

УДК 334.75 DOI: 10.14451/2.198.46

Модель глобального IP-вендора против вертикальной интеграции полного цикла: риски и ограничения закрытой логистической цепи создания стоимости в отечественной микроэлектронике

© 2024 **Гришаев Сергей Юрьевич**

Кандидат технических наук, Заместитель Генерального директора – Директор. Ростовский филиал АО «НИИАС».

E-mail: s.grishaev@vniias.ru

© 2024 **Плячкайтене Ирина Михайловна**

Соискатель кафедры экономики, учета и анализа. Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС). Руководитель проекта. Ростовский филиал АО «НИИАС».

E-mail: lpl86@icloud.com

Ключевые слова: логистика, цепочка создания стоимости, звенья, микропроцессоры, экосистема, вертикальная интеграция, цепь поставок, вендор, цепочка кооперации.

В статье автором рассматриваются особенности построения и развития логистической цепи создания стоимости в отечественной микроэлектронике. Обобщение глобальных маркеров и моделей экосистемной организации позволяет автору заключить, что такая система должна максимально дистанцироваться от модели вертикальной интеграции полного цикла и опираться на масштабирование базовых компетенций российской компании как глобального IP-вендора. Это открывает более широкие возможности производства микропроцессоров на мощностях южнокорейских фабрик, доступ к которым открыт для широкого пула иностранных партнеров, способных обеспечить масштабирование товарных цепочек и расширить географию поставок на весь мир. Автор обосновывает необходимость смены рыночной колеи вертикально организованной интеграции полноциклового производства на траекторию более конкурентного экосистемного развития бизнеса, опираясь на глобальные маркеры компаний, развивающих свои экосистемы на базе сети глобальных партнеров.

Актуальность импортонезависимого развития отечественной микроэлектроники обусловлена относительно медленным развитием отечественных разработок на фоне возрастающих вызовов, основные из которых «связаны с микропроцессорами и контроллерами, интегральными схемами и полупроводниковыми приборами» [16, с. 46].

Как отмечает Жданеева А., к концу 2010-х гг. в России импортировалось 93% средств управления облачной инфраструктурой и виртуализацией, 86% систем управления базами данных, 75% серверных операционных систем, 75% бизнес-приложений, 60% антивирусных программ и более 50% интернет-сервисов [2, с. 22].

Снижение зависимости от импорта аппаратной части и электронных компонентов является важной составляющей системно устойчивой организации функционирования программного обеспечения в России, поскольку современное российское оборудование работает на составных частях электронных схем зарубежных производителей. Решение задачи импортозамещения не подразумевает полного замещения ушедших брендов отечественными аналогами, закупка может избирательно дополняться менее объемными поставками техники, запчастей и комплектов в рамках параллельного импорта и из стран, не поддерживающих санкции.

Однако развитие импортозамещения в микроэлектронике связано со сложными процессами изменения бизнес-модели создания и распространения продуктовых инноваций, масштабирования производства с учетом экономики затрат и довлеющей над ней потребности в широком рынке сбыта.

Современное развитие теории логистики в части формирования и масштабирования цепочек создания стоимости характеризуется разделением прикладных решений и моделей в высокотехнологичных и традиционных отраслях товарного сектора экономики ввиду сложностей многозвенной организации производства и распределения продукции, товаропроводящих цепей рынка и конкуренции в целом [14].

Отраслевым примером такой сложности является современная микроэлектроника, входящая в новый рыночный цикл, связанный со сменой модели развития, в которой традиционная схема вертикальной интеграции бизнеса, завязанного на одного заказчика или на узкий пул заказчиков, уже не позволяет поддерживать необходи-

мый темп технологического развития [4]. Масштабирование бизнеса и конкуренция с другими технологиями требует более широкого охвата рынка со стороны отечественной микроэлектроники, которая должна сформировать новую базу компетенций в жесткой санкционной среде рынка.

Маркером этого разворота сегодня выступает компания МЦСТ, стратегия роста которой состоит в дальнейшей специализации на разработке процессоров, при которой часть возможностей по разработке готовых программных решений для архитектуры «Эльбрус» передается партнерам. Этот переход представляет собой смену модели коммерциализации в рамках уже открытой экосистемы, в которой МЦСТ как базовый разработчик платформы выходит в функционально-продуктовую нишу сервисов и технической поддержки функционирования своих процессоров [4, с. 32].

Синергетический эффект развиваемой МЦСТ модели является более широким и включает стимулирование образования пула партнеров, которые смогут предложить альтернативу технологической колее RISC-архитектур, которая была сформирована рыночным успехом британского IP-вендора ARM, который уже монополизировал рынок процессоров для мобильных устройств [4, с. 32].

Длинная командная строка как дифференцирующая особенность архитектуры «Эльбрус» позволяет отстроиться от конкурентов и преодолеть ряд родовых технологических ограничений RISC-процессоров, включая экспоненциальный рост сложности процессоров при возрастании уровня производительности вычислений.

Триггером для перехода к данной стратегии является санкционное изменение условий развития отрасли отечественной микроэлектроники после февраля 2022 г., которые стимулировали переход крупнейших поставщиков оборудования от импортных поставок к производству собственных продуктов [5; 7]. Происходит перестроение логистической цепочки создания

стоимости, в новой конфигурации которой каналы поставок продукции зарубежных вендоров, поддерживавших и развивавших ранее российские компании и интеграторы постепенно замещаются расширением внутреннего предложения, в нем вчерашние посредники трансформируются в российских владельцев продукта. Мы получаем более автономную цепь поставок, в которой фактически полностью исчезает координирующая роль глобальных корпораций как фокусной компании, контролирующей цепь поставок [10]. Естественно-рыночное перестроение цепи поставок и образование звеньев с новой функцией как производная санкционных ограничений рынка выступает гораздо более мощным катализатором его развития в рамках пула адаптивных стратегий, качественный сдвиг в развитии которых мы наблюдаем сегодня.

Формируется более сложная траектория развития цепей создания стоимости в отечественной микроэлектронике. Ее детерминантом выступает адаптация бизнеса, фактически преобладающая над императивами направленного развития отрасли, которые задает государственное регулирование и программы импортозамещения. Они сегодня не обеспечивают рост уровня реальной локализации российской продукции из-за вариативности балльной системы ее оценки [3, с. 45].

Сложность траектории определяется ее конкуренцией с более простыми стратегиями, например, сохранения торгового профиля звена в цепи поставок, которая легко перестраивается с продукции западных вендоров на китайские изделия. Более быстрая окупаемость инвестиций на параллельном импорте из Китая, оборачиваемость средств оказываются менее рискованными и более конкурентными к экономике длинных инвестиций в собственный продукт с медленным и кропотливым накоплением компетенций в производстве и разработке. Третий вариант стратегии дает сочетание этих подходов в разных пропорциях и уровне рисков.

Стратегический выбор в пользу автономного перестроения каналов поставок и самостоятель-

ного выхода в промышленную сборку вместо китайского импорта формирует новый подчеркнуто рыночный императив трансформации отраслевых цепочек создания стоимости, в которых развитие производства является функцией масштабирования распределения продукции. Мы наблюдаем первую итерацию в многошаговой реализации модели выпуска собственной продукции, когда локализация производства сопряжена с высокими рисками ввиду отсутствия компетенций в разработке собственных программно-аппаратных решений, где сборка продукта идет на базе конструкторской документации зарубежных вендоров, которая позволяет максимально точно воспроизводить решения, адаптированные под спрос (заказчика). Основным партнером в такой цепи выступают китайские и тайваньские компании – контрактные производители по заказу и под маркой заказчика (ODM – original design manufacturer) [1].

Таким образом, на стратегической развилке отрасли рыночное самоопределение отрасли формирует континуум вариантов выбора от краткосрочного замещения западных брендов на доступные китайские аналоги дократно более сложной задачи обеспечения безопасности и технологической независимости на базе собственных разработок. Верхний край этого континуума составляет создание доверенных решений, что представляет собой долгосрочную сложную задачу управления требованиями, логистическим и жизненным циклом продукции.

Движение в рамках первого варианта, как показывает современная практика, сопряжено с множеством рисков нарушения или разрыва цепи поставок, основные из которых представлены в таблице ниже.

Риски импортозависимой цепочки создания и распределения стоимости:

- Контроль цепи поставок. Ввиду отсутствия у российского покупателя конструкторской документации собственных компетенций в разработке зарубежный разработчик сохраняет фактический контроль

над интеллектуальной собственностью в цепи поставок.

- Надежность цепи поставок и риски санкционных запретов.

Использование зарубежными партнерами в разработке удобных им компонентов и ключевых микросхем (преимущественно, производства США) сохраняет риск блокирования поставок продукции ODM-контракторов, которая подпадает под санкционные запреты минторга США по поставкам компонентов в РФ.

- Импортозависимость цепи поставок.

Действующая схема локализации производства исключает формирование спроса на микроэлектронику отечественного производства, что ограничивает возможности накопления собственных технологических компетенций в проектировании.

- Прозрачность транзакций в цепи поставок.

После декабря 2023 г. в рамках ограничений, инициированных Дж. Байденом, все полупроводники, выпущенные с применением американских технологий, являются санкционным товаром. Эффективность схемы многозвенных поставок снижает сложность реализации платежей в адрес российских и транзитных компаний.

- Риски информационной и функциональной безопасности.

Применение в продукте недоверенных решений зарубежной разработки, особенно в критической инфраструктуре повышает риски технологического сбоя в работе. Пример – отключение на территории России Qualcomm (США) телематических модулей, в которых используются микросхемы американской компании.

Перечисленные выше в таблице риски показывают сложность функционирования современных цепей поставок, которые работают через цепочку технических компаний-посредников в разных странах, камуфлирующую присутствие в цепи российского заказчика. Такая же сложная цепь поставок характеризует работу российских разработчиков микроэлектронной продукции, которые самостоятельно проектируют и осуществляют

сборку в России под собственной торговой маркой [11].

В новой модели центр принятия решений, включая выбор конструкторской документации, перемещается в Россию, что формирует «новую» логику реконфигурации цепи создания и распределения стоимости, что «создает иммунитет к определенному классу санкционных ограничений», многие из которых ориентированы на контроль процессов товародвижения продукции под определенными торговыми марками [4, с. 33].

Все это отражает избыточные риски сохранения импортозависимой модели товароснабжения и производственно-сбытовой кооперации, где отключение американской Qualcomm новых модулей является маркером более системных ограничений и рисков в функционировании модели. Последствия их реализации в случае отключения ранее выпущенных микросхем были бы более масштабными для отрасли.

Неустойчивость сложившейся логистической схемы кооперации является катализатором для наращивания инвестиций со стороны российских компаний в собственные разработки (оборудование, микросхемы). Данный качественно новый этап трансформации модели локализации отечественной сборки может простимулировать рост спроса на отечественные изделия и увеличение добавленной стоимости в цепи, которая будет создаваться внутри экономики РФ и может быть реинвестирована на технологическое развитие и повышение рыночной устойчивости всей логистической цепочки создания стоимости.

Определение ее конфигурации представляет собой отдельный непростой вопрос выбора производственной базы для материализации собственных разработок в условиях, когда прежняя логистическая схема прямого заказа контрактному производителю больше не работает [12].

Дублирующая ее сложная цепочка глобально распределенных по разным странам технических посредников и характерные для нее один-

два разрыва позволяют скрыть юридические связи между поставщиками и покупателями, что в целом создает неустойчивость в работе такой цепи и требует перехода к более надежной многозвенной конфигурации поставок. Именно такую модель цепи представляет собой переход на микропроцессоры российской разработки, который должен быть избирательным, затрагивать, прежде всего, те из них, что используются на объектах критической инфраструктуры, их состав, надо заметить, подвижен и постоянно меняется [13].

В качестве базового подхода к развитию отечественной микроэлектронной отрасли должна быть использована модель, при которой вместо построения микроэлектронных компаний полного цикла стратегия их дифференцированного роста будет ориентирована на узкую специализацию в базовых компетенциях. Их масштабирование откроет перспективу управляемой трансформации таких компаний в глобального IP-вендора. Такая модель развития и масштабирования производства предполагает смещение акцента на особенности распределения продукции при масштабировании объемов ее выпуска, в котором важно расширить роль партнеров как участников цепи создания стоимости при сохранении контроля цепочки. Такой контроль строится на расширении доверия к российским микропроцессорам, которое не должно ограничиваться ядром и архитектурой. Это означает увеличение входящих в микропроцессор сложных функциональных блоков, которые будут верифицированы российскими разработчиками. Для усиления такого контроля цепи важно замкнуть на себя проектирование процессора из этих блоков, определенные компетенции в котором уже накоплены российской компанией «Байкал Электроникс», «Миландр» и другие.

Развитие такой модели может происходить по лекалам рыночного масштабирования ARM, которая продает лицензию на использование своих микропроцессорных ядер. Помимо ядра как важной части микропроцессора, основная часть блоков которого используется по лицензиям,

необходимо развивать контроль ядра в рамках экосистемы, партнеров и разработки программного обеспечения. В отличие от объемного ПО, которое уже разработано на микропроцессорные ядра ARM и может быть переиспользовано, экосистема отечественного микропроцессора «Эльбрус» значительно меньше, что ограничивает возможности запуска и масштабирования новых решений [8; 9]. «Лобовое» преодоление этого ограничения возможно только через доинвестирования разработки недостающих блоков, которые уже существуют для ARM или x86 и имеют положительный референс глобального рынка. Обходное решение через использование ядра чужой разработки (ARM, x86) не позволяет внятно для рынка и заказчика маркировать российское происхождение разработки. Отсюда включение в электронное изделие микропроцессора «Эльбрус» является маркером, верифицирующих его разработку именно отечественными компаниями или партнерами, которые интегрированы в цепочку создания стоимости владельца технологии.

Другим преимуществом развития открытой микропроцессорной архитектуры RISC-V является вендор-независимость создаваемых на ее базе решений, поскольку в такой цепи отсутствует зарубежный вендор, который, по аналогии с ARM, может в одностороннем порядке ограничить доступ к технологии.

Все это позволяет нам доказательно констатировать дифференцирующие возможности и рыночный потенциал стратегии автономного развития, например, МЦСТ, которая может интегрировать в свою цепочку создания и распределения стоимости партнеров и заказчиков, которые будут активно использовать и масштабировать технологию микропроцессоров «Эльбрус».

Таким образом, конкурентная конфигурация цепи создания стоимости предполагает превращение отечественного производителя микросхем в IP-вендора. Такая стратегия является прямой калькой, например, к ARM, которая развивает экосистему распространения лицензий на использование микропроцессорных ядер и ин-

тегрирует в свою цепь поставок глобальных партнеров, осуществляющих проектирование микросхем с использованием этих ядер. Отказ от производства и продажи микросхем в рамках логистической цепи полного цикла означает отход от привычной модели вертикальной интеграции: самостоятельное проектирование микропроцессорных ядер, разработка на их основе микропроцессоров и производство.

Это не только снимает проблему много миллиардных инвестиций в решение по сути неподъемной в короткие сроки задачи создания отечественной чиповой фабрики, но и позволяет перевести развитие микроэлектронной отрасли с рыночных рельсов тупиковой вертикальной интеграции, использующаяся сегодня только в США, которые теряют рынок и переходят на более конкурентную траекторию развития экосистемы [6, с. 114–117]. Глобальными маркерами успешности такого разворота являются ARM и RISC-V, экосистемы и сети глобальных партнеров которых завязаны на контрактное производство на азиатских фабриках, что является более конкурентноспособным по сравнению с вертикально организованной интеграцией полноциклового производства.

Рассмотренные нами в статье особенности построения цепочек создания и распределения стоимости в отрасли микроэлектроники отражают нарождающийся вектор качественного преобразования современного производства, которое становится все более зависимым от рынков сбытов и возможности удержания позиции за счет расширения охвата рынка и переопределения модели многозвенной организации цепи поставок, которая перестает быть открытой. Более широкие отраслевые параллели и проекции позволяют концептуализировать нарождающуюся сложность и нелинейность процессов

производственной и товарно-сбытовой кооперации в современной экономике, которые должны получить более развернутое объяснение в предметно-теоретическом русле современной логистики. Закрытые системы полного цикла оказываются все менее конкурентоспособными по сравнению с экосистемами многозвенной организации цепочки создания стоимости. Наибольший резерв ее масштабирования, например, в микроэлектронике, дает более глубокое проникновение решений на базе отечественного микропроцессора не только на российский, но и на мировой рынок.

Организационная сложность масштабирования бизнеса в микроэлектронике плотно коррелирует с проблемами формирования целостного рыночного ландшафта в IT-сегменте, где эта задача не решается в масштабе одной компании и всегда требует коллабораций и множества внедрений. Как пример, SAP инвестировал порядка 70 млрд долл. и осуществил тысячи внедрений [15].

Как показал проведенный нами анализ, небольшой размер российского рынка не позволяет конкурировать с мировыми гигантами, которые поставляют свой продукт во многие страны, что снижает удельную цену их продуктов. Выход из такой ситуации – масштабирование продаж и расширение отечественных разработок на внешние рынки. В микроэлектронике это также означает смену рыночной колеи вертикально организованной интеграции полноциклового производства на траекторию более конкурентноспособного экосистемного развития бизнеса, что означает более устойчивую и, вероятно, успешную рыночную институционализацию по стопам ARM и RISC-V, развивающих свои экосистемы на базе сети глобальных партнеров.

Библиографический список

1. Алексеев В. Ведущие производители полупроводниковых электронных компонентов и дефицит их продукции. Часть 2. Производители универсалы (IDM), окончание // Современная электроника. – 2022. – № 3. – С. 8–17. – URL: <https://www.cta.ru/articles/soel/2022/2022-3/165821/> (дата обр. 11.09.2024).
2. Жданеева О., Оленева О. Развитие специализированного программного обеспечения для нефтегазовой отрасли России // Газовая промышленность. – 2020. – № 7. – С. 22–29.

3. Ивантер А. Зачем чипу родина // Монокль. – 2024. – № 1–3. – С. 43–47.
4. Ивантер А. Из колеи ARM в созвездие «Эльбруса» // Монокль. – 2024. – № 328. – С. 32–36.
5. Ильина С., Соколов А. Формирование системы отраслевых мер и механизмов государственной поддержки электронной промышленности // Общество и экономика. – 2024. – № 4. – С. 26–43.
6. Ильина С. А. Рынок полупроводников: глобальная цепочка создания стоимости и динамика в условиях кризиса // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2022. – № 3. – С. 112–125.
7. Ильина С. А. Электронная промышленность в условиях санкций: Россия и Китай – партнеры или конкуренты? // Научные исследования и разработки. Экономика. – 2022. – Т. 10, № 5. – С. 48–55.
8. Карташова В. В., Горбунов В. Д. Обзор отечественного микропроцессора «Эльбрус» // Аспирант и соискатель. – 2022. – 2 (129). – С. 27–32.
9. Красновская К. С., Микаева С. А. Микропроцессор «Эльбрус»: возникновение, особенности, структура // Наукосфера. – 2022. – № 9–2. – С. 104–107.
10. Парфенов М. А. Эволюция управления цепями поставок: от интегрированной логистики к сетевым структурам // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2010. – № 3.
11. Проблемы организации производства отечественных интегральных схем / Д. А. Коряпин [и др.] // Естественные и технические науки. – 2023. – 1 (176). – С. 180–182.
12. Розанова А. В., Фалалеев К. В., Баскакова И. В. Развитие рынка микроэлектроники в Российской Федерации в условиях санкционного давления // Весенние дни науки : Сборник докладов международной конференции студентов и молодых ученых. – Екатеринбург, 2023. – С. 689–693.
13. Рязанов А. А., Ахметов Л. А., Балабанов В. С. Особенности функционирования и развития электронной промышленности России в современных условиях // Финансовый менеджмент. – 2024. – № 6. – С. 101–110.
14. Смородинская Н. В., Катуков Д. Д., Малыгин В. Е. Глобальные стоимостные цепочки в эпоху неопределенности: преимущества, уязвимости, способы укрепления резильентности // Балтийский регион. – 2021. – Т. 13, № 3. – С. 78–107.
15. Устойчивое развитие и цифровая трансформация экономики : Коллективная монография / Н. А. Антипенко [и др.]. – 2023.
16. Халбашкеев А. Импортозамещение аппаратного обеспечения: когда будем работать на своем железе? // Нефтегазовая промышленность. – 2024. – 5(11). – С. 46–52.