



**АССОЦИАЦИЯ
РАЗРАБОТЧИКОВ
И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРОНИКИ**

Проект стратегии развития электронной промышленности России

Период сбора предложений и подготовки проекта стратегии: январь 2023 – январь 2024 года.

Оглавление

Введение	2
Границы и состав отрасли	3
Текущее состояние отрасли	4
Стратегическая цель	6
Иерархия целей и задач	6
Об импортозамещении	7
О программно-аппаратных платформах	7
Спираль развития	9
Технологическая стратегия	12
Программно-аппаратные комплексы	12
Микросхемы	13
Сложно-функциональные блоки	15
Микропроцессорные архитектуры (архитектуры набора команд) и микропроцессорные ядра	16
Аналоговая электроника	19
Полупроводниковое производство	20
Инвестиционная стратегия	24
Частные инвестиции в разработки оборудования и программно-аппаратных комплексов	24
Инвестиции в разработку доверенных микросхем и сквозных проектов внедрения	25
Инвестиции в разработку полупроводниковых технологий	26
Инвестиции в полупроводниковые фабрики	26
Отраслевой фонд	27
Оценка общего объема инвестиций	28
Стратегия государственного регулирования	29
Регулирование рынка критической инфраструктуры	29
Регулирование рынка государственных закупок и преференций для продукции российского происхождения	31
Таможенное регулирование	31
Налоговые льготы для компаний отрасли	32
Регулирование цифровой экономики (экономики данных)	32
Независимые каналы импорта (параллельный импорт)	33
Международная стратегия	34
Направления стратегических инвестиционных проектов	36

Введение

В отличие от корпоративной стратегии, где субъект заранее определен, им является компания, в отраслевой стратегии субъект формируется в процессе разработки и реализации стратегии – компании отрасли, инвесторы, государственные органы власти, кто поддерживает идеи и участвует в реализации стратегических задач формируют сообщество единомышленников. Такое сообщество де-факто становится субъектом отраслевой стратегии.

Разработка стратегии начинается с согласования предназначения отрасли, которое отвечает на потребности заказчиков и государства.

Предназначение отрасли – создание доверенной аппаратной основы для информационной инфраструктуры и цифровой экономики. Оно отвечает потребностям государства и заказчиков, которые имеют три направления:

- экономика (материальное благосостояние),
- безопасность,
- суверенитет.

Стратегия российской электроники должна обеспечить развитие инновационной экономики, безопасность и устойчивость инфраструктуры, субъектность страны в цифровом технологическом мире. Понимание этих потребностей и предназначения отрасли вместе с постановкой стратегической цели формируют стратегическое видение.



Рис. 1. Формирование стратегии через видение.

Стратегия определяет, как это будет реализовано через стратегические задачи и проекты. Она состоит из следующих взаимосвязанных разделов:

- Технологическая стратегия
- Инвестиционная стратегия
- Стратегия развития кооперации и отраслевой экосистемы
- Кадровая стратегия
- Стратегия государственного регулирования и поддержки

Стратегия направляет оперативные планы. С учетом изменяющихся условий и достигнутых результатов стратегию необходимо регулярно корректировать.

Границы и состав отрасли

Электронная отрасль включает компании, которые разрабатывают и производят электронное оборудование, модули, компоненты, печатные платы, встраиваемое программное обеспечение, а также технологическое оборудование, материалы и средства проектирования электроники.

В электронной отрасли три основных уровня технологических переделов – производство электронных компонентов, производство электронных модулей и производство электронного оборудования. На рисунке 2 представлены усредненные оценки по вкладу каждого передела в стоимость конечной продукции.



Рисунок 2. Усредненная по отрасли структура стоимости от компонентов до конечной продукции

Подробнее основные технологические направления отрасли представлена на рисунке 3. Им соответствует специализация компаний, сложившаяся в результате разделения труда в условиях конкуренции и повышения сложности технологий.



Рисунок 3. Основные технологические переделы электронной промышленности

Текущее состояние отрасли

Российская электронная промышленность составляет меньше 0,5% от мировой, вклад в ВВП России примерно 0,3%. Валовой отраслевой продукт составляет около 15 млрд долларов.

Малые по мировым меркам масштабы деятельности не позволяют российским компаниям самостоятельно финансировать крупные проекты НИОКР и создавать инвестиционноёмкие производства. Масштаб деятельности крупнейших российских производителей электроники на три порядка меньше, чем у лидеров мирового рынка.

Средняя по отрасли выручка и валовая прибыль на сотрудника примерно в пять раз меньше, чем в Китае и в 10 раз меньше, чем в США и Японии. Это показатель низкой экономической эффективности нишевых производств, которые остаются скорее трудоемкими, чем инвестиционноёмкими и низкой производительности труда в большом государственном секторе отрасли. Дефицит кадров является следствием – электроника теряла привлекательность для талантов и проигрывала конкуренцию с другими отраслями за трудовые ресурсы.

Большая часть отрасли находится вне конкурентной среды, под управлением государственных корпораций и холдингов в условиях административного распределения заказов и финансирования. Административное управление и ценообразование от затрат исключают мотивацию повышать эффективность и развивать производственную кооперацию. Государственный сектор это около 500 предприятий, на которых работают более 200 тыс. сотрудников. Он обеспечивает более половины валового отраслевого дохода. Частный сектор электронной промышленности — это примерно 2500 компаний, около 100 тыс. сотрудников и около половины валового отраслевого дохода. Почти весь объем гражданской продукции отрасли и значительную часть наиболее сложной и высокотехнологичной продукции специального назначения разрабатывают и производят компании частного сектора.

Технологический уровень выпускаемого в России электронного оборудования сопоставим с мировым. Отставание до 5 лет в наиболее сложных направлениях вычислительной техники и

телекоммуникационного оборудования. Конкурентный уровень разработок электронного оборудования обеспечен за счет использования наиболее передовых из доступных на мировом рынке электронных компонентов. С повышением сложности продукции увеличивается технологическая зависимость от зарубежных разработчиков ключевых микросхем. Зависимость закрепляется привязкой программного обеспечения к зарубежным микропроцессорам. Доля российского оборудования на внутреннем рынке составляет около 15%, в основном за счет промышленных применений и государственных заказов. На больших открытых рынках российское оборудование проигрывает ценовую конкуренцию импорту из-за высокой себестоимости нишевых производств.

В проектировании микросхем отставание составляет 5-10 лет при использовании зарубежных фабрик и сложно-функциональных блоков. Доля российских микропроцессоров на внутреннем рынке не превышает 1%, хотя для многих применений их функциональный уровень является достаточным. Широкому внедрению препятствует сложность переноса на другую микропроцессорную платформу разработок оборудования и программного обеспечения, а также неопределенность планов по выпуску российских микропроцессоров из-за санкционных ограничений на доступ к зарубежным полупроводниковым фабрикам.

Уровень российского полупроводникового производства по топологическим нормам соответствует зарубежными микросхемам, которые вышли на рынок около 20 лет назад, по частотным характеристикам – около 30 лет назад. Большая часть номенклатуры электронных компонентов выпускается более 30 лет, является разработками советского времени. За счет государственных заказов доля российских компонентов на внутреннем рынке составляет около 25%. Доля гражданских применений в общем объеме продаж российских электронных компонентов составляет около 20% с учетом экспорта. Обзор российского рынка электронных компонентов представлен в [Приложении 1](#), включает анализ производителей компонентов и производителей электронного оборудования – заказчиков электронных компонентов.

Стратегическая цель

Цель стратегии – переход инфраструктуры на доверенные программно-аппаратные платформы российской разработки. Такая цель отраслевой стратегии одновременно решает задачи безопасности, технологической независимости и расширяет потенциал инновационного развития экономики. Понятия технологической независимости, доверенности и безопасности представлены в [Приложении 2](#).

Реализация этой цели потребует не менее 15 лет. Внедрение доверенных программно-аппаратных платформ требует согласования стратегии электронной промышленности, стратегии развития отрасли разработчиков программного обеспечения и стратегии цифровизации экономики.

Иерархия целей и задач

Иерархия целей и задач отраслевой стратегии представлена на рисунке 4.

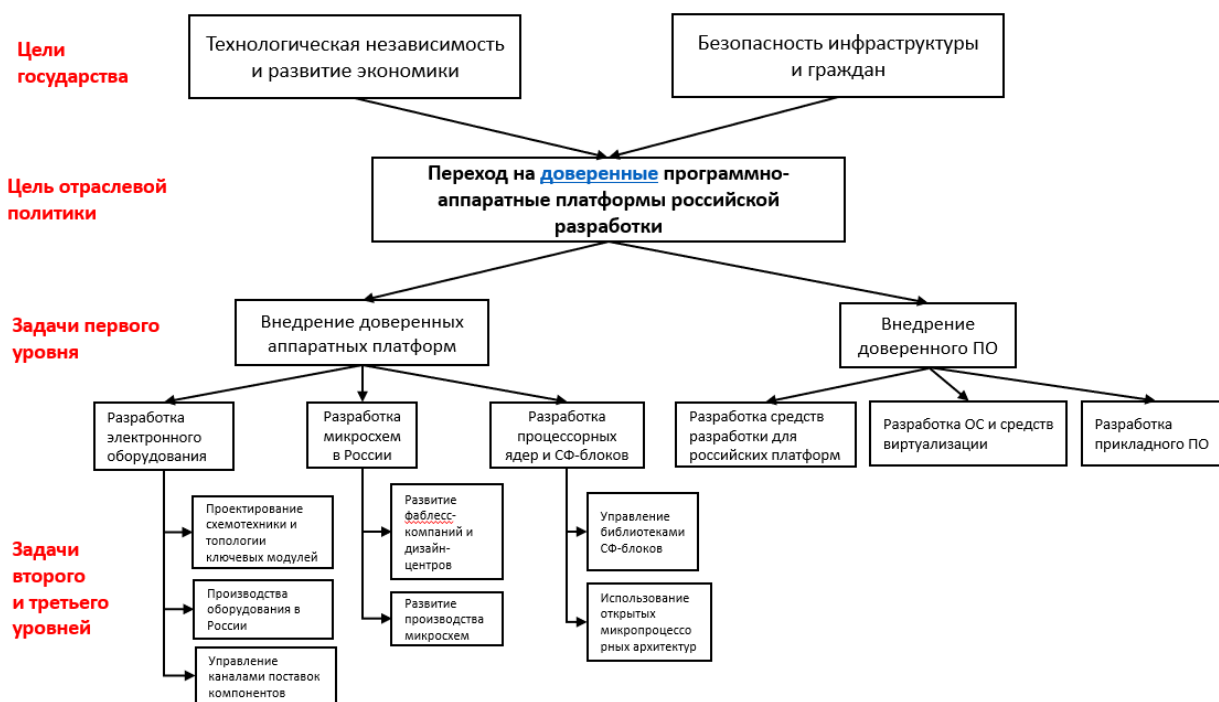


Рисунок 4. Иерархия целей и задач отраслевой стратегии

Иерархия задач определяет приоритеты, подчиненные задачи не могут противоречить вышестоящим, а должны обеспечивать их. Внедрение доверенных аппаратных платформ включает разработку оборудования, разработку микросхем и разработку сложно-функциональных блоков. Вместе это позволит создать решения необходимого уровня доверия для различных применений.

Использование открытых микропроцессорных архитектур является задачей третьего уровня, подчиненной развитию разработок доверенных микропроцессорных ядер в России.

Развитие полупроводникового производства является самой инвестиционно-емкой задачей, несмотря на это, она подчинена разработке доверенных микросхем, фабрики обеспечивают разработчиков производственным ресурсом.

Об импортозамещении

В иерархии целей и стратегических задач нет импортозамещения. В стратегии технологического суверенитета импортозамещение может быть одним из показателей, но не задачей и не целью. Если принять импортозамещение в качестве стратегической задачи, она направит на создание аналогов, а не собственных решений, что противоречит сути технологического суверенитета.

Широкое покрытие рынка в концепции импортозамещения не предполагает контроль узловых процессов, которые определяют архитектуру и взаимосвязи в аппаратных решениях и в отраслевой экосистеме. Без контроля узловых процессов охват «площадей» в процентах импортозамещения не имеет перспектив долгосрочного развития. Узловыми являются разработки программно-аппаратных платформ.

О программно-аппаратных платформах

Стратегическая цель декомпозируется по направлениям и уровням интеграции программно-аппаратных платформ.

Базовые технологии, на которые опирается весь стек прикладных решений:

- операционные системы,
- процессорные архитектуры,
- информационные протоколы,
- конструкционные интерфейсы.

Если технические решения на основе этих базовых технологий получают наибольшее распространение и становятся отраслевым стандартом де-факто, многократно переиспользуются во множестве прикладных задачах, их называют программно-аппаратными платформами. Они могут быть различного уровня интеграции – системы и комплексы, оборудование, микросхемы, сложно-функциональные блоки микросхем, см. рисунок 3. Выше находятся платформы уровня данных и сервисов, их принято называть цифровыми платформами. Программно-аппаратные платформы опираются на технологии производства микроэлектроники, в первую очередь на полупроводниковые.

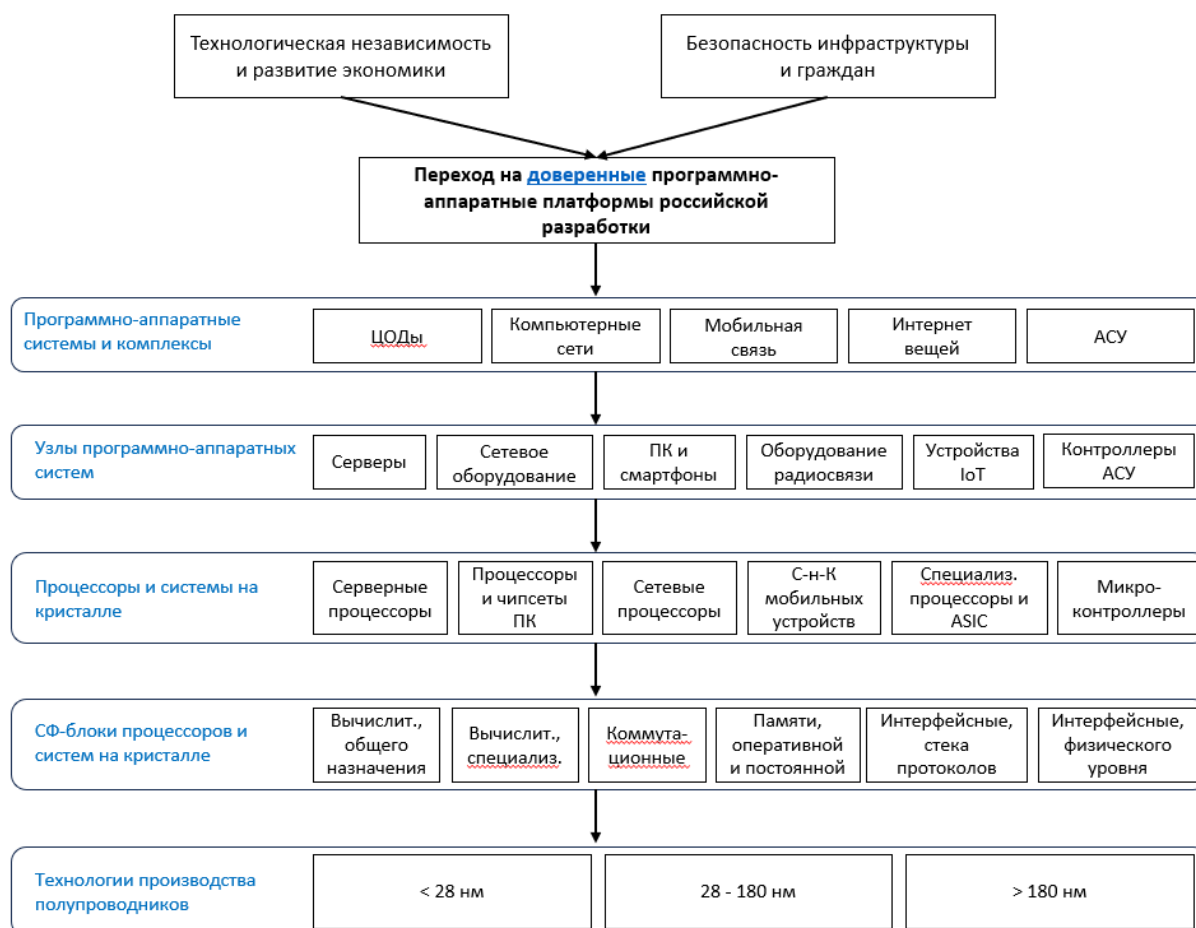


Рисунок 3. Стек программно-аппаратных платформ по уровням интеграции и функциональному предназначению.

Разработчики-владельцы программно-аппаратных платформ управляют отраслевой экосистемой, предоставляя основу для разработчиков частных прикладных решений. Они также определяют спрос на разработку всего спектра технологий, составляющих платформу. Технологическая зависимость определяется прежде всего зависимостью от владельцев программно-аппаратных платформ. Также верно обратное – технологический суверенитет определяется в первую очередь наличием компетенций по созданию программно-аппаратных платформ.

Программно-аппаратные платформы связаны между собой – платформы одного уровня дополняют друг друга в различных системах, платформы нижних уровней входят в состав платформ верхних уровней. Стратегия разработки и внедрения программно-аппаратных платформ имеет охватную составляющую, когда платформы каждого уровня расширяют покрытие на максимальный спектр прикладных задач и долю рынка. Кроме охватной есть сквозная составляющая, когда уровень доверия комплексов возрастает при использовании в них доверенного оборудования, в них доверенных микросхем и в них доверенных микропроцессорных ядер и СФ-блоков.

Принцип стратегии – концентрация усилий и ресурсов на развитии платформ, которые являются узловыми в отрасли. Второй принцип – концентрация на развитии технологий, которые являются наиболее узким местом в создании комплексных решений.

За рамками представленного выше стека программно-аппаратных платформ остаются направления силовой электроники и светотехники, в которых объектом управления являются не сигналы и данные, а электрическая энергия и свет. В силовой электронике и светотехнике платформенный характер пока не так четко выражен, как в цифровой электронике, формируются платформы на стыке электротехники и электроники. Этим направлениям посвящены отдельные разделы стратегии.

Спираль развития

Около 20 лет в отрасли преобладала политика, направленная на расширение государственных корпораций. Происходила бюрократизация без объединяющих стратегических целей. Государственные инвестиции в государственные компании были оторваны от рынка и не могли запустить цикл реинвестиций. Выборочная поддержка государственных или окологосударственных компаний не создавала стимулов для развития и искажала конкурентную мотивацию. В результате сформировался цикл с отрицательной обратной связью, см. рисунок 4, поддержка которого требовала постоянного увеличения государственных расходов. Технологическое отставание при этом увеличивалось.

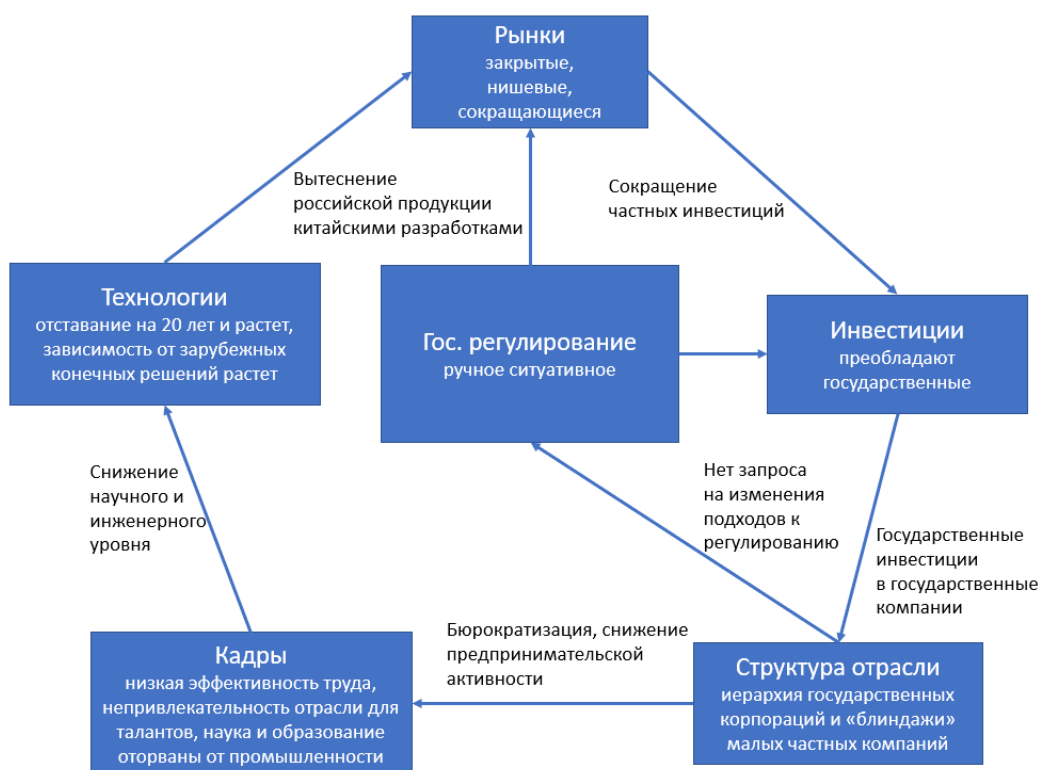


Рисунок 4. Состояние отрасли в условиях административного управления и расширения госкорпораций.

Последние годы в результате внешних факторов подходы начали меняться. Если эти изменения от ситуационных перейдут к системным, будет сформирован цикл с положительной обратной связью. Целевое состояние отрасли, которое обеспечит устойчивое развитие отрасли представлено на рисунке 5.

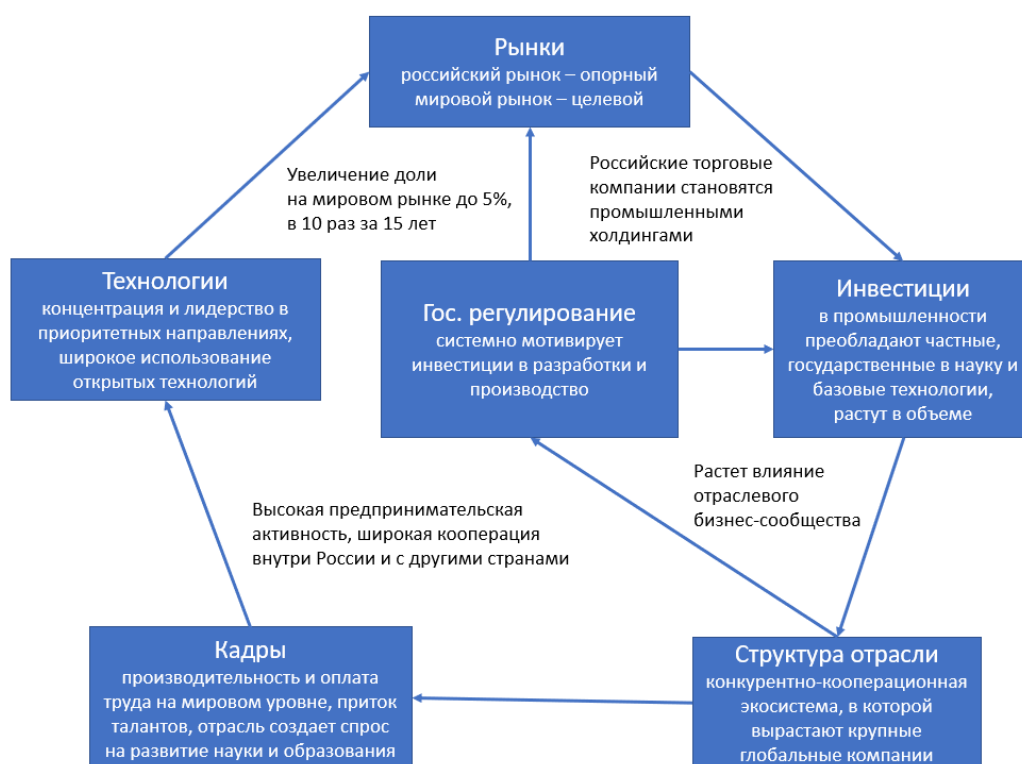


Рисунок 5. Положительная спираль развития отрасли.

Инвестиционно-технологический цикл развития работает, когда все связи в нем положительные. Так он охватывает собой всё большие ресурсы рынка, привлекает все большие объемы инвестиций, лучшие кадры, создает новые технологии или втягивает в себя перспективные стартапы с ноу-хау. Запуск положительной спирали реинвестиций является условием устойчивого развития отрасли и достижения стратегической цели.

В настоящее время такой инвестиционно-технологический цикл поддерживается глобальными корпорациями – владельцами программно-аппаратных платформ. Уступая им в масштабе на порядки невозможно в условиях открытого рынка удерживать ресурсы, тем более перетягивать на свою сторону новые ресурсы, требующиеся для развития российской промышленности.

Государственное регулирование необходимо, чтобы инвестиции в российские разработки стали более выгодными, чем продвижение зарубежных. Но регулирование не должно разрушать рыночные отношения, без которых цикл реинвестиций останавливается, не должно создавать избыточные нагрузки и барьеров, которые тормозят его. Необходимо выйти за границы российского рынка, чтобы получить конкурентоспособный по сравнению с глобальными корпорациями масштаб и силу притяжения инвестиционных, кадровых и иных ресурсов.

Стратегическими конкурентами в этом являются компании: Alphabet (Google), Apple, Meta (Facebook), AWS (Amazon), Alibaba Group, Huawei, Cisco, Nokia, Ericson, Siemens, Intel, IBM, Qualcomm, Nvidia, Broadcom, ARM, Synopsys, Cadence.

В настоящее время они контролируют основные программно-аппаратными платформы и инвестируют миллиарды – десятки миллиардов долларов в год каждая. Благодаря преимуществу масштаба и открытости глобализованных рынков, они вытеснили конкурентов и добились доминирования, но при этом сконцентрировали на себе риски социальных и военных конфликтов, санкционных ограничений, природных и техногенных катастроф. Реализация этих

рисков повышает спрос на альтернативные решение, на проекты совместного развития, децентрализацию цепочек поставок и кооперации.

Технологическая стратегия

Одна из основных проблем стратегии состоит в противоречии между охватом рынков и глубиной сквозных проектов, связывающих разработку микросхем с внедрением программно-аппаратных комплексов. С одной стороны, требования технологической глубины затрудняют охват рынка конечной продукцией российской разработки, что надолго продлевает доминирование импорта на уровне комплексов и оборудования, с другой стороны, поверхностное импортозамещение закрепляет технологическую зависимость в компонентах и не позволяет обеспечить высокий уровень безопасности.

Решение этого противоречия – переход на открытые платформы программно-аппаратных комплексов, что способствует внедрению российского ПО и оборудования, при этом не противоречит внедрению российских микросхем, а подготавливает условия.

Программно-аппаратные комплексы

Охватное направление технологической стратегии состоит в разработке и внедрении открытых вендорнезависимых платформ уровня программно-аппаратных комплексов.

На мировом рынке открытые архитектуры разрабатывают и продвигают консорциумы во главе с крупнейшими глобальными корпорациями, такие как альянс OpenRAN со стандартами инфраструктуры мобильной связи, Open Compute Project в инфраструктуре ЦОДов, консорциум Open Process Automation Forum со стандартами средств АСУ ТП O-PAS и другие. Многие технические решения и подходы в организации международных экосистем могут быть использованы, но не скопированы. В каждой области применения российские компании накапливают в настоящее время уникальный опыт преодоления технологической зависимости от зарубежных вендоров и санкционных ограничений. Обобщение этих решений является основой для отраслевых и национальных стандартов построения доверенных программно-аппаратных комплексов.

ПЕРВОЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ – РАЗРАБОТАТЬ ОТКРЫТЫЕ ВЕНДОРНЕЗАВИСИМЫЕ АРХИТЕКТУРЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ. Это комплекс постоянно развивающихся национальных и отраслевых стандартов, реализующих технологическую политику в области аппаратного и программного обеспечения информационной инфраструктуры.

Основные принципы:

- Вендорнезависимость
- Масштабируемость
- Устойчивость
- Гетерогенность
- Исключение избыточной сложности

Вендорнезависимость программно-аппаратных комплексов не запрещает проприетарные разработки оборудования, а обеспечивает их совместимость и заменяемость.

Масштабируемость относится не только к объему и сложности систем, но и к экосистеме разработчиков и заказчиков-пользователей.

Гетерогенность обеспечивает интеграцию и совместную работу компонентов с различной архитектурой, а также независимость комплексов и систем от микропроцессорной архитектуры компонентов.

Устойчивость не только функциональная, но также санкционная.

Отсутствие избыточной сложности позволяет снизить требования к аппаратному обеспечению, расширить выбор альтернативных решений на уровне микросхем, расширить область применения доверенных микросхем российской разработки.

ВТОРОЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ – РАЗРАБОТАТЬ СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ, ОБЕСПЕЧИТЬ ИХ НЕЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЗАРУБЕЖНЫХ ВЕНДОРОВ.

Эти два решения обеспечат суверенитет в управлении инфраструктурой на уровне программно-аппаратных комплексов.

Технологический суверенитет в проектировании программно-аппаратных комплексов первичен и необходим. Любой уровень независимости в проектировании оборудования и микросхем теряет смысл без суверенитета в технологической политике на уровне комплексов. Но он недостаточен без суверенитета в проектировании оборудования и микросхем.

Многие российские компании уже начали разрабатывать и согласовывать между собой техническую политику на принципах открытости и вендорнезависимости в проектировании программно-аппаратных комплексов и систем. Пока эти частные инициативы не связаны между собой и имеют ограниченное влияние на отрасль. Для обеспечения технологического суверенитета необходимо разработать и согласовать общую государственную техническую политику в проектировании программно-аппаратных комплексов и систем. По сути, эта задача определена Указом Президента Российской Федерации от 30.03.2022 г. № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». Ее реализация начинается с согласования понятий, терминологии и критериев оценки. Предложения по определению основных понятий и метрик представлены Ассоциацией разработчиков и производителей электроники, см. [приложение 2](#).

Микросхемы

Сквозное направление технологической стратегии состоит во внедрении микросхем российской разработки, основанных на доверенных микропроцессорных ядрах и СФ-блоках.

Основным препятствием в этом является высокая стоимость соответствующих микросхем и проектов внедрения при малых объемах выпуска на первых этапах.

Решением является поэтапное внедрение, начиная с функций доверенного контроля и безопасности, затем - аварийного резервирования, в дальнейшем расширение охвата основного функционала оборудования.

Такой подход позволит:

- Максимально эффективно с точки зрения задач безопасности использовать доступный объем микросхем российской разработки.
- Обеспечить широкий охват различных областей применения и заказчиков с вовлечением их в доверенную экосистему вокруг российских разработчиков микросхем. Это

необходимо для создания обратных связей с требованиями и предложениями заказчиков по развитию линеек российских микросхем, обучения разработчиков оборудования и ПО особенностям проектирования на российских микросхемах, развития системы дистрибуции и технической поддержки партнеров по разработке и конечных пользователей.

- Избежать значительного роста стоимости, т.к. доля функций безопасности составляет проценты от общей стоимости комплексов, а доля ключевой микросхемы в среднем менее 10% от стоимости оборудования. Даже если российская микросхемакратно дороже, на общей стоимости комплекса это отразится в пределах нескольких процентов.
- Сохранить высокий функциональный уровень комплексов в период, пока российские микросхемы значительно уступают в производительности передовым зарубежным.

Число проектов, в которых основной функционал оборудования переводится на российские микросхемы, будет постоянно расти. Сначала это будут проекты с наиболее высокими требованиями безопасности, затем – области применения, где уровень производительности российских микросхем является достаточным.

Постоянный рост числа заказчиков и масштаба проектов приведет к экспоненциальному росту вовлеченных в экосистему кадровых и инвестиционных ресурсов. Это обеспечит ускорение технологического развития. Сокращая отрыв от мировых лидеров, российские разработчики будут расширять охват рынка и не только в России. Так включится положительная спираль развития сквозных проектов, основанных на российских разработках.

В настоящее время доминирующее положение в наиболее емких сегментах рынка микросхем занимают следующие компании:

- Intel и AMD – дуополия на рынке микропроцессоров с архитектурой x86 для персональных компьютеров и серверов, а также на рынке программируемых логических микросхем (ПЛИС);
- Qualcomm и MediaTek – дуополия на рынке систем-на-кристалле для смартфонов и планшетов, а также для модулей беспроводной связи и навигации интернета вещей, использующих передовые технологии цифровой обработки радиосигналов;
- Nvidia – занимает доминирующее положение на рынке графических, сигнальных и нейро процессоров, используемых в системах машинного обучения, распознавания, искусственного интеллекта;
- Broadcom – занимает доминирующее положение на рынке сетевых процессоров для телекоммуникационного оборудования сети интернет.

Технологическая зависимость российских разработчиков оборудования от зарубежных компаний сводится в основном к зависимости от перечисленных выше американских корпораций и их микросхем. Соответственно стратегические задачи конкретизируются в создании доверенных альтернатив продукции перечисленных компаний:

1. центральные микропроцессоры серверов;
2. центральные микропроцессоры персональных компьютеров;
3. системы-на-кристалле мобильных персональных устройств и модулей интернета вещей;
4. графические микропроцессоры и сопроцессоры обработки потоковых данных систем искусственного интеллекта;
5. сетевые телекоммуникационные микропроцессоры;
6. микроконтроллеры промышленной автоматики и систем интернета вещей.

7. программируемые логические микросхемы и соответствующие средства проектирования;

Всего семь приоритетных направлений в разработке цифровых микросхем, в которых необходимо консолидировать инженерные и инвестиционные ресурсы компаний и государства. Шесть направлений по характеру выполняемых микропроцессором задач и седьмое – конструктор с программируемой схемотехникой.

В таком же зависимом положении от доминирующих вендоров микросхем находятся почти все страны мира. Это позволяет консолидировать ресурсы и рынки многих стран, заинтересованных в преодолении технологической зависимости, согласовывать совместные международные проекты и быстрее развивать доверенные микропроцессорные платформы.

Рабочие материалы с кратким анализом рынка и технологий и ряд гипотез рабочей группы «Цифровая электроника» по развитию микропроцессорных платформ представлен в [Приложении 3](#).

Сложно-функциональные блоки

Все типы микропроцессоров используют общий набор стандартизованных интерфейсов. При этом разработка высокоскоростных интерфейсных и аналого-цифровых блоков составляет наибольшую сложность и трудоемкость в проектах микросхем. В большинстве проектов цифровых микросхем российские разработчики приобретают лицензии на сложно-функциональные блоки у зарубежных компаний. Расходы на покупку СФ-блоков и микропроцессорных ядер могут составлять более 70% стоимости всего проекта разработки. Технологическая зависимость российских разработчиков микросхем от зарубежных СФ-блоков усугубляется привязкой СФ-блоков к определенной зарубежной фабрике на уровне моделей элементов, соответствующих специфике технологического процесса этой фабрики.

Создание библиотеки доверенных СФ-блоков является необходимым условием технологической независимости российских разработчиков микросхем. Это также является необходимым условием для развития российского полупроводникового производства цифровых микросхем. Только при наличии портированных на российскую фабрику библиотек СФ-блоков она может стать полноценной производственной базой для российских разработчиков микросхем.

Задача по разработке библиотеки сложно-функциональных блоков и микропроцессорных ядер является общей для всех семи основных направлений микропроцессоров. Она делится на проекты по основным функциональным типам СФ-блоков:

1. Интерфейсные стека протоколов
2. Интерфейсные физического уровня
3. Памяти оперативной и постоянной
4. Криптографические
5. Вычислители общего назначения
6. Вычислители специализированные

Всего несколько десятков СФ-блоков, составляющих основной функционал большинства микропроцессоров и систем-на-кристалле. В Приложении 3 приведены примеры СФ-блоков для демонстрации современного технологического уровня.

СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕЙ ЯВЛЯЕТСЯ СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ДОВЕРЕННЫХ СФ-БЛОКОВ для совместного использования и развития всеми российскими разработчиками микросхем, а

также их зарубежных партнерами. Вместе с этим стратегической задачей является развитие средств автоматизированного портирования микросхем, которые обеспечивают перенос проектов микросхем на различные полупроводниковые фабрики в соответствии с требованиями технологических процессов. Важная организационная задача – создать операторов для управления библиотеками СФ-блоков, верификацией, доступом, продажами, заказами разработок.

Создание и использование библиотеки доверенных СФ-блоков позволит:

- Достичь высокого уровня доверия микросхем
- Оптимизировать расходы на приобретение или создание СФ-блоков при реализации проектов разработки микросхем российскими компаниями
- Преодолеть зависимость от зарубежных разработчиков и поставщиков СФ-блоков
- Получить возможность переноса проектов микросхем на доступные фабрики
- Выйти на зарубежные рынки и коммерциализировать разработки IP-блоков за счет продаж лицензий и/или технической поддержки

Разработчики библиотек СФ-блоков будут расширять сотрудничество с компаниями и группами специалистов из разных стран, объединяясь с ними вокруг общих задач, совместно преодолевать зависимость от доминирующих игроков. Как в разработке микросхем, за счет совместной работы в открытых международных проектах будет выше темп развития и устойчивость экосистемы.

Микропроцессорные архитектуры (архитектуры набора команд) и микропроцессорные ядра

Подход от противного определяет первые тезисы стратегии в микропроцессорных архитектурах:

- в соответствие со стратегической целью она направлена против доминирования крупнейших глобальных корпораций и технологической зависимости от их проприетарных решений – x86 архитектура, обеспечивающая доминирование компаний Intel и AMD на рынках серверов общего назначения и персональных компьютеров;
- против доминирования микропроцессорных ядер компании ARM на рынке смартфонов, других носимых устройств, а также устройств интернета вещей.

Эти установки реализуют стремление к технологической независимости, т.е. стремление самостоятельно или в равноправном сотрудничестве развивать технологии микропроцессорных ядер, соответственно, стремление к снижению до минимума зависимости от проприетарных решений зарубежных компаний. Установки технологической независимости не предполагают запрет на использование x86 и ARM, хотя в наиболее ответственных областях запрет должен быть установлен требованиями безопасности. Во многих применениях запрет уже установлен санкциями зарубежных регуляторов и зарубежными разработчиками микропроцессорных ядер.

Анализ технологических тенденций, позволяет определить следующие стратегические установки:

- расширять многообразие архитектур и микропроцессорных ядер, доступных разработчикам специализированных микросхем, стремящимся повысить функциональность за счет оптимизации процессов обработки данных;
- исследовать и разрабатывать процессоры на других физических принципах и не-фон неймановских архитектурах.

Закон Мура продолжает работать в направлении миниатюризации и снижения энергопотребления, но практически не приносит повышения производительности. Требования повышения производительности формирует спрос и тенденцию на переход от преимущественного использования процессоров общего применения к переносу все большего объема функций на специализированные, в том числе со специализированными микропроцессорными ядрами. Вклад процессоров общего применения в общий объем обработки данных сокращается, доля специализированных процессоров в перспективе 5 лет существенно превысит долю процессоров общего применения.

Потенциал повышения производительности и функциональности за счет разработки специализированных микросхем имеет свои пределы, заложенные архитектурой компьютера Фон-Неймана, где узким местом становится передача данных между процессором и памятью. Дальнейшее повышение производительности обеспечивает переход на не-фон-неймановские архитектуры и/или использование иных физических принципов.

Разработка специализированных процессоров не исключает использование процессоров общего применения, также принципиально новые технологии производства и проектирования не отменяют подходы, преобладающие сегодня, а будут дополнять их. Условно это можно представить дугами циклов развития, см. рис. 4, когда за предыдущей технологией остается значительная часть сложившихся рынков, а новые потребности удовлетворяют технологии нового поколения.

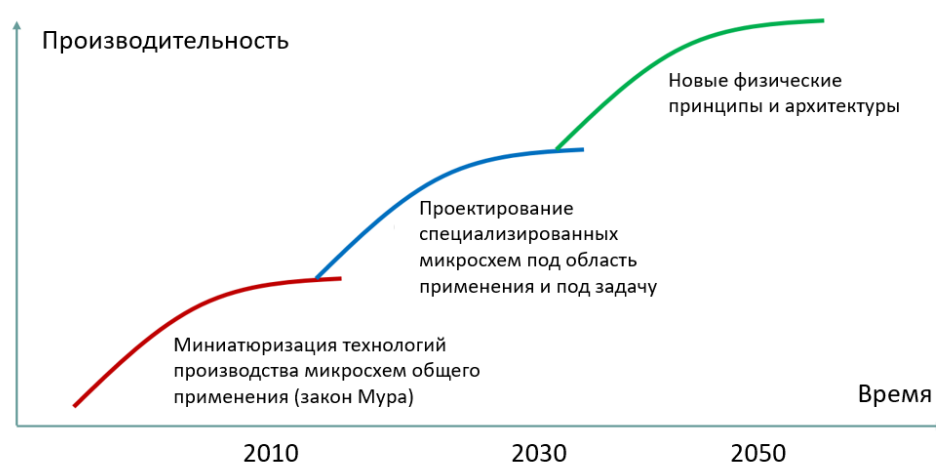


Рисунок 4. Этапы технологического развития вычислительной техники.

В сфере процессоров общего применения доверенную альтернативу x86 и ARM представляют «Эльбрус» и российские разработки ядер RISC V.

СТРАТЕГИЧЕСКОЙ ЯВЛЯЕТСЯ ЗАДАЧА ПО ПЕРЕХОДУ МИКРОПРОЦЕССОРОВ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ НА ДОВЕРЕННЫЕ ЯДРА С АРХИТЕКТУРАМИ «ЭЛЬБРУС» И RISC V РОССИЙСКОЙ РАЗРАБОТКИ.

Из них «Эльбрус» за счет технологий компиляции лучше оптимизирует процессы выполнения заранее известных сценариев, а RISC V, так же как ARM и x86, лучше справляется с постоянно меняющимися сценариями за счет оптимизации последовательности команд в процессе их

исполнения. Реализация преимуществ «Эльбруса» требует более высокой квалификации программистов, а преимущества RISC процессоров реализованы аппаратно, встроены в них и не требуют дополнительных усилий разработчиков ПО. Эти особенности не дают оснований для отказа от одной архитектуры в пользу другой во всех применениях, а скорее определяют область преимущественного использования каждой.

Чем выше ответственность задач, соответственно выше требования к квалификации разработчиков ПО, выше требования к контролю процессов обработки данных, тем больше оснований для выбора в пользу «Эльбрусов». Чем выше требования к срокам вывода на рынок новых решений, тем больше оснований для использования процессоров RISC V.

Значительным недостатком «Эльбруса» по сравнению с RISC V является закрытость и зависимость от единственного разработчика – компании МЦСТ. Признание «Эльбруса» стратегической технологией для информационной инфраструктуры потребует следующих изменений в организации экосистемы разработчиков: она развивается вокруг открытых, а не проприетарных технологий; разработка ядер Эльбрус не централизована, а ведется многими компаниями; управление экосистемой прозрачно и основано на принципах, а не субъективных оценках. Такие изменения позволят «Эльбрусу» компенсировать не только недостатки закрытого владения, но и текущие ограничения нишевого применения.

ВТОРАЯ ЗАДАЧА В ОБЛАСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ АРХИТЕКТУР – РАЗРАБОТКА ШИРОКОЙ ЛИНЕЙКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР, СОЗДАЮЩИХ ПРЕИМУЩЕСТВА ПО СРАВНЕНИЮ С ПРОЦЕССОРАМИ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ С ВЫСОКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И/ИЛИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЮ.

Число задач и объем рынка специализированных микропроцессорных ядер будет расти по мере исчерпания возможностей повышения производительности процессоров общего применения.

Специализированные микропроцессорные ядра пополняют библиотеку сложно-функциональных блоков, что позволит широкому кругу разработчиков микросхем в России и других странах использовать их преимущества, а разработчикам ядер позволит быстрее коммерциализировать создаваемые технологии.

ТРЕТЬЯ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА – ВЫЙТИ НА ПЕРЕДНИЙ КРАЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И РАЗРАБОТКАХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА НЕ-ФОН-НЕЙМАНОВСКИХ АРХИТЕКТУРАХ И НА ИНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ, СНИМАЮЩИХ ОГРАНИЧЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Здесь мы говорим об исследовании архитектур и технологий программирования, соответствующих в том числе новым физическим принципам работы вычислительных машин. Практические результаты здесь могут появиться не в ближайшие годы, спрос на повышение производительности будет требовать таких решений в перспективе 15 – 20 лет, когда все другие способы повышения производительности будут исчерпаны.

Новый виток технологического развития часто открывали компании и страны, которые находились в позиции догоняющих или отстающих, когда лидеры в стремлении удержать доминирующее положение не могли или не хотели отказаться от подходов, которые обеспечили их успех. Преимущество находящейся под санкциями российской электронной промышленности в том, что сравнительно легче решиться на изменения подходов – отказаться от доминирующих x86 и ARM в пользу российских доверенных ядер, инвестировать и внедрять новые микропроцессорные архитектуры, в том числе, чтобы компенсировать недоступность самых

передовых полупроводниковых технологий, исследовать и разрабатывать решения на новых технологических принципах. Спрос на решение этих задач сформировался во всем мире.

Аналоговая электроника

Аналоговая электроника соединяет физический и цифровой уровень. Это направление остается в первую очередь наукоемким, чем инвестиционноёмким. Его развитие определяется ограниченным кругом ученых и инженеров высшей квалификации. Невозможно подстегнуть развитие аналоговой электроники добавлением инженерных ресурсов среднего уровня. Развитие научных школ требует длительного времени, постоянной поддержки и деликатного обращения. Благодаря этому создаваемые в области аналоговой электроники научные и инженерные компетенции обеспечивают устойчивые преимущества.

Аналоговые технологии становятся дифференцирующими в производстве конечной продукции, узким горлышком, определяющим характеристики большинства микросхем, они также являются ключевыми в разработке технологического оборудования для различных отраслей промышленности.

Аналоговая электроника не требует использования предельных топологических норм, лучшие функциональные характеристики имеют микросхемы с топологией больше 28 нм, значительная часть номенклатуры выпускается на топологиях толще 90 нм. Аналоговая электроника требует более тесной совместной работы разработчиков и технологов, что создает преимущества для производства на территории страны.

Аналоговые микросхемы могут быть самостоятельным физическим продуктом в корпусе, могут входить в библиотеку СФ-блоков и продаваться в качестве интеллектуального продукта, физически могут быть чиплетом в системах-в-корпусе или блоком в системах на кристалле.

СТРАТЕГИЧЕСКИМ ЯВЛЯЕТСЯ РЕШЕНИЕ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ В МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО НОМЕНКЛАТУРЫ АНАЛОГОВЫХ МИКРОСХЕМ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ СОВРЕМЕННОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, А ТАКЖЕ РАЗРАБОТКА АНАЛОГОВЫХ И ЦИФРО-АНАЛОГОВЫХ СФ-БЛОКОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСХЕМ.

Наибольший объем закупок электронных компонентов российскими производителями оборудования в настоящее время приходится на продукцию американских компаний Texas Instruments и Analog Devices, лидеров мирового рынка аналоговых компонентов, см. отчет исследования российского рынка электронных компонентов в [приложении 1](#). Функциональный уровень, задаваемый этими компаниями, является ориентиром для российских разработчиков аналоговых микросхем. Конкурентоспособные аналоговые компоненты российской разработки будут востребованы во всем мире.

Особого внимания заслуживают технологии силовой электроники, радиоэлектроники и оптоэлектроники. Этим направлениям посвящены специальные разделы Стратегии (в разработке).

По результатам реализации стратегии сотни компаний отрасли будут вести разработки микросхем. Собственные проекты специализированных микросхем будут у многих производителей оборудования и крупных операторов цифровой инфраструктуры. Число

специализированных компаний – разработчиков микросхем вырастет кратно, с текущих 30 до 60-80 компаний. При этом будет несколько крупных продуктовых фабрик-производителей, два-три оператора библиотек СФ-блоков и десятки небольших дизайн-центров по контрактной разработке микросхем и СФ-блоков. Вокруг микропроцессорных ядер Эльбрус и RISC V сформируются пересекающиеся по составу экосистемы разработчиков микросхем, оборудования и программного обеспечения. Число сотрудников крупнейших российских фабрик-компаний вырастет с сотен в настоящее время до нескольких тысяч, у них будут филиалы и центры проектирования в разных регионах мира. Тираж выпуска разработанных микросхем вырастет на несколько порядков до сотен миллионов для наиболее массовых микросхем. Объем продаж на зарубежных рынках превысит объем продаж на внутреннем рынке.

Полупроводниковое производство

В настоящее время в России всего около 20 производителей полупроводниковых компонентов. Большинство из них продолжают поддерживать выпуск продукции по технологиям советского времени, ориентируясь на спрос со стороны предприятий ОПК.

Самая передовая технология серийного производства в России имеет топологические нормы 90 нм, АО Микрон. Линия была спроектирована франко-итальянской компанией STMicroelectronics и введена при их поддержке в 2009 году, затем также при поддержке STMicroelectronics в 2012 году была модернизирована до 90 нм. Производственные возможности линии ограничены тремя тысячами 200 мм пластин в месяц.

Второй по технологическому уровню является компания «НМ-Тех». Линия по выпуску микросхем 130 нм была приобретена у американской компании AMD в 2007 году, российское производство из-за перебоев с финансированием было открыто только в 2016 году. Для модернизации технологий до 90 нм была приобретена лицензия IBM, но сотрудничество прервалось из-за санкций. В настоящее время освоены технологические процессы, которые позволяют выпускать микросхемы с топологией 250 нм. Производственные мощности – до 20 тысяч пластин в месяц.

За последние 15 лет приобретенные у зарубежных компаний технологии не продвинулись в развитии. Основная причина в том, что на момент запуска проектов не были определены стратегические цели отрасли и задачи полупроводниковых производств. Не было задач обеспечить разработчиков микросхем доверенным производством. Также отсутствовал спрос на доверенные микросхемы со стороны разработчиков оборудования и конечных заказчиков, кроме ОПК. В таких условиях полупроводниковое производство выпадало из цепочки создания конечного продукта и было предоставлено само себе.

Развитие полупроводникового производства является подчиненной, обеспечивающей задачей для разработки доверенных микросхем и конечного оборудования. Сервисная модель контрактного производства позволит наиболее полно раскрыть потенциал полупроводниковой промышленности России, даже если не будет покрывать всех потребностей российских разработчиков микросхем.

Создание производств на территории России зарубежными корпорациями с локализацией операций, но без разработок новых технологий, не соответствует стратегическим целям отрасли. Также не соответствует стратегическим целям трансфер технологий, если за внедрением зарубежных технологий не следует разработка и внедрение собственных.

Российское полупроводниковое производство не будет покрывать все потребности конечных заказчиков и потребности российских разработчиков микросхем. Ни Россия, ни одна другая

страна в мире не обладает достаточными для этого ресурсами. Значительная часть разработок будут зависеть от зарубежных полупроводниковых фабрик. В таких направлениях стратегия российских разработчиков микросхем направлена на диверсификацию зависимости по фабрикам разных стран, диверсификацию каналов поставок и управление цепочками производственной кооперации.

Суверенитет в полупроводниковом производстве определяется возможностями разработки технологий, а не объемом внедрения заимствованных. Без компетенций по созданию собственных технологий полупроводниковое производство не может отвечать на запросы разработчиков микросхем, также не может поставить задачи производителям материалов и технологического оборудования.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ – СОЗДАТЬ ЦЕНТРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТОК И ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Направления разработок технологий:

- Технологии >180 нм – аналоговые микросхемы, микросхемы управления электропитанием, микросхемы простой логики, дискретные компоненты силовой, СВЧ и оптоэлектроники.
 - Разработка технологий производства дискретных компонентов и микросхем на АзВ5 материалах, внедрение на производствах с диаметром пластин до 150 мм.
 - Разработка технологий IGBT-транзисторов, внедрение в массовое производство на новых фабриках с диаметром пластин 200 мм.
- Технологии 180 – 28 нм, ориентированные на выпуск цифровых, аналоговых и смешанных микросхем с высокими требованиями к обработке аналоговых сигналов и широком набором интерфейсов.
 - разработка широкого набора технологических опций, необходимых для портирования библиотек СФ-блоков, внедрение их на все более тонких нормах,
 - переход на 300 мм пластины.
- Технологии <28 нм – микросхемы памяти и микропроцессоры с высокими требованиями к производительности и энергопотреблению.
 - участие в международных проектах по разработке отдельных технологий, используемых в производстве цифровых микросхем с топологиями <28 нм

Создание трех конкурирующих центров исследований и разработок технологий полупроводникового производства позволит:

- Обеспечить технологический суверенитет в разработке полупроводниковых технологий, сохраняя открытость международному сотрудничеству и высокий уровень конкуренции.
- Сконцентрировать имеющиеся и привлечь недостающие научные, инженерные и инвестиционные ресурсы на решение совместных технологических задач, непосильных для отдельных российских производителей полупроводников.
- Создать сервис по внедрению и поддержке новых технологий для российских и зарубежных производителей полупроводниковых компонентов, аккумулировать опыт десятков производителей из разных стран.
- Сформировать запрос и требования к разработчикам технологического оборудования и материалов, организовать тестирование их продукции, обеспечить координацию планов.
- Сформировать запрос на прикладные и фундаментальные научные исследования.
- Обеспечить подготовку технологов полупроводникового производства высшей квалификации.

Примером центра исследований и разработок является бельгийский [IMEC](#). США за счет государственной программы CHIPS and Science Act создает Национальный центр полупроводниковых технологий ([NSTC](#)). В России несколько компаний оказывают услуги по внедрению технологических процессов. Задача сфокусировать их на разработке и внедрении новых технологических процессов на полупроводниковых фабриках при этом обеспечить доступность их технологий и услуг для разных фабрик.

Развитие технологий дискретных полупроводниковых компонентов и микросхем на AзВ5 материалах позволит перейти от выпуска продукции по «хвостовым» кремниевым технологиям, спрос на которые сокращается, к производству современных компонентов для наиболее быстроразвивающихся направлений электроники – силовой, СВЧ и оптоэлектроники. Переход на AзВ5 материалах также позволит производителям полупроводниковых компонентов более полно закрывать потребности специальных применений. При этом будет максимально задействована инфраструктура действующих полупроводниковых фабрик на прежних диаметрах пластин и примерно тех же топологических нормах. Стоимость таких проектов составит от 50 до 200 млн долларов каждый (4-16 млрд рублей), что соответствует инвестиционным возможностям отрасли. Также это позволит возродить научную и технологическую школу широкозонных полупроводников, родоначальниками которой были советские ученые.

Разработка и внедрение технологий IGBT-транзисторов современного уровня необходима для обеспечения потребностей электротранспорта, насосного оборудования сырьевых отраслей, электроэнергетики и технологического оборудования обрабатывающих отраслей. Российские компании успешно развивают технологии производства IGBT-модулей и сборок, задача обеспечить их независимость от зарубежных производителей силовых полупроводников. Подробнее эти задачи представлены в стратегии силовой электроники.

Развитие технологий производства кремниевых микросхем с топологиями 180 – 28 нм и широким набором технологических опций отвечает на стратегическое решение по разработке аналоговых и смешанных микросхем. Также это покрывает потребности разработчиков микроконтроллеров и систем-на-кристалле со средним уровнем топологических норм, характерных для промышленных применений, автомобильной электроники и устройств интернета вещей. Высокая ценовая конкуренция предопределяет переход здесь на пластины 300 мм, что в свою очередь предъявляет высокие требования массового производства к объему доступного рынка. Консолидировать соответствующий спрос позволяет модель контрактного производства фаундри за счет сотрудничества с широким кругом российских и зарубежных разработчиков микросхем.

Развитие санкционно-устойчивых технологий производства микросхем с трехмерной интеграцией и плотностью в условных топологических нормах менее 28 нм требует консолидации научных, инженерных и инвестиционных ресурсов, а также консолидации объема заказов, сопоставимых с мировым лидером компаний TSMC. Это многократно превышает текущие возможности российской электронной отрасли. Создать санкционно-устойчивую альтернативу TSMC в обозримой перспективе сможет Китай, который обладает соответствующими инвестиционными ресурсами и технологическим заделом, созданным за предыдущие 10 лет с вложениями в десятки миллиардов долларов. Стратегия России в этом направлении поддерживать Китай в создании альтернативы TSMC, ускорять демонополизацию и диверсификацию рынка фаундри и эрозию санкционных ограничений. Со временем демонополизация рынка приведет к снижению зависимости корейских, малайзийских, сингапурских производителей от ограничений со стороны США. Полупроводниковые

производства будут развиваться в Индии, Индонезии и других странах. Российским компаниям нужно будет занять свое место на этом глобальном, но уже децентрализованном рынке. Стратегическая ставка России на наукоемкие направления, а не на наиболее инвестиционноемкие, чтобы избежать прямой конкуренции масштабов и цен с другими странами.

ВТОРЫМ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РЕШЕНИЕМ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРЕХОД ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФАБРИК НА КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО (ФАУНДРИ) В ИНТЕРЕСАХ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РАЗРАБОТЧИКОВ.

Контрактное производство станет доверенной производственной базой для разработчиков микросхем, если не будет создавать конфликт интересов выпуском собственной продукции.

Контрактное производство микросхем в России станет крупным заказчиком для российских и зарубежных разработчиков технологического оборудования, интегратором санкционно-независимых технологий.

Российские фаундри-компании смогут развивать сеть контрактных производств в других странах, привлекать их кадровые и инвестиционные ресурсы.

Примером технологической специализации для российских контрактных производителей являются [X-Fab](#) и [Tower Semiconductor](#), которые работают в сегменте аналогово-цифровых микросхем с топологиями более 28 нм. Технологический профиль этих компаний лучше соответствует инвестиционным возможностям России, лучше соответствует спросу российского рынка, где преобладают промышленные применения, а не потребительская электроника, также позволяет сохранять выбор поставщиков технологического оборудования, не попадая в зависимость от ASML, как единственного поставщика фотолитографов для наиболее тонких топологий. Альтернативу TSMC с самым массовым производством цифровых микросхем и самыми высокими требованиями к объему инвестиций создает Китай, российские компании поддерживают его в диверсификации мирового рынка фаундри. Также необходимо поддерживать планы развития полупроводникового производства в Индии и других странах, которые приведут к еще более диверсифицированному предложению услуг фандри и снизят зависимость от доминирующих игроков.

Планы российских компаний по разработке технологического оборудования и материалов для полупроводникового производства необходимо подчинить задачам и планам по разработке технологических процессов, представленных выше. Также планы по выпуску – подчинить планам по развитию полупроводниковых производств. Самостоятельные проекты по производству технологического оборудования и материалов могут иметь перспективу, если имеют потенциал продаж на мировом рынке.

Число российских производителей полупроводниковых компонентов по результатам реализации стратегии не изменится значительно, останется около 20 компаний. При этом более чем на порядок увеличится объем производства. Соотношение государственного заказа и продаж на коммерческих рынках перевернется – вместо текущих нескольких процентов на гражданских рынках будет меньше 10 процентов на государственный заказ. В отрасли будет, как минимум, четыре контрактных производства – два с топологиями микросхем 180 – 28 нм, силовые кремниевые полупроводники и полупроводники на $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ материалах. Производителей полупроводниковых компонентов будут поддерживать три центра разработки новых технологий с пересекающейся специализацией.

Инвестиционная стратегия

Инвестиционная стратегия работает на технологическую стратегию, обеспечивает реализацию ее задач и проектов и запуск положительного цикла реинвестиций. Она определяет источники инвестиций, предназначение каждого источника и управляет синергией между ними.

Запуск положительного цикла реинвестиций является обязательным требованием инвестиционной стратегии. За счет средств, зарабатываемых компаниями на рынке, объем инвестиций будет увеличен многократно по сравнению с доступным в настоящее время, кроме этого, многократно возрастет эффективность инвестиций.

Частные инвестиции в разработки оборудования и программно-аппаратных комплексов

Все технологические задачи, где объем доступного рынка существенно больше входного инвестиционного барьера будут решены за счет инвестиций участников рынка и привлекаемых ими внешних частных инвестиций. В первую очередь это разработки программно-аппаратных комплексов и электронного оборудования, а также инвестиционные проекты по развитию производства этой продукции. Участие государства в финансировании таких проектов не требуется и является негативным фактором, который в большинстве случаев нарушают конкурентную мотивацию компаний. Когда одни компании получают поддержку от государства, а другие развиваются за свой счет, конкуренция за господдержку становится важнее, чем рыночная конкуренция. Возникает перекося в мотивации, когда преуспевать в конкурсах за субсидии и в отчетности по ним важнее, чем преуспевать в развитии инженерных и производственных компетенций. Государственные субсидии поддерживают раздробленность отрасли, а использование внешних частных инвестиций стимулирует консолидацию ресурсов и способствует увеличению масштаба проектов.

Чтобы обеспечить приток частных инвестиций в разработки программно-аппаратных комплексов и оборудования, необходимы настроить государственное регулирование на решение стратегических задач, добиться за счет этого устойчивой работы цикла реинвестиций в разработки и производство.

ПЕРВОЕ РЕШЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ – ОБЕСПЕЧИТЬ ПРИТОК ЧАСТНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ОХВАТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА.

В первую очередь, это регулирование рынка критической инфраструктуры с требованиями по внедрению доверенных программно-аппаратных комплексов. Регулирование рынка государственного заказа должно поддерживать его четкими требованиями по внедрению и закупкам российских разработок. Таможенное регулирование импорта создаст необходимую мотивацию для инвестиций в производство. Налоговые льготы расширят собственные инвестиционные возможности компаний отрасли. Весь комплекс мер представлен в стратегии государственного регулирования.

Настройка мер государственного регулирования рынка сразу обеспечит удвоение объема частных инвестиций в разработки и производство оборудования и комплексов, он составит более 50 миллиардов рублей в год и, как минимум, удвоится за 5 лет за счет развития предприятий отрасли и за счет дополнительного притока инвестиций торговых компаний, промышленных холдингов из других отраслей, частных фондов.

Государственное регулирование приведет к незначительному росту цен только в первые годы реализации стратегии и это обеспечит дополнительный приток инвестиций со стороны заказчиков и дистрибьюторов. В дальнейшем за счет увеличения объемов выпуска и конкуренции между российскими разработчиками цены снизятся до конкурентного на мировом рынке уровня, что приведет к расширению экспортных возможностей, заработает положительная спираль развития инвестиционно-технологического цикла.

Инвестиции в разработку доверенных микросхем и сквозных проектов внедрения

ВТОРОЕ РЕШЕНИЕ – ОБЕСПЕЧИТЬ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ИНВЕСТИЦИОННУЮ ПОДДЕРЖКУ СКВОЗНЫХ ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ДОВЕРЕННЫХ МИКРОСХЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ.

Направления государственных инвестиций в разработки микросхем соответствуют технологической стратегией: семь направлений разработок цифровых микросхем, отдельно – направление аналоговых микросхем, шесть направлений финансирования разработок СФ-блоков, два направления микропроцессорных ядер общего применения, разработка специализированных ядер. Всего 17 направлений.

Действующие инструменты субсидирования разработок по постановлениям Правительства РФ 1252 (микросхемы и СФ-блоки), 109 (оборудование), 1619 (внедрение оборудования и программно-аппаратных комплексов) согласовать между собой, скорректировать по составу требований и использовать исключительно для финансирования сквозных проектов по 17 представленным выше направлениям. Приоритет в распределении государственных субсидий получают разработчики микросхем и СФ-блоков, которые имеют соответствующую специализацию и широкий круг заказчиков. Развитие таких компаний будет создавать новые возможности для всей отрасли, а не отдельных вертикально-интегрированных холдингов.

Сквозной принцип инвестиционной поддержки позволяет управлять рисками невыполнения основных показателей комплексных проектов – объем внедрения определяется соглашениями с крупнейшими заказчиками о субсидировании по ПП 1619. Это также обеспечит вовлеченность крупнейших заказчиков в планирование разработок микросхем и оборудования, в управление техническими и экономическими требованиями.

При условии скоординированного управления проектами общая потребность в государственном софинансировании сквозных проектов составляет всего около 20 миллиардов рублей в год, что определяется главным образом общей численностью разработчиков микросхем и СФ-блоков (около 2000 специалистов). Для каждой компании предельный объем государственных субсидий соответствует располагаемым кадровым ресурсам, его превышение не приведет к ускорению разработок, но будет негативно влиять на конкурентную экосистему. Каждая компания имеет несколько направлений специализации из 14 субсидируемых, это определяют позиционирование относительно других разработчиков и ограничивает участие в непрофильных конкурсах на субсидирование. Условие четкой специализации в организации конкурсов позволит избежать распыления инженерных ресурсов и инвестиционных средств.

Объем частных инвестиций в сквозные проекты составит сначала около 10 миллиардов рублей в год, затем будет удваиваться каждые пять лет по мере расширения масштаба внедрений доверенных микросхем. Государственные субсидии экономически будут оправданы в перспективе 5-10 лет за счет, как минимум, 100 кратного увеличения объемов выпуска и внедрений российских микросхем, достижения конкурентоспособного масштаба и притока частных инвестиций.

Инвестиции в разработку полупроводниковых технологий

ТРЕТЬЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ – ОБЕСПЕЧИТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЕ СУБСИДИРОВАНИЕ ЗАКАЗОВ ЦЕНТРАМ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТОК И ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦЕНТРАМ), А ТАКЖЕ ИХ ЗАКАЗОВ НА РАЗРАБОТКУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

В этом решении финансирование разработок технологического оборудования передано разработчикам технологических процессов. Они направят разработки технологического оборудования и материалов на наиболее актуальные задачи и выберут наиболее перспективные решения, квалифицированно определят технические требования и обеспечат внедрение результатов. Это сведет к минимуму риск ошибочных решений в постановке задач и оценке результатов, который очень высок при прямом государственном финансировании разработок технологического оборудования и материалов. С производителей технологического оборудования и материалов это снимет риск отсутствия спроса на разработки.

Весь объем финансирования в этом направлении направить на субсидирование заработных плат специалистов – разработчиков технологических процессов, технологического оборудования и материалов.

В настоящее время в стране всего от 100 до 200 высококвалифицированных технологов, которые могут сформировать костяк технологических центров полупроводникового производства. При оплате труда на уровне мирового рынка объем субсидирования будет составлять до 3 млрд рублей в год. Оплата коммерческого и административного персонала, а также закупки оборудования и накладные расходы будут обеспечены за счет частных инвестиций и договоров с серийными производителями полупроводниковых компонентов, в том числе с зарубежными заказчиками.

Ведущие инженеры-технологи полупроводниковых фабрик смогут совмещать работу на серийном производстве и в центрах исследований, разработок и внедрений новых технологий. Совмещение позволит им одновременно решать общие для отрасли задачи разработки новых технологических процессов и поддерживать существующие на предприятии процессы, делиться своим опытом и получать поддержку ведущих технологов с опытом других российских и зарубежных фабрик.

Инвестиции в полупроводниковые фабрики

ЧЕТВЕРТОЕ РЕШЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ – ОБЕСПЕЧИТЬ СУБСИДИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РАСХОДОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФАБРИК ДЛЯ ВЫХОДА НА ОТКРЫТЫЙ РЫНОК ФАУНДРИ И РЫНКИ КОМПОНЕНТОВ ГРАЖДАНСКОЙ ПРОДУКЦИИ.

Определить доступный для производителей полупроводников объем субсидирования в сумму, которая соответствует двум НДС за предыдущий год. Валовая добавленная стоимость в среднем для полупроводниковых производств составляет около 50% от выручки. Максимальный объем субсидирования составит при этом около 20% от выручки. Общий объем субсидирования составит вначале около 10 млрд рублей в год, дойдет до 100 млрд рублей в год через 5 лет, стабилизируется на этом уровне.

При этом нецелесообразно отменять НДС для производства полупроводников, т.к. это промежуточный передел. Отмена НДС значительно затруднит налоговый учет, создаст риски претензий, но не даст значительных стоимостных преимуществ, т.к. недоплаченный НДС за компоненты будет оплачен заказчиками с продаж конечной продукции.

Прямая связь объема доступных субсидий с НДС позволит учесть масштаб производства – чем больше производство, тем больше затрат требуется на его модернизацию. Также формируется положительная мотивация развития производств – с расширением объемов выпуска увеличивается НДС и пропорционально расширяются инвестиционные возможности даже при минимальной прибыльности в период расширения доли рынка.

Средства субсидий можно будет использовать исключительно на закупки технологического оборудования, субсидировать до 100% соответствующих затрат. Тогда собственные инвестиции предприятий будут покрывать сопутствующие расходы, связанные с внедрением новых технологических процессов, расширением производственных помещений, обучением персонала. Такой подход позволит избежать нецелевого использования субсидий на покрытие расходов, которые сложно контролировать. Это также упростит отчетность компаний по использованию бюджетных средств.

Когда все производители полупроводников имеют доступ к субсидированию, возникает конкурентная мотивация, которая проявит лидеров отрасли по результативности и эффективности инвестиций. Более эффективные компании обеспечат больший объем производства, больший НДС и получат поддержку в большем объеме. Менее эффективные сохранят устойчивость производства, но с потерей доли рынка со временем перейдут под контроль более успешных производителей.

Результатом данной меры станет развитие действующих полупроводниковых производств и запуск новых. Расширение объемов полупроводникового производства с выходом на гражданские рынки позволит кратно снизить цены на компоненты, в том числе в цепочках государственных заказов. С учетом этого общий экономический эффект для государственного бюджета будет положительным. Более важно, что будет значительно повышен уровень технологической независимости российских разработчиков микросхем и оборудования.

Инвестиционная поддержка полупроводниковых фабрик обеспечит спрос на производство технологического оборудования и материалов. Оборудование и материалы, разработанные по заказам технологических центров, будут внедрены на фабриках вместе с технологическими процессами и будут пользоваться спросом, растущем по мере масштабирования производств.

Отраслевой фонд

ПЯТОЕ РЕШЕНИЕ – СОЗДАТЬ ОТРАСЛЕВОЙ ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ФОНД С УЧАСТИЕМ КРУПНЕЙШИХ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ-ЗАКАЗЧИКОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАИБОЛЕЕ ИНВЕСТИЦИОННОЁМКИХ ПРОЕКТОВ.

Проекты создания новых полупроводниковых фабрик, разработки СФ-блоков и средств проектирования, разработки микропроцессоров требуют консолидации инвестиционных ресурсов и спроса, согласования требований крупнейших заказчиков. Отраслевой фонд станет не только инструментом объединения ресурсов, но и органом согласования и планирования проектов. Это значительно снизит риск перекоса в кэптивные проекты, зависимые от одного инвестора и заказчика, дробления инженерных ресурсов и доступного рынка. Также это снизит риски манипуляций инвесторами.

В структуре управления фонда представители крупнейших заказчиков должны быть сбалансированы представителями компаний отрасли, неаффилированных с заказчиками.

Отраслевой фонд будет финансировать международные проекты, соответствующие отраслевой стратегии, совместно с зарубежными инвесторами и фондами.

При фонде будет создан отраслевой аналитический центр для мониторинга рынка, оценки запросов и результатов реализации проектов, анализа мер государственного регулирования, потребностей в кадрах, оценок рисков внешних ограничений.

Фонд обеспечит финансирование работ по стандартизации, разработке вендорнезависимых архитектур и рекомендаций по проектированию программно-аппаратных комплексов.

Объем отраслевого фонда составит более 200 млрд рублей, в нем примут участие более 100 компаний.

Оценка общего объема инвестиций

Охватное направление технологической стратегии обеспечат частные инвестиции. За счет настроек государственного регулирования рынка будет создана устойчивая экономическая мотивация инвестировать в разработки оборудования и программно-аппаратных комплексов, а также в производство этой продукции. Тысячи компаний отрасли и частных инвесторов реализуют десятки тысяч проектов стоимостью в десятки – сотни миллионов рублей. Общий объем инвестиций составит более 300 млрд рублей за первые пять лет, более 1,5 трлн рублей за 15 лет.

Государственные субсидии обеспечат софинансирование проектов по разработке доверенных микросхем и сквозные проекты внедрения оборудования на их основе. Всего десятки проектов стоимостью в миллиарды рублей каждый. Общий объем государственных субсидий составит около 100 млрд рублей в первые пять лет, более 300 млрд за 15 лет.

Объем государственного субсидирования центров разработки и внедрения технологий полупроводникового производства составит до 15 млрд рублей за первые 5 лет, до 100 млрд рублей за 15 лет.

Государственные субсидии на развитие полупроводниковых фабрик составят около 50 млрд рублей в первые пять лет, до 250 млрд рублей за 15 лет.

Инвестиции отраслевого фонда в полупроводниковые фабрики, разработки микросхем, СФ-блоков, микропроцессорных ядер, составят около 200 млрд рублей за первые пять лет, более 1 трлн рублей за 15 лет.

Общий объем инвестиций всех проектов из всех источников составит:

- более 875 млрд рублей за первые пять лет,
- более 3,9 трлн рублей за 15 лет.

Из них государственные инвестиции:

- около 375 млрд рублей за первые пять лет (43% от общего объема),
- 1,4 трлн рублей за 15 лет (36%).

Общий объем инвестиций за первые пять лет составит всего около 3% от объема российского рынка электронного оборудования. Внутренний рынок обеспечит опорный спрос в реализации стратегии без существенного ущерба для потребителей и экономики страны. В результате реализации стратегии потребители и экономика в целом получают значительный выигрыш от переноса разработок и производства в Россию. Вклад отрасли в ВВП увеличится с текущих 0,5% до 5%.

Стратегия государственного регулирования

Государственное регулирование обеспечивает реализацию стратегических задач и планов, подчиняется им.

Государственное регулирование включает в себя:

- состав предпочтений или ограничений,
- критерии и требования к продукции или компаниям, на которые распространяются предпочтения и ограничения,
- методики и процедуры оценки соответствия требованиям,
- представление результатов оценки соответствия – сертификаты, декларации, реестры.

Состав предпочтений, требования к продукции и компаниям должны быть четко определены и должны соответствовать стратегическим задачам. Процедуры экспертизы и представления результатов должны быть точными и простыми, чтобы не создавать значительные издержки для компаний и не уводить регулирование мимо стратегических задач.

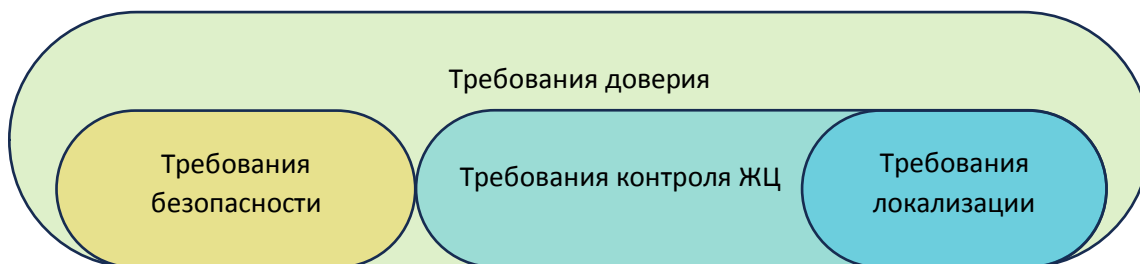
Регулирование рынка критической инфраструктуры

Ключевое значение для реализации стратегии имеет регулирование рынка критической информационной инфраструктуры и определение требований доверенности к программно-аппаратным комплексам.

Требования доверенности включают в себя требования безопасности и требования к уровню контроля жизненного цикла разработки. Требования безопасности в целом формализованы и нуждаются только в регулярной корректировке по новым моделям угроз. Требования контроля жизненного цикла задают вектор технологического суверенитета и имеют ключевое значение для преодоления внешних санкционных ограничений. Пока они нормативно не определены эта составляющая стратегии остается без направляющей, нет ограничений на использование платформ зарубежной разработки с дальнейшим закреплением технологической зависимости.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ – ДОПОЛНИТЬ ТРЕБОВАНИЯ ДОВЕРЕННОСТИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И МИКРОСХЕМ ТРЕБОВАНИЯМИ ПО КОНТРОЛЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ.

Структура требований доверенных технических решений, используемых на объектах



критической информационной инфраструктуры, представлена на рисунке 6.

Рис. 6. Структура требований критической информационной инфраструктуры к продукции.

Понятия технологического суверенитета (независимости), доверенности и безопасности, а также ряд других понятий, используемых в регулировании рынка критической информационной инфраструктуры представлены в приложении 2. Эти понятия необходимо определить нормативно. Искажение понятий меняет целеполагание в государственном регулировании.

Минимальный необходимый уровень требований – доверие процессам и результатам проектирования электронного оборудования и программно-аппаратных комплексов. Для более ответственных функций и областей применения требования доверенности включают проектирование микросхем, далее по мере повышения требований – проектирование микропроцессорных ядер и СФ-блоков и для наиболее ответственных включают все предыдущие и процессы производства микросхем. Таким образом определены четыре уровня доверенности.

Требования доверенности для каждой системы зависят от значимости объекта, области применения и ответственности исполняемых функций.

Более высокие требования доверенности предъявляются к системам, которые обеспечивают функции безопасности, доверенного контроля и функции аварийного резервирования.

Значимость объекта с точки зрения безопасности и значимость исполняемой функции складываются и вместе формируют требования к уровню доверенности каждой системы.

Такие требования формируют спрос на доверенные микросхемы российской разработки со стороны всех объектов критической инфраструктуры в части функций безопасности, доверенного контроля и резервирования. А наиболее значимые объекты формируют спрос на доверенные микросхемы в основном функционале систем.

Как было представлено в разделе технологической стратегии, такой подход позволит:

- Максимально эффективно с точки зрения задач безопасности использовать доступный объем микросхем российской разработки.
- Обеспечить широкий охват различных областей применения и заказчиков с вовлечением их в доверенную экосистему вокруг российских разработчиков микросхем. Это необходимо для создания обратных связей с требованиями и предложениями заказчиков по развитию линеек российских микросхем, обучения разработчиков оборудования и ПО особенностям проектирования на российских микросхемах, развития системы дистрибуции и технической поддержки партнеров по разработке и конечных пользователей.
- Избежать значительного роста стоимости, т.к. доля функций безопасности составляет проценты от общей стоимости комплексов, а доля ключевой микросхемы в среднем менее 10% от стоимости оборудования. Даже если российская микросхемакратно дороже, на общей стоимости комплекса это отразится в пределах нескольких процентов.
- Сохранить высокий функциональный уровень комплексов общего применения в период, пока российские микросхемы значительно уступают в производительности передовым зарубежным.

Требования российского происхождения должны находиться внутри требований доверенности, что позволит согласовать между собой два инструмента регулирования и исключить затраты на экспертизу российского происхождения для доверенной продукции.

Регулирование рынка государственных закупок и преференций для продукции российского происхождения

В нормативной базе критической инфраструктуры необходимо исключить ссылки на требования российского происхождения продукции, поскольку это регулирование носит вспомогательный характер. Требования доверенности направлены непосредственно на реализацию стратегической цели, а требования российского происхождения направлены на задачи второго и третьего уровней по локализации определенных технологических операций.

Для согласования мер регулирования рынка государственных закупок со стратегической целью отрасли необходимо включить в требования российского происхождения подтверждение разработок на территории России. Без этого реестр продукции российского происхождения будет закреплять зависимость от зарубежных разработок.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ:

- ДОПОЛНИТЬ ТРЕБОВАНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ, ПО КОТОРЫМ ПРОДУКЦИЯ ВХОДИТ В РЕЕСТР РОССИЙСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ПОЛУЧАЕТ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРЕФЕРЕНЦИИ, ОБЯЗАТЕЛЬНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ ПО РАЗРАБОТКЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.
- В РЕЕСТРЕ РОССИЙСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВЫДЕЛИТЬ ПРОДУКЦИЮ, ОСНОВНОЙ ФУНКЦИОНАЛ КОТОРОЙ РЕАЛИЗОВАН НА МИКРОСХЕМАХ РОССИЙСКОЙ РАЗРАБОТКИ, ПРЕДОСТАВИТЬ ЕЙ ПРЕФЕРЕНЦИИ ПЕРВОГО УРОВНЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГОЙ ПРОДУКЦИИ, ВКЛЮЧЕННОЙ В РЕЕСТР.

Эти решения необходимо распространить на все группы продукции электронной промышленности.

Таможенное регулирование

Наибольшее влияние на развитие производства электронного оборудования и модулей оказывает таможенное регулирование. Потенциал увеличения объемов производства за счет таможенного регулирования – в 5 раз с достижением 60% доли внутреннего рынка. Объем продаж оборудования и модулей в России исчисляется сотнями миллиардов рублей, а инвестиции в организацию производства – сотнями миллионов - миллиардами. При таком соотношении 20% пошлина на импорт конечной продукции (оборудования), 10% пошлина на импорт модулей и нулевая пошлина на ввоз компонентов обеспечивают для всех участников рынка достаточную мотивацию инвестировать в перенос производства модулей и оборудования на территорию России.

Таможенное регулирование не может обеспечить развитие производств электронных компонентов, поскольку входной объем инвестиций здесь превышает объем регулируемого рынка.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ – ДЛЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ УСТАНОВИТЬ 20% ТАМОЖЕННЫЕ ПОШЛИНЫ НА ИМПОРТ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И 10% НА ИМПОРТ МОДУЛЕЙ ПРИ НУЛЕВЫХ ПОШЛИНАХ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

Реализация этого решения потребует выхода из соглашения ВТО о торговле товарами информационных технологий, что соответствует целям стратегии. При использовании единого тарифа на все виды оборудования и другого единого тарифа на все виды модулей (частей оборудования), данная мера не будет создавать дополнительных транзакционных издержек. Замена таможенных пошлин на квази-пошлины в форме отраслевых или утилизационных сборов

с импорта приведет к значительными издержкам на внедрение и поддержку учета продукции по всей цепочке поставок, эксплуатации и утилизации. Эффективность такого регулирования значительно ниже таможенных пошлин.

За счет развития производства оборудования и модулей таможенное регулирование формирует массовый спрос на электронные компоненты. Инвестиции в производство компонентов государство стимулирует не пошлинами на импорт, а субсидированием инвестиционных расходов микроэлектронных производств, см. раздел инвестиционной стратегии. Это позволяет, в том числе, исключить конфликт интересов производителей оборудования и производителей компонентов, неизбежный при повышении пошлин на электронные компоненты.

Налоговые льготы для компаний отрасли

Льготы по налогу на прибыль и страховым взносам расширяют собственные инвестиционные возможности компаний отрасли и повышает их конкурентоспособность на рынке труда. Налоговые льготы организациям радиоэлектронной промышленности установлены Федеральным законом от 14.07.2022 г. № 323-ФЗ, который уточнил положения налогового кодекса и определил профиль организаций, которым предоставляются льготы: производителям оборудования собственной разработки, разработчикам и производителям электронных компонентов, контрактным разработчикам и контрактным производителям.

РЕШЕНИЕ О ПРЕДОСТАВЛЕНИИ НАЛОГОВЫХ ЛЬГОТ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЗАКРЕПИТЬ В КАЧЕСТВЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО, А НЕ ВРЕМЕННОЙ МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ.

Текущий временный характер льгот не может повлиять на долгосрочную инвестиционную стратегию компаний. Также для молодых людей, выбирающих направление профессионального развития, временные меры поддержки означают неуверенность в отраслевой государственной политике.

Объем дополнительных инвестиций за счет налоговых льгот составит в первые годы стратегии около 15 млрд рублей в год, около 20% от общего объема собственных инвестиций компаний отрасли.

Регулирование цифровой экономики (экономики данных)

Данные являются главным ресурсом цифровой экономики. Первичные данные, включая видео, фото, аудио запись событий, определение географических координат, действия в мобильных сетях, мессенджерах и социальных сетях, производимые на территории России, должны храниться и обрабатываться на территории России доверенными средствами. Доверенное хранение и обработка первичных данных является необходимым условием безопасности и суверенитета при переходе в цифровую экономику.

Стратегическое решение государственной политики в области экономики данных – обеспечить хранение и обработку первичных данных, производимых на территории России, доверенными средствами, размещенными в России.

Цифровые сервисы, использующие технологии искусственного интеллекта, позволяют анализировать и симулировать поведение, проявлять, как сильные стороны, так и уязвимости личности, влиять на поведение людей и характер отношений в обществе. Требования доверия к

сервисам на основе технологий искусственного интеллекта должны включать в себя не только технологические, но и этические критерии.

Стратегическое решение в области искусственного интеллекта – ограничить доступ к большим данным, генерируемым и хранимым в России, для не доверенных сервисов искусственного интеллекта.

Эти решения является основой для долгосрочных планов по развитию инфраструктуры доверенных центров обработки данных, сетей связи и разработки пользовательских устройств.

Независимые каналы импорта (параллельный импорт)

Легализация параллельного импорта в условиях санкционных ограничений привела к созданию независимых от зарубежных вендоров каналов поставок.

До 2022 года российское законодательство защищало право зарубежного вендора управлять каналом поставок, защищало его интеллектуальную собственность, его право определять, кому он продает свою продукцию, а кому нет, через кого продает. Также это давало возможность контролировать всех заказчиков. К примеру, поставщики микросхем были обязаны сообщать зарубежному вендору обо всех российских заказчиках, включая оборонные предприятия. Отказ от подчинения каналов поставок зарубежным вендорам является важным шагом к суверенитету.

Не корректно называть независимые каналы, которые сейчас выстраиваются, параллельными. Это понятие возникло, когда были доступны авторизованные каналы импорта. Сейчас авторизованного импорта нет и параллель проводить не с чем.

ПЕРЕХОД НА НЕЗАВИСИМЫЕ ОТ ЗАРУБЕЖНЫХ ВЕНДОРОВ КАНАЛЫ ПОСТАВОК ИМПОРТА ЗАКРЕПИТЬ В КАЧЕСТВЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ.

Следствием этого будет отказ от перечня торговых марок, для которых разрешен параллельный импорт, норма распространяется на все торговые марки, правообладателями которых являются зарубежные компании. Для стимулирования производства в России необходимо регулирование импорта, а не ограничение «параллельного» импорта, которое равносильно ограничению собственных возможностей по управлению каналами поставок.

Международная стратегия

Международная стратегия определяет, как российская электронная промышленность участвует в развитии рынков и промышленности других стран и как зарубежные компании участвуют в развитии российской электронной промышленности.

Этот подход принципиально отличается от стратегии захвата зарубежных рынков, а также от стратегии встраивания в международные цепочки. Он основан на стремлении к собственному суверенитету и уважении к суверенитету других стран. Вместо эксплуатации слабостей, уязвимостей он направлен на сотрудничество компаний из разных стран и совместное развитие, а также преодоление зависимости от доминирующих игроков.

Основные задачи технологической стратегии России актуальны для большинства стран, стремящихся к технологическому суверенитету. Создание доверенного оборудования и программно-аппаратных комплексов для информационной инфраструктуры в других странах предполагает участие национальных компаний в проектировании и производстве продукции, контроль основных процессов. Это противоречит расширению экспорта другими странами готовой конечной продукции, основанной на закрытых проприетарных технологиях. Подход предполагает совместные разработки продукции и технологий производства, совместное использование интеллектуальной собственности, размещение производств конечной продукции в стране продаж, обеспечение совместимости оборудования и программного обеспечения разных компаний за счет открытых архитектур комплексов, открытых стандартизованных интерфейсов, протоколов, форматов данных.

В настоящее время правила международной торговли в области информационных технологий определены Соглашениями ВТО по информационным технологиям. Они способствуют доминированию сильнейших игроков на открытых рынках, вытеснению альтернатив и закрепляют технологическую зависимость от крупнейших глобальных компаний.

Принципы развития международного сотрудничества в области информационных технологий и электроники необходимо пересмотреть и согласовать между странами **ДЕКЛАРАЦИЮ ПРАВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ И РАЗВИТИЕ**. Принципы, защищающие технологический суверенитет, в основном противоположны принципам ВТО, которые защищают право сильнейшего на доминирование в условиях «честной» конкуренции без вмешательства государств.

Основные разделы международной декларации прав на технологический суверенитет и развитие:

- 1) Права на регулирование импорта в интересах национальной промышленности
- 2) Права стран на субсидирование разработок и промышленного производства для преодоления технологической зависимости от крупнейших игроков
- 3) Права на хранение, использование и управление доступом к большим данным, создаваемым в стране
- 4) Права на технологии, применяемые в инфраструктуре
- 5) Права на торговые марки, используемые в стране

Первая задача международной стратегии – **ПРИВЛЕЧЬ К РАЗРАБОТКЕ ОТКРЫТЫХ ВЕНДОРНЕЗАВИСИМЫХ АРХИТЕКТУР И РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДОВЕРЕННЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ**

ИНФРАСТРУКТУРЫ ВСЕ СТРАНЫ, СТРЕМЯЩИЕСЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ СУВЕРЕНИТЕТУ. Для взаимодействия организовать соответствующие¹ межгосударственные технические комитеты по стандартизации со странами БРИКС. Этот дополнительный формат между национальным и международным уровнем стандартизацией позволит согласовать меры технического регулирования и консолидировать рынки стран, стремящихся к технологическому суверенитету, для внедрения открытых вендорнезависимых архитектур и доверенных программно-аппаратных комплексов. Это необходимое условие для реализации международных проектов:

- Доверенный интернет,
- Доверенные сети мобильной связи,
- Доверенные ЦОДы,
- Доверенные АСУ ТП,
- Доверенные встроенные системы.

Консолидация рынков стран-участников позволит выйти на масштаб, при котором включаться положительные обратные связи в инвестиционно-технологическом цикле, развитие доверенной информационной инфраструктуры станет устойчивым. Недостаточный масштаб локальных рынков не позволит конкурировать с инвестиционно-технологической воронкой глобальных корпораций.

Эти проекты позволяют не только консолидировать рынки, но и объединить инвестиции многих стран на разработку платформенных доверенных микросхем, а также необходимых для них СФ-блоков, встроенного и системного программного обеспечения.

Вторая задача – создать международные фонды и организовать совместные инвестиции в исследования, разработки и в развитие устойчивой к санкциям производственной инфраструктуры.

Третья задача – организовать библиотеки СФ-блоков и других результатов интеллектуальной деятельности для совместного с другими странами использования в проектировании доверенных микросхем, оборудования и комплексов. Кроме технического решения необходимо согласовать и организовать все процессы, связанные с использованием этих библиотек таким образом, чтобы исключить возможность доминирования каких-либо отдельных компаний или стран.

Четвертая задача – создать сеть деловых контактов и кооперационных связей между компаниями стран-участников международных проектов доверенной информационной инфраструктуры. Эта задача включает сбор и обмен информацией о возможностях национальных компаний, организацию конгрессно-выставочных мероприятий для расширения личных знакомств, создание доверенной онлайн платформы деловых контактов и рекомендаций (деловой социальной сети).

Вместе четыре эти задачи позволят освободить мировой рынок электроники и информационных технологий от санкционных ограничений США и их союзников, в основе которых использование доминирующего положения глобальных корпораций в их юрисдикции. Освобождение от санкций снизит риски волюнтаристских ограничений, следствием, к участию в технологическом развитии присоединится больше стран и компаний, конкурентная среда будет более разнообразной и инновационной.

¹ ТК 167 «Программно-аппаратные комплексы для критической информационной инфраструктуры и программное обеспечение для них», ТК 194 «Кибер-физические системы».

Направления стратегических инвестиционных проектов

Проектирование и интеграция доверенных ПАК:

1. Интеграторы/операторы доверенных ЦОД
2. Интеграторы доверенных сетей связи
3. Интеграторы доверенных АСУ ТП

Разработка микросхем

4. Центральные микропроцессоры серверов;
 - На архитектуре Эльбрус
 - На архитектуре RISC V
5. Центральные микропроцессоры персональных компьютеров;
 - На архитектуре RISC V
6. Графические микропроцессоры и сопроцессоры обработки потоковых данных систем искусственного интеллекта;
7. Системы-на-кристалле мобильных персональных устройств и модулей интернета вещей;
8. Сетевые телекоммуникационные микропроцессоры;
9. Программируемые логические микросхемы и средства проектирования;
10. Микроконтроллеры промышленной автоматизации и систем интернета вещей.
11. Разработка линейки аналоговых микросхем
12. Библиотека сф-блоков
 - Интерфейсные стека протоколов
 - Интерфейсные физического уровня
 - Памяти оперативной и постоянной
 - Криптографические
 - Вычислители общего назначения
 - Вычислители специализированные

Научно-технологические центры внедрения полупроводниковых технологий

13. Технологии >180 нм – аналоговые микросхемы, микросхемы управления электропитанием, микросхемы простой логики, дискретные компоненты силовой, СВЧ и оптоэлектроники.
14. Технологии 180 – 28 нм, ориентированные на выпуск цифровых, аналоговых и смешанных микросхем.

Полупроводниковые фабрики

15. Производство дискретных компонентов и микросхем на АЗВ5 материалах (СВЧ, силовые), модернизация действующих линий с диаметром пластин до 150 мм.
16. Производство аналоговых микросхем и дискретных компонентов на кремнии, внедрение на действующих линиях/фабриках 150 – 200 мм
17. Производство IGBT-транзисторов
18. Фабрика микросхем 90 – 28 нм с диаметром пластин 300 мм.