

У РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ЕСТЬ ШАНСЫ ВОЙТИ В ЧИСЛО ЛИДЕРОВ РЫНКА

Признаемся – до сих пор нам не доводилось брать интервью у представителя инвестиционной компании. На то есть причины: это финансовая, то есть совершенно иная, не техническая область деятельности, которая требует иных знаний и умений. Другое дело – встреча с Алексеем Павлюченко, инвестиционным менеджером из частной компании KAMA FLOW. Мало того, что по образованию он инженер-физик (выпускник Новосибирского государственного технического университета, физико-технический факультет, кафедра электрофизических установок и ускорителей), так еще и компания KAMA FLOW, в которой он работает, инвестирует в микроэлектронику, искусственный интеллект, новые материалы, энергетические технологии, цифровую медицину. Перед интервью мы ознакомились с достаточно объемным исследованием этой компании «Электроника 2024», посвященным российскому рынку и инвестиционному потенциалу отрасли. Дефицит информации по этим вопросам и эрудиция собеседника превратили беседу в увлекательный разговор.

Расскажите об инвестиционной компании KAMA FLOW: истории ее возникновения, персонале (в частности, об экспертах в области электроники), целях деятельности.

KAMA FLOW была основана в 2013 г., когда венчурный рынок в России только начинал формироваться. Первые два года партнеры искали оптимальную бизнес-модель: пробовали работать в формате акселератора и инкубатора,

но быстро поняли, что эти формы в России малоэффективны без поддержки сделками. Так мы начали инвестировать.

Изначально компания не была структурирована как фонд – это была инвестиционная компания без внешних акционеров. Мы тестировали разные подходы, вкладывались в проекты из разных отраслей на ранних стадиях, работали не только самостоятельно, но и с внешними соинвесторами.

Ключевым этапом развития стала победа в конкурсе РВК на управление Венчурным фондом НТИ. Дополнительно привлекли в фонд 2 млрд руб. – капитал крупных государственных компаний и частного бизнеса. Успешно проинвестировали более 1,5 млрд руб.

Мы «погрузились» в радиоэлектронику не ради отчетности. Исторически KAMA FLOW фокусируется на российских технологических компаниях, почти всегда выбирая



deeptech-продукты. Причем, это не только софтверные решения – у нас большой опыт работы с программно-аппаратными комплексами. К примеру, в 2014 г. мы инвестировали в компанию Bitblaze – российского вендора в сегменте систем хранения данных.

Такой инвестиционный фокус сформировал и соответствующую команду. В инвестиционном блоке, помимо финансистов, работают и бывшие сотрудники НИИ, руководители групп разработки. Например, я сам когда-то работал в институте ядерной физики. Поскольку только внутренней экспертизы недостаточно, мы активно развиваем сеть контактов в научной среде и привлекаем ведущих специалистов из технологических компаний-лидеров рынка.

КАМА FLOW занимается исследованием только рынка микроэлектроники или и других электронных компонентов, например пассивных и электромеханических?

В рамках исследования мы не занимаемся отдельными сегментами элементной базы, а оцениваем рынок радиоэлектронной продукции в целом, включая наиболее перспективные продуктовые направления.

В вашем исследовании делается вывод о том, что в настоящее время Россия остро нуждается в переходе к максимальной локализации производства и увеличении объемов выпуска продукции для потребительского сегмента и промышленности. С этой целью требуется значительное расширение производственных мощностей, которое можно реализовать только с привлечением дополнительного капитала. Однако инвестиции в капитальные затраты пока остаются недоступными для частных инвесторов. Назовите основные препятствия и предлагаемые способы их преодоления.

Важно подчеркнуть, что представление о неконкурентоспособности России с точки зрения частных инвестиций некорректно. Мы видим, что во всем мире частные инвесторы заходят в такие проекты при поддержке государства. Многие крупнейшие фаундри-компании, известные каждому, были созданы при активном участии государств. TSMC не стала бы лидером рынка без регулярных субсидий и прямой господдержки на этапе становления. Любые проекты с огромными капитальными затратами – например, строительство фабрик по производству чипов – всегда были и остаются сложными

или даже невозможными без государственной поддержки.

В России основным заказчиком радиоэлектронной промышленности остается Минпромторг. Если рассматривать производство чипов, то, как мы отметили в исследовании, в стране нет частных независимых компаний с литографическим оборудованием. Даже если появится инвестор, готовый построить фабрику чипов с нуля, он столкнется с нехваткой внутреннего спроса для загрузки производственных мощностей.

НЕОБХОДИМО,
ЧТОБЫ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ПОДДЕРЖКА ПРЕДОСТАВЛЯЛАСЬ
НЕ ЧЕРЕЗ УЧАСТИЕ
ГОСКОРПОРАЦИЙ,
А В ФОРМАТЕ ЛЬГОТНОГО
ФИНАНСИРОВАНИЯ
ПРОЕКТОВ.

Как известно, в мире невозможно работать в полностью замкнутой системе, а Россия пока не имеет проработанных сценариев международной кооперации. Для успешного развития крупных производственных проектов необходимо активнее развивать совместные предприятия с зарубежными партнерами. Да, современные технологические процессы уровня 7–2 нм нам пока недоступны, но есть и другие огромные сегменты рынка: оборудование для промышленной автоматизации, электро- и теплоэнергетики и многое другое. Для ряда дружественных стран эти направления могут оказаться приоритетнее, чем новейшие 2-нм процессоры. Если частные инвесторы увидят, что доступный рынок значительно расширился, им будет проще принимать участие в таких проектах.

Второе ключевое препятствие – необходимость государственных субсидий и инвестиций. В мире никто не справился без них, и Россия, скорее всего, не станет исключением. Государственные ресурсы необходимы, но важно, чтобы поддержка предоставлялась не через участие госкорпораций (что в итоге превращает новые компании в государственные), а в формате льготного финансирования проектов.

В разделе отчета с примерами государственного финансирования электроники фигурируют только США, ЕС и Китай, и обойдены вниманием страны ЮВА, в том числе Япония.

В отчете, главным образом, упоминаются страны, формирующие основные мировые тренды, чтобы показать различия в масштабах инвестиций и подходах к развитию отрасли. Безусловно, Япония, Тайвань, Южная Корея и другие страны играют ключевые роли на мировом рынке, и их стратегии во многом схожи: государство активно участвует в развитии промышленности.

Так, 11 ноября 2024 г. премьер-министр Японии Сигэру Исиба анонсировал программу поддержки полупроводниковой промышленности и технологий ИИ. Согласно плану, правительство выделит на эти цели не менее 65 млрд долл. до 2030 г. Отмечу компанию Rapidus, созданную в 2022 г. при финансовой поддержке государства. Ее основная цель – возрождение национальной полупроводниковой отрасли и конкуренция с TSMC и Samsung. Когда-то Япония контролировала более половины мирового рынка полупроводников, но в настоящее время ее наиболее продвинутой технологией – 40-нм техпроцесс, освоенный компанией Renesas Electronics. Можно сказать, что с точки зрения технологического уровня ее стартовые позиции теперь лишь в небольшой мере опережают российские.

Отдельно стоит упомянуть Тайвань, где сосредоточено около 46% мировых мощностей по производству полупроводников. Современная радиоэлектронная промышленность Тайваня получила развитие благодаря активной государственной поддержке. В 1965 г. правительство учредило свободную промышленную зону, где разместили свои производства 24 компании – производители электроники. Дешевая рабочая сила позволила тайваньским частным компаниям активно развивать контрактную сборку для японских производителей.

Важную роль сыграл Институт исследования промышленных технологий (ITRI). В 1976 г. он начал лицензировать технологии у американской корпорации RCA, а в 1981 г. выделил производство в отдельную компанию UMC, которая ныне занимает 4-е место среди крупнейших производителей микросхем в мире.

Не менее значимой была роль ERSO (Организации по исследованиям и услугам в области электроники) – исследовательского центра при ITRI. Именно в нем в 1986 г. была разработана концепция **pure-play foundry** – фабрики, занимающейся исключительно производством микросхем без собственной разработки. До того момента все компании в отрасли разрабатывали и выпускали продукцию самостоятельно, что приводило к неэффективному использованию дорогого

оборудования. В 1987 г. центр ERSO под патронажем ITRI совместно с Philips основал TSMC – государственную компанию, ставшую лидером отрасли.

Стоит отметить также MediaTek – теперь это 4-й крупнейший проектировщик микросхем в мире. Он появился как дочерняя структура UMC: производственная компания выделила свое подразделение по проектированию в самостоятельную организацию.

В разделе исследования «Общий бюджет на строительство полноценной фабрики по производству чипов на современных техпроцессах» утверждается, что обеспеченность соответствующего сегмента российского рынка составляет всего 3–5%, а потенциал – 1 трлн руб. в год. Как была получена эта оценка? Она основана только на нынешних потребностях российского рынка? Насколько рентабельно производство микроэлектроники только для внутренних потребностей? Общемировая практика показывает, что такое производство невозможно в отсутствие слаженной экосистемы с соответствующими средствами разработки, софтом, поставщиками материалов и т. д. Очевидно, что продукция, произведенная на базе этих средств и ресурсов, не будет востребована на внешних рынках в силу своих специфических особенностей.

По оценкам BusinessStat, крупнейшего в России и странах СНГ разработчика обзоров промышленных и потребительских рынков, в 2022 г. продажи процессоров и контроллеров в РФ сократились на 14% и составили 335 млн шт. Импортируется более 95% реализуемых в России процессоров и контроллеров. В том же году страны Евросоюза, Япония и Южная Корея ввели санкции на поставки продукции, классифицируемой под кодом ТН ВЭД 8542 31 – «Процессоры и контроллеры, объединенные или не объединенные с запоминающими устройствами, преобразователями, логическими схемами, усилителями, синхронизаторами или другими схемами». К тому же, ведущие мировые бренды, среди которых Intel, AMD и Nvidia, прекратили сотрудничество с Россией.

Оценка потенциала рынка объемом в 1 трлн руб. была основана на средневзвешенной доле российской экономики и ВВП в мировом масштабе.

Рассматривать рентабельность производства исключительно для внутреннего рынка некорректно. Если инвестиции идут в развитие внутреннего производства, а рынок при этом закрывается от внешней конкуренции,

возникает обязательство закупать только отечественные изделия. В результате рыночное ценообразование исчезает, и продукция продается по цене, определяемой выбранной технологией и совокупными затратами. Фактически это возвращает модель плановой экономики. Поэтому вместо рентабельности стоит говорить об **эффективности** – такой подход явно не будет эффективным.

**ПРЯМОЕ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ
ВЕДЕТ
К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ
ЗАСТОЮ,
ЧТО ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
ИСТОРИЧЕСКИМ ОПЫТОМ.**

Вы абсолютно правы насчет экосистемы: одно предприятие не может закрыть всю производственную цепочку – необходима кооперация смежных игроков. Однако я не согласен с категоричным утверждением, что российские изделия не смогут найти спрос за пределами страны. Да, мы пока не производим чипы по передовым техпроцессам, но даже доступные технологии открывают для нас серьезные внешние рынки.

В России есть компании, которые еще до санкций успешно создавали и продавали свою продукцию, конкурируя, например, с ABB и Siemens. Да, многие компоненты производились под заказ в Китае, но задача локализации часто оказывается проще, чем выход на мировой рынок с принципиально новыми разработками. Одна из ключевых задач инвестиционных фондов и институтов развития – поддерживать такие компании в расширении рынков сбыта и создании новой продукции.

В исследовании утверждается, что в настоящее время активно ведутся переговоры с рядом компаний об инвестициях в телекоммуникационное оборудование. Одними из наиболее перспективных и динамичных сегментов рынка являются мини- и микро- ЦОДы. Венчурные фонды заинтересованы в продукции и технологиях IoT, решающих бизнес-задачи промышленных компаний. А в какие сегменты российского рынка уже поступают инвестиции?

Среди недавних значимых событий стоит упомянуть IPO компании IVA Technologies.

По данным самой компании, совокупный спрос инвесторов значительно превысил предложение, а по информации «РБК Инвестиций», книгу заявок подписали в первые два часа.

Стоит также отметить сделки с участием компаний Yadro и Syntacore, Kraftway и Ростелеком совместно с частными рыночными инвесторами направляет средства на развитие телекоммуникационного оборудования для мобильной связи. Недавние громкие новости пришли от разработчиков базовых станций для операторов – компаний Yadro, «Булат» и «Иртея». Кроме того, Yadro и «Аквариус» вложились в системы хранения данных, поддержав проекты Raidix и Aerodisk.

Отдельно стоит упомянуть Bitblaze – одного из заметных игроков на рынке СХД, входящего в наш портфель. Мы наблюдаем растущий интерес крупных корпораций к стартапам, а это значит, что в ближайшие 3–4 года инвестиционная активность в разных направлениях будет только увеличиваться.

В исследовании делается следующий вывод: «... прямое импортозамещение ведет к неверной иерархии задач и направлено на создание аналогов вместо собственных решений. Это по умолчанию не позволит укрепить технологический суверенитет и перейти из позиции догоняющего в позицию лидера». Насколько разумно в условиях глобализации отгораживаться от внешнего мира собственными решениями, программным обеспечением, микропроцессорными архитектурами и т. д.? Не следует ли признать, что позиция лидера недостижима для России не только с учетом санкций и в условиях серьезного технологического отставания, но и сильной конкуренции со стороны ведущих мировых держав и, в первую очередь, Китая? В этой связи напрашивается некий компромисс между прямым импортозамещением и собственными разработками. Каким вы его видите?

Я не считаю, что политика самоизоляции оправдана. Невозможно достичь передовых позиций, замкнувшись на внутреннем рынке и отказавшись от международной технологической кооперации. Однако у России есть шансы стать конкурентоспособным игроком на мировом рынке, в том числе войти в число лидеров.

Прямое импортозамещение ведет к технологическому застою, что подтверждается историческим опытом.

Приведу пример с вычислительной техникой. В 1946 г. американские ученые создали первую в мире ламповую ЭВМ

ENIAC с автоматизированным программным управлением. В Европе первая ЭВМ EDSAC появилась в 1949 г. В СССР в 1948–1950 гг. под руководством Лебедева, ставшего позднее академиком, была разработана ЭВМ МЭСМ, процессор которой оказался мощнее благодаря использованию параллельных вычислений. Уже в 1952 г. Лебедев представил БЭСМ-1 – его мощность выросла с 50 до 8000 операций в секунду всего за два года. Впоследствии БЭСМ-1 стал самым мощным компьютером в Европе, а модель М-20 – самой быстрой ЭВМ в мире.

Следующие 10 лет отрасль стремительно развивалась – появилось множество уникальных проектов. Однако, как это часто бывает на ранних этапах, единых стандартов не существовало. Архитектуры ЭВМ различались, а Советский Союз, несмотря на успехи в «железе», значительно отставал в области программного обеспечения. В этот момент правительство приняло решение сделать разработку вычислительной техники полностью совместимой с System/360 от IBM.

Это решение стало стратегической ошибкой. Известный ученый Эдсгер Дейкстра в 1975 г. утверждал, что решение СССР о копировании IBM 360 было одной из крупнейших побед США в холодной войне. Борис Бабаян, один из создателей первых «Эльбрусов», отмечал, что это копирование фактически остановило творчество инженеров. Отрасль стала постоянно отставать минимум на один шаг: на Западе создавали новое решение, которое затем в СССР копировали и адаптировали.

Наиболее заметной группой ученых, которые продолжали вести собственные разработки, была команда все того же академика Лебедева. Именно они создали систему «Эльбрус». В 1978 г. была разработана «Эльбрус-1» – первая в мире суперскалярная машина. Для сравнения, на Западе первый процессор с суперскалярной архитектурой появился лишь в 1992 г.

Этот исторический пример доказывает два ключевых тезиса:

1. Россия способна разрабатывать конкурентоспособные решения, даже обладая меньшими бюджетами, чем мировые корпорации.
2. Прямое копирование и чрезмерное государственное вмешательство останавливают технологический прогресс.

Замкнувшись на внутреннем рынке, Россия никогда не сможет конкурировать с мировыми корпорациями и объединенными усилиями государств в финансировании масштабных проектов. Однако я уверен, что существуют направления, где соперничество

возможно не за счет гонки бюджетов, а благодаря новым технологическим решениям. Глобальная конкуренция – это не задача на пять лет, а работа на 20–30 лет. И мы видим, что некоторым странам удается ее решать. Вспомните, каким было качество китайских товаров в 1980–1990 гг. и какое место Китай занимает в настоящее время.

Россия обладает высококлассным человеческим капиталом и всеми возможностями для создания конкурентоспособной продукции. Нам необходимо развивать технологии с ориентацией на глобальный рынок, активно создавать совместные предприятия с дружественными странами и стремиться конкурировать на мировых рынках.

СУЩЕСТВУЮТ НАПРАВЛЕНИЯ,
ГДЕ СОПЕРНИЧЕСТВО
ВОЗМОЖНО
НЕ ЗА СЧЕТ ГОНКИ
БЮДЖЕТОВ, А БЛАГОДАРЯ
НОВЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ
РЕШЕНИЯМ.

За последние два года многие страны осознали, что нельзя быть полностью зависимыми от одного поставщика технологий. Тот, кто предложит альтернативные решения, получит конкурентное преимущество.

В первую очередь, необходимо оценить возможность создания собственных технологий для контроля ключевых узловых процессов, определяющих архитектуру и взаимосвязи в аппаратных решениях: процессорные ядра, библиотеки доверенных IP-блоков, топологию ключевых модулей.

При этом в прикладных не критичных технологиях стоит перенимать и адаптировать лучшие мировые решения. И не стесняться этого.

В разделе отчета «Перспективные сегменты рынка микроэлектроники в РФ с точки зрения инвестиций» указаны направления, обеспеченность которых в РФ составляет не более 2–3%. Насколько актуальна поддержка таких секторов?

Сложный вопрос, потому что ответ зависит, с какой позиции его рассматривать. Если с точки зрения частных инвесторов, то решение о строительстве фабрики чипов, разработке литографов или производстве фоторезистов будет крайне сложным из-за высоких капитальных затрат и ограниченного

объема доступного рынка. Однако, например, библиотеки IP-блоков, несмотря на такую же низкую обеспеченность на уровне единиц процентов, представляют куда больший интерес. Или, допустим, разработка отечественного аналога продукции Xilinx – путь сложный, требующий значительных инвестиций, но все же более понятный с точки зрения стратегии развития.

При этом крайне важно наладить открытый диалог между частными инвесторами и крупнейшими российскими заказчиками, включая государственные корпорации. Инвесторам необходимо видеть внутренний спрос и быть уверенными, что клиенты не примут внезапное решение разрабатывать аналогичный продукт in-house, даже если это будет менее экономически выгодно.

Если же смотреть на задачу с позиции государства и национальных интересов, аргументы будут другими. Если поставщики полупроводникового сырья, например кремния, достаточно диверсифицированы, возможно, нет смысла строить собственные фабрики. В то же время высокотехнологичные направления вроде литографии требуют отдельного анализа, в котором доводы «за» и «против» – совсем иные. Это естественно, поскольку задачи и модели поведения частных инвесторов и государства всегда различались и будут различаться.

Сколько времени, на ваш взгляд, понадобится отрасли на разработку основных доверенных аппаратных платформ (микросхем, процессорных ядер и IP-блоков, электронного оборудования), обеспечивающих технологическую независимость? Что в настоящее время препятствует этой работе?

Чтобы получить первые серьезные результаты, потребуются 7–10 лет, а полноценная конкуренция на внешних рынках возможна на горизонте 15–20 лет. Такие сроки обусловлены не только сложностью самих продуктов, но и необходимостью их внедрения. Недостаточно создать новый продукт в изолированной среде центра исследований и разработки – требуется проделать огромную работу с потенциальными потребителями, объяснить им преимущества изделия, сформировать сообщество пользователей, разработать сопутствующие инструменты. Именно коммерциализация и выход на широкий рынок являются основными препятствиями для команд разработчиков.

Далее я упомянул бы распространенную практику работы в формате госзаказа, где творческий процесс зачастую сводится

к выполнению заказных НИОКР с задачей копирования уже существующих решений.

Что касается кадров, то на старте у нас имеется необходимый квалифицированный потенциал. Многие коллективы успешно работали и выполняли задачи для таких мировых лидеров как Intel, Motorola и другие компании.

В исследовании вывод о том, что российской электронной промышленности в условиях недоступности передовых полупроводниковых технологий проще отказаться от архитектур x86 и ARM и инвестировать в новые микропроцессорные архитектуры, подкрепляется мнением Дженсена Хуанга, что «физика полупроводников мешает нам далее применять закон масштабирования Деннарда». Насколько реалистична эта идея, по вашему мнению?

Основной посыл Дженсена Хуанга, основателя компании Nvidia, заключался в том, что существующая технологическая концепция приближается к пределу своего потенциала, и следующий крупный скачок произойдет за счет принципиально новых технологий. Это закономерный процесс – каждые 50–100 лет ключевые технологии сменяют друг друга. С момента создания первых ЭВМ прошло уже около 60 лет, и в ближайшие 10–20 лет мы станем свидетелями значительных изменений.

Что касается новых архитектур и возможностей для России, то у нее действительно есть интересные перспективы. Долгое время рынок ЦП контролировался двумя ключевыми игроками – Intel и AMD. Компания Apple также активно использовала процессоры Intel в своих устройствах, однако в 2008 г. Джони Сруджи возглавил разработку собственной линейки микропроцессоров Apple Aх, и уже с 2020 г. компания начала переход на процессоры Apple Silicon. К середине 2023 г. все модели Mac полностью перешли на новую архитектуру, разработанную совместно с ARM. Причем, это был не просто процесс лицензирования технологии, а масштабная работа, в которой ARM-архитектура стала лишь одним из фундаментальных элементов. Это хороший пример, потому что компания, никогда не проектировавшая собственный процессор, за 15 лет сумела не только заместить продукты лидера мирового рынка, но и обойти очень серьезного конкурента. Значит, это точно возможно, и никто не сможет сказать, что все это было когда-то давно, а теперь ситуация иная, другие технологии и т.д. Все эти изменения, можно сказать, произошли на наших глазах.

В настоящее время можно выделить несколько ключевых трендов в области специализированных процессоров: ускорители искусственного интеллекта (стартапы Cerebras, Groq, Tenstorrent), активное развитие архитектуры RISC-V, фотоника (Lightmatter, Luminous Computing), а также универсальные процессоры «3-в-1» типа Tachyum, где объединены CPU, GPU и TPU.

Отмечу RISC-V как наиболее очевидный и перспективный путь для российских компаний. Архитектура x86 столкнулась с серьезными ограничениями из-за сложной системы команд, что дало преимущество ARM благодаря ее энергоэффективности. Напомню, что ARM расшифровывается как Advanced RISC Machine.

**В БЛИЖАЙШИЕ 10–20 ЛЕТ
МЫ СТАНЕМ СВИДЕТЕЛЯМИ
ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ
ИЗМЕНЕНИЙ,
ПОСКОЛЬКУ СУЩЕСТВУЮЩАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ
ПРИБЛИЖАЕТСЯ К ПРЕДЕЛУ
СВОИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ.**

У RISC-V имеется множество плюсов, главный из которых – открытая архитектура. Доступ к исходному коду упрощает отладку, а открытые ядра исключают возможность закладок и скрытых уязвимостей. Кроме того, RISC-V изначально поддерживает безопасную область TEE (Trusted Execution Environment), что позволяет на аппаратном уровне разделять доверенный и недоверенный коды. При этом система команд остается достаточно простой.

В настоящее время целый ряд российских технических групп работает над решениями на базе RISC-V, и уже получены заметные результаты. Уверен, что в ближайшее время мы увидим их воочию. При этом данная технология не будет ограничена только российским рынком.

Вы выдвигаете тезис о необходимости решить задачу расширения производств и выведения их из-под крыла государственных предприятий, чтобы доступ к ним могли получить частный бизнес и стартапы. Как решить эту задачу?

Производственные компании должны работать по модели pure-play foundry, разработанной государственным институтом Тайваня для TSMC, – это производство без привязки

к собственным продуктам. Такой подход позволяет избежать конфликта интересов, делает фабрику коммерчески ориентированной и максимально прозрачной. При этом важно заранее определить квоты на работу с небольшими заказчиками (стартапами) с пониженным порогом минимального объема заказа (МОQ). Очевидно, что это направление потребует дотаций, но оно существенно снизит порог входа для небольших стартапов и откроет им возможность быстрого производства малых экспериментальных партий новых изделий.

Для реализации такой программы необходимо избегать перекоса в сторону кэптивных (принадлежащих одной избранной группе) проектов. Фабрики должны финансироваться за счет инвестиций множества участников – как государственных, так и независимых частных компаний. При этом, ни один инвестор или заказчик не должен получать возможность прямого влияния на управление фабрикой.

Для технологической и идеологической трансформации предлагается создать семью фондов, объединенных единой стратегией инвестирования в отраслевые и смежные проекты. Как при этом избежать монополизации рынка одним кланом?

Это один из ключевых вопросов. С самого начала необходимо защищать фонды от влияния крупнейших инвесторов. Профессиональная управляющая команда с коммерческим опытом, дополненная опытными техническими специалистами, способна выстроить независимую систему управления и избежать предвзятости при принятии инвестиционных решений и управлении портфелем фонда. Фактически мы говорим о создании фонда фондов. Это частая мировая практика – в капитале большинства венчурных фондов имеется капитал подобных структур. В России тоже существует такой институт – компания RBK. Вокруг формируется несколько профильных управляющих компаний, инвестирующих из своих фондов с привлечением частного рыночного капитала. Однако для этого требуется серьезная политическая воля – сначала для запуска фондов, а затем для отказа от внешнего влияния на их решения.

Не могли бы вы описать условия и способы создания устойчивого государственно-частного партнерства?

Это слишком объемный вопрос для ответа в рамках короткого интервью. Мы постараемся подготовить отдельный материал на эту тему. Решения этой задачи точно существуют.

У всех на слуху «гонка за нанометры», а какие еще тенденции развития рынка электроники вы могли бы отметить?

Мы наблюдаем активное развитие специализированных процессоров. Ранее я уже упоминал несколько стартапов, которые громко заявили о себе на мировом рынке. В ближайшие 10 лет в центре внимания будут специализированные ИИ-ускорители, новые архитектуры, поиск альтернатив кремнию, фотоника и квантовые вычисления. Уверен, что некоторые достижения окажутся прорывными и существенно повлияют на дальнейшее развитие всей индустрии.

Насколько весома роль стартапов в развитии рынка? Можно хотя бы приблизительно количественно оценить их вклад?

Стартапы играют ключевую роль в развитии рынка, поскольку именно они способствуют продвижению технологий. Согласно законам Паркинсона, бюрократия воспроизводит саму себя, а рост компаний неизбежно приводит к усложнению процессов. В результате крупные корпорации со временем теряют гибкость и перестают создавать новую продукцию с той же скоростью, что на этапе своего становления. Именно поэтому корпорации активно покупают стартапы – такой неорганический рост оказывается более эффективным, чем попытки самостоятельно разрабатывать все с нуля.

Стартапы обладают способностью быстро адаптироваться, оперативно выходить на новые рынки и при необходимости менять бизнес-модель. Их команды вынуждены рисковать и находить нестандартные решения в сжатые

сроки. По данным Всемирного банка, в 2024 г. на стартапы приходится 20–50% рабочих мест в разных странах, что говорит об их значительном влиянии на развитие человеческого капитала и экономики в целом.

По данным мировой статистики, в 2024 г. общий объем инвестиций в полупроводниковые стартапы достиг 5,3 млрд долл., превысив сумму за два предыдущих года. Лидером по-прежнему остаются США, однако Европа и Азиатско-Тихоокеанский регион также демонстрируют высокую активность. Ключевыми трендами остаются развитие аппаратного обеспечения для ИИ и краевые вычисления. Самая крупная сделка года – инвестиционный раунд Tenstorrent на сумму почти 700 млн долл. Компания специализируется на выпуске ИИ-процессоров, основанных на архитектуре RISC-V.