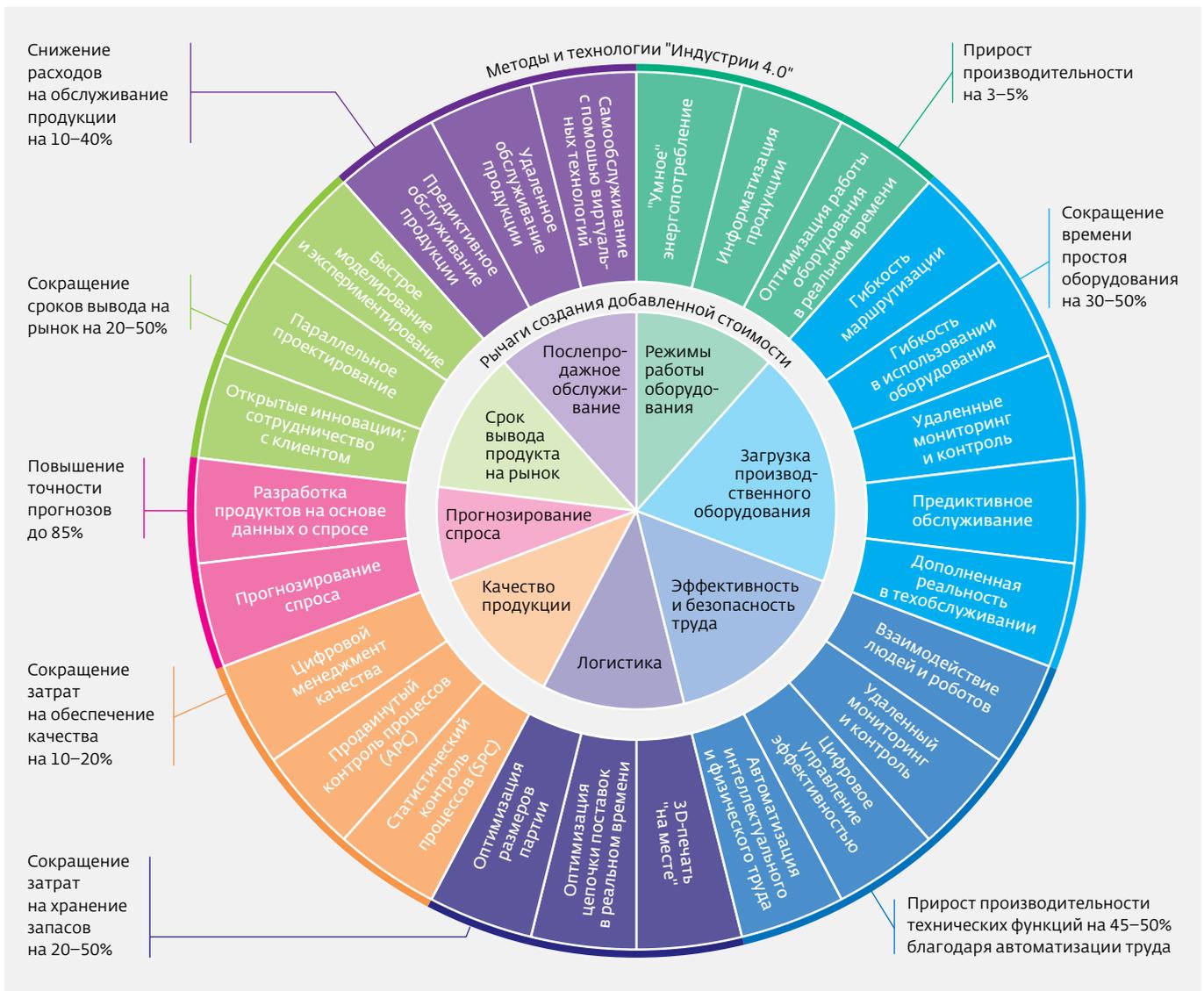


Рис.5. Потенциальная выгода от применения технологий "Индустрии 4.0"

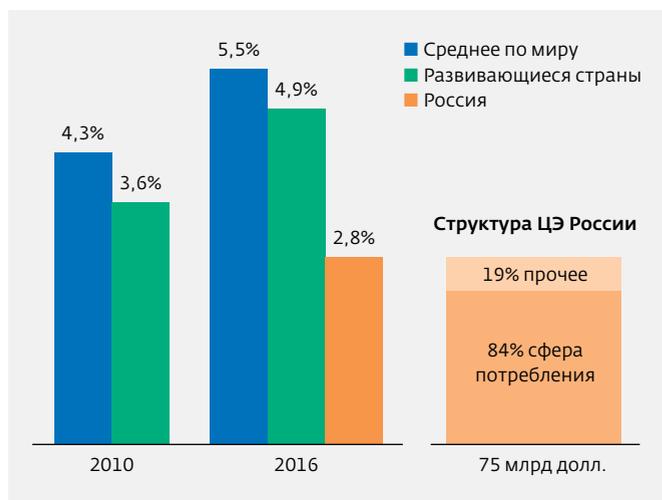


Рис.6. Доля цифровых экономик в ВВП разных стран

Таким образом, каждый должен сделать свой выбор – стать заложником возникающих угроз или воспользоваться новыми возможностями.

Еще один важный тренд – меняется бизнес-ландшафт. Мир отказывается от владения чем-то в пользу цифровых услуг. 81% опрошенных мировых лидеров бизнеса считают, что дешевле разделять блага или товары, чем владеть ими индивидуально. В рамках нашей программы техперевооружения каждое производство замыкается в рамках отдельной экосистемы и не делится ресурсами. Притом что 57% тех же респондентов считают, что доступ к ресурсам – новая форма владения.

Наблюдается слияние рынков, индустрий и отраслей, многие из них объединятся в индустрию ИКТ – информационно-коммуникационных технологий.

Формирующим трендом стала роботизация производства. В передовых компаниях дело идет фактически к вытеснению персонала. Готовы ли наши предприятия конкурировать в таких условиях? Наша компания занимается локализацией автопроизводства в Калининграде и других регионах, производством телекоммуникационного оборудования, но завтра производственные участки у оригинальных разработчиков будут без персонала, и вряд ли они будут поставлять роботизированные линии в нашу страну. Возникает новая угроза – получения неконкурентоспособных технологий, и проблема тоже требует решения.

В ключевых документах различных стран, касающихся цифровизации, говорится о том, что ключевыми являются инновации, а не индустриализация, этот период в прошлом. Инновации – вкладывание денег в ИТ, интеллектуальную собственность, НИОКР, которые и будут определять добавленную стоимость.

Важным для государства является социальный фактор, поскольку высвобождается занятый на производстве персонал. Роботом можно заменить представителя практически

любой специальности. Но одно дело, если робот отечественного производства, и другое – если импортный. Это вопрос экономической безопасности.

Как показывает анализ архитектуры инфраструктурных решений, ИКТ-отрасль будет расширять свои границы, постепенно оттесняя другие сегменты на уровень ресурсных экономик. У России есть выбор – быть потребителем или поставщиком электронных ресурсов. Можно сделать революционное предположение: существующая структура, когда множество министерств отвечает за свои отрасли, уйдет в прошлое. Нужен единый орган, отвечающий за реализацию инфраструктуры цифровой экономики. Это может быть межведомственная организация либо орган в рамках Минпромторга РФ. К такому решению нас подталкивают технологии, которые постепенно интегрируются.

Орган, о котором идет речь, должен пересматривать инвестиционную политику, препятствовать созданию огромного числа замкнутых экосистем, инвестировать в НИОКР, в безопасность, выполнять регуляторные функции и формировать заказ на будущих специалистов.

Теме цифровизации экономической деятельности и движения электроники на гражданские рынки было посвящено выступление **генерального директора ООО "Остек-СМТ" Евгения Борисовича Липкина**, который отметил, что эти новые рыночные сегменты работают по иным правилам.



В общем виде цифровая экономика строится из отдельных кирпичиков, к которым относятся: умные продукты, цифровые системы, электронные сервисы. Эти кирпичики не привносятся извне, а возникают под воздействием определенных сил, изменений в рыночном спросе, различных внутренних и внешних стимулов. И оттого, насколько мы понимаем, что стимулирует появление цифровых продуктов и почему они более конкурентоспособны по сравнению с нецифровыми, зависит направление дальнейшего развития.

Е.Б.Липкин выделил ряд ключевых факторов, которые обусловили необходимость цифровизации экономики. Первый – тренд на мобильность, возможность удаленной работы. Второй – потребность в более высокой производительности промышленного оборудования, вычислительных систем и т.п. Третий – необходимость снижения затрат (энергетических, производственных и т.п.) наряду с повышением качества операций, безопасности (в широком смысле) и снижением рисков. В числе других факторов – развитие электронных сервисов, защита окружающей среды, забота о здоровье и долголетию, повышение



Рис.7. Приоритет высокой добавленной стоимости

комфорта и качества жизни, конкуренция, стимулирующая разработку решений.

На основе перечисленных факторов можно выстроить систему оценки конкурентоспособности цифровых продуктов с точки зрения их функциональных характеристик. Итак, какие рынки сейчас наиболее перспективны? Медицинское оборудование и приборы, промышленная автоматизация в контексте "Индустрии 4.0", информационная безопасность, вычислительная техника (оборудование для центров обработки данных), рынок встраиваемых систем (в мире большая часть процессоров идет на создание именно встраиваемых систем), умный транспорт и "Логистика 4.0", решения цифровой энергетики – управление коммунальными сетями, оборудование для экологического мониторинга, умные решения для нефтегазовой отрасли в части мониторинга и управления, прежде всего нефте- и газотранспортными системами.

Каков же наш путь в этой новой среде? Его необходимо обсуждать в глобальном, а не локальном контексте. Границы "жестко перекрыть" невозможно – при разработке стратегии мы должны ориентироваться на глобальное разделение труда и наше место в мировой экономике. Очевидно, что фокусировать внимание следует на продукции с высокой добавленной стоимостью (рис.7), а не на дешевых массовых продуктах.

У нас есть накопленный за десятилетия научно-технический потенциал, приобретенные компетенции – наша электроника строится на ответственных продуктах со сложной

функциональностью, мы располагаем высоким качеством образования и трудовыми ресурсами. Несколько факторов нас направляют и ограничивают в выборе иного пути: дефицит компетенций в массовом сегменте, ограниченный экспортный потенциал (особенно в связи с санкциями). Значит, следует ориентироваться на потребности собственного рынка и от этого отталкиваться.

Где же искать высокую добавленную стоимость? Как показывает анализ мирового опыта, она создается на допроизводственных (исследования и разработки) и постпроизводственных (сервис) операциях. Их удельный вес в создании добавленной стоимо-

сти за последние 30 лет значительно вырос, в основном за счет конкуренции с экономиками ЮВА.

Выделим универсальные перспективные направления исследований и разработок в сфере цифровых продуктов (рис.8):

- аддитивные технологии;
- технологии анализа данных и искусственного интеллекта;
- технологии обеспечения кибербезопасности, дизайн и эргономика (особенно в гражданской сфере);
- технологии энергетической эффективности;
- технологии Интернета вещей.

Что касается сферы услуг, то при меньшей цене конкретной услуги они дают прогнозируемость доходов и исключают возникновение кассовых разрывов при падении спроса на основные продукты компании. Современные



Рис.8. Перспективные направления исследований и разработок в сфере цифровых продуктов

бизнес-технологии во многом ориентируются на сервисные контракты, различные формы аренды и т.д.

Таким образом, приоритетные направления развития цифровых решений гражданской тематики:

- решения, сфокусированные на создании продукции с высокой добавленной стоимостью;
- создание систем, а не отдельных продуктов;
- развитие "умной" составляющей в решениях;
- сервисные предложения на базе цифровых технологий;
- использование новых технологий.

**Генеральный директор ООО "Остек-инжиниринг" Юрий Викторович Смирнов** рассказал о задачах, над которыми компания работает

в сотрудничестве с предприятиями радиоэлектронной отрасли и ОПК в контексте цифровой экономики в соответствии с принятой государственной программой. При этом учитываются положения, высказанные Президентом РФ, который увязал понятия цифровой экономики, экономической безопасности и глобальной конкуренции, обозначил в качестве задач создание новой промышленности и инфраструктуры в условиях перехода к цифровой экономике.



Таким образом, представители производств должны развивать свои предприятия с использованием цифровых технологий, чтобы повышать экономическую эффективность и конкурентоспособность. Но по результатам аудита девяти предприятий отрасли выяснилось, что на большей части из них автоматизированы только два участка – бухгалтерия и конструкторское бюро, остальные используют большое количество программных продуктов, которые слабо интегрированы между собой, автоматизированные участки часто обмениваются информацией в бумажной форме. В такой ситуации переход к цифровой экономике невозможен, поскольку на ряде наших предприятий информационный поток пока не оцифрован. Значительная часть предприятий находится на втором (из пяти) уровне технологической зрелости в части внедрения цифровых систем управления. У многих предприятий нет конструкторско-технологической документации в электронном виде, нет упорядоченной нормативно-правовой информации, что затрудняет внедрение автоматизированных систем управления.

По опыту компании "Остек-инжиниринг", за последние два года в сфере внедрения цифровых технологий совместно с предприятиями решались следующие задачи: внедрение САПР и САПР-ТП, внедрение специальных программных продуктов для подготовки производства,

разработка управляющих программ для современного оборудования, повышение уровня технологичности, ремонтно- и тестопригодности изделий. Активно внедрялись системы управления производством (MES-системы) и системы прослеживаемости. Увеличившийся поток информации вынуждал предприятия наращивать серверные мощности.

Есть запросы на автоматическую обработку информации – руководство предприятий хочет оперативно получать данные о степени готовности продукции, загрузке оборудования, себестоимости и т.п.

Серьезная работа ведется по созданию программно-аппаратных средств визуализации и интерактивных технологических процессов с обратной связью, что позволяет снизить требования к персоналу при сохранении уровня качества. Разрабатываются современные методики контроля качества и тестирования: рентгеновские методы, томография, 3D-сканирование.

В настоящее время цифровые технологии охватывают все аспекты деятельности современного промышленного предприятия, и глубина проникновения цифровых технологий в производство быстро увеличивается от месяца к месяцу.

В программе развития цифровой экономики обозначены приоритетные направления и указаны конкретные планы мероприятий для каждого направления. Например, к 2024 году сетью широкополосного доступа должны быть охвачены все населенные пункты с населением более 250 человек, сетями связи должны быть обеспечены все федеральные дороги страны. Это требует создания огромного объема аппаратных средств. То есть для предприятий радиоэлектроники на ближайшие годы приоритетным направлением диверсификации производства будет создание инфраструктуры цифровой экономики.

По мнению докладчика Ю.В.Смирнова, особое внимание следует обратить на пункт программы о компьютерной безопасности – необходимо будет использовать российское программное обеспечение, оборудование, электронную компонентную базу и стандарты.

\*\*\*

Основная работа конференции проходила на заседаниях круглых столов по четырем темам: "Новые региональные решения: сотрудничество регионов и предприятий", "Перспективы выхода на рынки естественных монополий", "Стратегические приоритеты сотрудничества: восток или запад?", "Внедрение исследований академических институтов в разработки отраслевых предприятий". В докладах участников круглых столов был освещен весь спектр ключевых проблем, касающихся развития отечественной радиоэлектроники. К их рассмотрению мы вернемся в следующем номере журнала.

Фото предоставлены АО "ОНИИП".