

Модель Абеля как инструмент формирования стратегических альтернатив развития бизнеса в микроэлектронике

Abel's model as a tool for forming strategic alternatives for business development in microelectronics

doi 10.26310/2071-3010.2023.294.4.006



В. Д. Маркова,

д. э. н., профессор, гл. научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (ИЭОПП СО РАН), Новосибирск
✉ Markova.pro@yandex.ru

V. D. Markova,

doctor of economics, professor, chief researcher, Institute of economics and industrial engineering SB RAS

В статье рассматривается развитие методов стратегического менеджмента применительно к сфере технологий широкого применения, которые выходят за рамки отраслевых границ. На примере микроэлектроники, которая входит в пространство передовых производственных технологий, показаны возможности использования трехмерной модели Д. Абеля для анализа конкуренции и стратегических альтернатив развития компаний в микроэлектронике. Многовекторные стратегии основных игроков структурированы с позиций рыночного и технологического развития.

Полученные результаты вносят вклад в теорию стратегического управления бизнесом в эпоху технологических трансформаций.

The article considers the development of strategic management methods in the field of general purpose technologies, which go beyond industry boundaries. Using the example of microelectronics, which is part of the space of advanced manufacturing technologies, the article shows the possibilities of using D. Abel's three-dimensional model to analyze competition and strategic alternatives for the development of companies in microelectronics. The multi-vector strategies of the main players are structured from the standpoint of market and technological development.

The obtained results contribute to the theory of strategic business management in the era of technological transformation.

Ключевые слова: технологии широкого применения, микроэлектроника, модель Абеля, стратегические альтернативы развития бизнеса.

Keywords: general purpose technologies, microelectronics, Abel's model, strategic alternatives for business development.

Введение

Огромное влияние на развитие мировой экономики и общества оказывают технологии широкого применения (ТШП), или сквозные технологии, потенциал использования которых выходит за пределы отрасли их происхождения, что определяет необходимость расширения методических инструментов анализа управленческих альтернатив в этой сфере. В качестве объекта анализа выбрана микроэлектроника, которая входит в пространство ТШП в сфере производства.

Целью статьи является представление методического подхода к анализу направлений развития бизнеса в сфере микроэлектроники с использованием трехмерной модели Д. Абеля. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи, которые и формируют этапы представленной методики:

- определение специфики организации бизнеса в микроэлектронике с позиций охвата стадий отраслевой бизнес-системы;
- анализ альтернативных вариантов развития бизнеса в каждой из трех плоскостей модели Абеля: технологии – потребности; технологии – рынок; рынок – потребности;
- обсуждение результатов использования модели Абеля для позиционирования бизнеса в пространстве ТШП.

Исследование основано на структуризации описанных в научных работах и аналитических обзорах

данных о тенденциях развития микроэлектроники и стратегиях ее основных игроков на основе трехмерной модели Д. Абеля.

Теоретико-методические основы исследования

Технологии широкого (общего) применения (англ. General Purpose Technology, GPT) — это класс технологий, которые находят применение в широком спектре отраслей, порождая множество сопряженных с ними инноваций, изменяющих облик экономики и препятствующих затуханию экономического роста. По мнению А. Ажара, технологии широкого применения XXI века охватывают четыре ключевые сферы: вычислительную технику, биологию, энергетику и производство, тогда как в прошлом веке к ним относили электричество, автомобиль и телефон [2, с. 51, 57].

В «Концепции технологического развития страны на период до 2030 г.» для обозначения таких технологий использован термин «сквозные технологии (технологические направления)» — это перспективные технологии межотраслевого назначения, обеспечивающие создание инновационных продуктов и сервисов и оказывающие существенное влияние на развитие экономики, радикально меняя существующие рынки и (или) способствуя формированию новых рынков. В Концепции в перечень сквозных технологий включены шесть блоков: технологии обработки и передачи данных, технологии в сфере энергетики, новые производственные технологии, биотехнологии и технологии

живых систем, а также технологии освоения космоса и технологии снижения антропогенного воздействия [17]. Расширение выделенных Ажаром четырех ключевых сфер произошло за счет космических технологий и технологий в сфере экологии.

Большой круг исследователей рассматривает ТШП с позиций их влияния на экономический рост [9, 14, 16], производительность труда и цикличность инноваций [3, 11] и других макроэкономических аспектов. В статье рассматривается другой, не менее важный рыночно-отраслевой, микроэкономический аспект развития этих технологий с учетом специфики нашего времени, которая заключается в следующем:

- вокруг каждой ТШП формируется свое пространство технологий, включающее множество смежных технологий. Так, в сфере вычислительной техники развитие технологий связано с компьютерами, интернетом, появлением смартфонов, облачных технологий, квантовых вычислений и т. д., и это формирует пространство цифровой отрасли без границ, о котором писали Г. Хамел и К. Прахалад еще в 1994 г. [12];
- происходит конвергенция технологий широкого применения, например, развиваются биоинформатика, биоинженерия, 3D-печать не только в производстве, но и в биологии, медицине, происходят другие взаимопроникновения технологий;
- часто технологии широкого применения распространяются экспоненциально, это справедливо применительно к информационно-коммуникационным технологиям, технологиям получения энергии, биотехнологиям. Так, период распространения смартфонов в обществе оказался существенно короче, чем он был у телефонов. Одновременно происходит резкое удешевление технологий. С 1975 по 2019 г. стоимость фотоэлектрической энергии упала примерно в 500 раз, стоимость расшифровки генома человека упала в сто тысяч раз [2], 3D-печать подешевела в 400 раз за 7 лет, сенсоры – в 250 раз за 5 лет [5].

В соответствии с моделью 6D, предложенной П. Диамандисом и С. Котлером для описания современных технологий [4], они становятся цифровыми (Digitalization); обманчивыми (Deception) – их рост кажется медленным, что вводит в заблуждение; разрушительными (Disruption), подрывая целые отрасли; виртуальными или дематериализованными (Dematerialization) как видеочамера в смартфоне; демократичными (Democratization), доступными, как интернет, например; более дешевыми (Demonetization).

С позиций организационного дизайна бизнеса и формирования стратегических альтернатив развития компаний эти сложные процессы распространения ТШП невозможно описать, используя такие традиционные инструменты менеджмента, как отраслевая бизнес-система или модель 5 сил конкуренции в отрасли М. Портера. В связи с этим предлагается в качестве методического инструмента анализа бизнеса использовать модель Дерека Абея (D. Abell), которая была разработана в 1980-х гг. [1], но становится актуальной в наше время в связи с конвергентным харак-

тером многих современных технологий и их широким применением.

Сложность практического использования модели Абея связана с тем, что она представляет собой «своеобразный морфологический ящик вариантов, в котором с помощью методов комбинаторики можно рассматривать всевозможные комбинации различных параметров» [13], поэтому ограниченная практика применения этого метода описывается, как правило, на уровне конкретных кейсов [8, 15].

Специфика организации бизнеса в микроэлектронике

Рассмотрим использование модели Абея применительно к микроэлектронике, которая в соответствии с Концепцией технологического развития на период до 2030 г. входит в перечень сквозных технологий по направлению передовых производственных технологий. Иными словами, микроэлектроника как важнейшая высокотехнологичная сфера деятельности входит в пространство ТШП, связанное с производством, обеспечивая создание множества инновационных продуктов и оказывая существенное влияние на развитие многих других отраслей экономики.

Традиционно компании, занимающиеся изготовлением полупроводниковых приборов, использовали интегрированную бизнес-модель IDM (integrated device manufacture), или модель полного цикла, которая включала самостоятельную разработку, производство микросхем и готовых изделий с этими компонентами. Примером успешной реализации IDM-модели является компания Intel, основанная на заре становления микроэлектроники как отрасли. Но по мере стандартизации технологических процессов стало возможно разрабатывать (проектировать) и изготавливать микросхемы для нескольких производителей готовых изделий, в которых они используются, что привело к выделению микроэлектроники в самостоятельную отрасль.

На начальном этапе становления отрасли компании микроэлектроники, которые выделились из более крупных структур электронной промышленности, были вертикально интегрированными, то есть использовали бизнес-модель IDM. Но в любой отрасли по мере ее развития возможно деление отраслевой бизнес-системы, или цепочки создания добавленной стоимости, на стадии, которые выполняют отдельные специализированные компании, и формирование наряду с бизнес-моделью полного цикла новых отраслевых бизнес-моделей. А поскольку продукция микроэлектроники является очень наукоемкой, поэтому естественным ответом на рост затрат на НИОКР и производство микросхем стало развитие специализации компаний в сфере микроэлектроники и появление новых отраслевых бизнес-моделей [7, с. 44]. В микроэлектронике основными стадиями являются проектирование и дизайн микросхем (чипов¹), их производство, сборка готовых изделий и маркетинг, а наиболее распространенными формами

¹ Чип (англ. chip – тонкая пластина) – это кристалл с кремниевыми микросхемами, поэтому говорят о кристалльном производстве, о производстве пластин или микросхем.

специализации компаний микроэлектроники являются фаблес-компании и фаундри-компании. В российской терминологии фаблес-компании называются дизайн-центрами «кристального уровня» или разработчиками микросхем, а фаундри-компании — изготовителями пластин с кристаллами заказных элементов.

Ключевой особенностью фаблес (fables) компаний является отсутствие собственного производства и концентрация усилий на развитии услуг проектирования микросхем и конечных продуктов. Усилия фаблес-компаний, которые находятся в начале отраслевой цепочки создания стоимости, направлены на анализ рынка, поиск новых идей и решений, разработку и вывод на рынок новых изделий, то есть они становятся центрами разработки и маркетинга. Развитие фаблес-компаний соответствовало тренду рынка электронных приборов, где формируются нишевые сегменты, которым требуются малые и средние партии специализированной аппаратуры для определенных заказчиков. IDM-компании, как правило, занимаются массовым производством и либо не могут удовлетворить потребности нишевых игроков, либо их продукция оказывается слишком дорогой.

Фаундри-компании (контрактные фабрики, кремниевые заводы) специализируются на изготовлении микросхем по спецификации (дизайну) заказчика и их тестировании, используя дорогостоящее оборудование, шаблоны для фотолитографии, каждый из которых стоит порядка 15 тыс. евро, инструментальные средства проверки качества пластин, высококвалифицированный персонал. В производстве микросхем используется широкий круг сложнейших физико-химических процессов, именно поэтому затраты на создание одного рабочего места в микроэлектронике оцениваются в 100-150 млн руб. [18].

По словам начальника производства чипов отечественной компании «Микрон», они могут производить карточки для метрополитена или сим-карты, карты памяти и другие изделия, при этом последовательность производственных операций, а это несколько сотен операций и более 70 единиц оборудования, остается одинаковой, меняется только дизайн изделий и комплект шаблонов [19].

Стоимость микросхемы зависит от объема заказа, поскольку действует эффект масштаба, сроков изготовления, типа заказа (разовый или долгосрочный), уровня используемой технологии, или проектной нормы. При появлении новых технологий стоимость пластин, изготовленных по существующим технологиям, падает, что является существенным фактором риска для фаундри-компаний, вынуждая их заниматься совершенствованием технологических процессов. Стандартизация технологий позволяет фаундри-компаниям одновременно работать с различными дизайн-центрами, что ведет к сокращению сроков разработки микросхем, снижению их себестоимости, позволяет увеличить ассортимент производимых микросхем. Также важно, что дорогостоящие испытания проводятся один раз на изделии при аттестации технологии его изготовления.

Фаундри-компании сосредотачивают свои усилия на улучшении производственного процесса, собирая

его из представленных на рынке элементов и оборудования. Оборудование является дорогостоящим и при этом оно постоянно совершенствуется, однако уровень инвестиций в разработку станков для микроэлектроники таков, что происходит объединение усилий конкурентов для финансирования таких проектов. Так, долями в собственности крупнейшего разработчика литографического оборудования — голландской компании ASML одновременно владели компании Intel, Samsung и TSMC. Кроме литографических машин в производстве микросхем используется другое сложное и дорогостоящее оборудование в основном американских и японских компаний.

Наиболее известной фаундри-компанией в микроэлектронике в мире является компания TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company), которая занимает более половины мирового рынка контрактного производства микросхем, при этом основную прибыль она получает от производства пластин на уровне 5-10 нм. Более половины продукции компании устанавливается в смартфонах, при этом основными потребителями являются компании США и ее партнеров: в 2020 г. 75% выручки компания получила на рынке Северной Америки, 12% — на рынке Азии. Компания выполняет заказы Apple, Qualcomm, Nvidia, Intel, MediaTek, Tesla и многих других. Менее технологичные и менее прибыльные заказы передаются тайваньской компании VIS, совладельцем которой является компания TSMC.

В тройку лидеров по уровню развития передовых технологий входит компания Samsung, которая использует смешанную модель бизнеса, являясь IDM-компанией и одновременно предлагая фаундри-услуги, ее заказчиками являются компания Apple, IDM-компания STM (Франция–Италия).

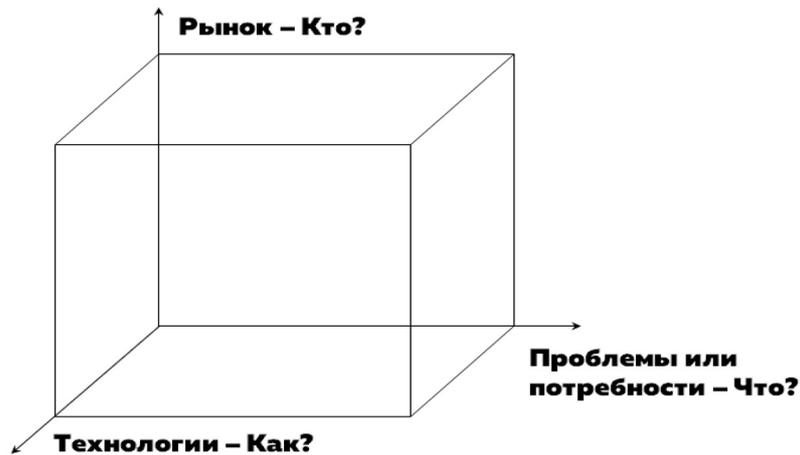
Такое объединение традиционной IDM-модели и фаундри-модели бизнеса начинают использовать и другие современные компании микроэлектроники, в частности компания Intel, но при этом особенностью бизнес-модели компании является то, что она предлагает заказчикам изготовление микросхем по собственным технологиям, а не по технологиям заказчика.

В целом в сфере микроэлектроники обостряется конкуренция, и происходят изменения бизнес-моделей участников.

Стратегические альтернативы развития бизнеса по модели Абея

Модель Абея (рисунок) позволяет рассматривать продукты микроэлектроники и альтернативные варианты развития бизнеса в этой сфере в трехмерном пространстве ключевых измерений:

- Кто — потенциальные потребители или сферы применения микросхем. Это бытовая электроника, автомобили, компьютеры, медтехника, связь, измерительные приборы и многое другое.
- Что — какую проблему решает продукт (передача данных, измерение, хранение данных и пр.) и какие новые потребности появляются у заказчиков, например, в части размера микросхем и изделий,



Пространство возможных направлений развития бизнеса (D. Abell)

производительности, энергопотребления, рабочих частот, нагрева, срока службы и пр.

- Как — технология разработки и изготовления микросхем (проектные нормы, диаметры пластин, стоимость и пр.).

Рассмотрим последовательно стратегические альтернативы развития бизнеса в микроэлектронике в трех плоскостях: технологии – потребности; технологии – рынок; рынок – потребности.

В плоскости «технологии – потребности» в мире осуществляется технологическая гонка за снижение проектных норм изготовления микросхем. Миниатюризация микросхем ориентирована на запросы рынка потребительской электроники, в первую очередь рынка смартфонов и носимых устройств, а также других рынков.

В технологическую гонку вовлечены производители литографического оборудования для изготовления микросхем, фаундри-фабрики по производству микросхем, а также крупные IDM-корпорации, которые занимаются исследованиями и разработкам, часто — изготовлением опытных партий микросхем, это в частности IDM-компании Intel и Samsung. В освоении технологических норм 7 нм и ниже лидирует трио компаний TSMC–Samsung–Intel, у которых выстроены полные производственные цепочки, при участии крупнейшего производителя литографического оборудования голландской компании ASML (занимает больше 80% рынка). Лидерство в технологической гонке, освоение самых передовых проектных норм при изготовлении микросхем означает получение более высоких доходов по принципу «снятия сливок».

В 2022 г. компания Samsung начала производство процессоров по новейшей технологии 3 нм, потратив на исследования и разработки около пяти лет. Это позволило снизить энергопотребление чипов на 45% и повысить их производительность на 23% по сравнению с предыдущим поколением устройств. Компания планирует вложить в производство новых чипов свыше \$350 млрд в ближайшие пять лет. Американская компания Intel строит фабрику в Аризоне для производства чипов по технологии 5 нм [20].

В целом микроэлектроника представлена тремя мировыми центрами: США, страны Европы и Азии.

При этом в США и странах ЕС практически не было фабрик по производству микросхем, в Азии отсутствовали дизайн-центры (фаблес-фабрики). Однако в условиях торговой войны США и Китая и экспортного контроля (санкций) за технологиями и оборудованием происходит переформатирование отрасли микроэлектроники и изменение структуры рынка.

Первые шаги по деглобализации микроэлектронике были предприняты после обострения торгового противостояния США и Китая в 2018 г. США выделили \$52 млрд на развитие собственного производства микроэлектроники и размещение в стране заводов Samsung и TSMC. Сравнимую сумму выделил ЕС на создание передового производства Intel в Германии в Магдебурге. При этом речь шла о географическом распределении финальных стадий производства, не касаясь локализации всего производственного цикла или изменения цепочек поставок.

В отличие от западных стран Китай последовательно работает над программой создания своей микроэлектроники, включая производство оборудования и сокращение разрыва в технологиях, выделив на это свыше \$1,5 трлн. Но в отличие от тайваньской TSMC, которая уже производит микросхемы с нормами 4 нм, в Китае лучшими проектными нормами пока остаются 14 нм, причем такие микросхемы изготавливаются на оборудовании голландской компании ASML.

Однако по данным агентства Bloomberg, китайская компания Shanghai Micro Electronics Equipment Group (SMEE), которая выпускает литографические машины для производства 90 нм микросхем, летом 2023 г. представила первый 28 нм сканер, созданный при поддержке государства. Конечно, 28 нм техпроцесс не является самым современным, но для большого числа заказчиков микросхемы 7 нм и меньше не нужны. По словам аналитиков, если китайцы поставят производство такого оборудования на поток, им удастся избежать зависимости от иностранных производителей оборудования [21]. Кроме компании SMEE в Китае есть и другие производители подобного оборудования, также для обеспечения независимости от Запада строятся заводы по производству чипов, например завод компании Huawei по производству микросхем по нормам 45 нм.

В результате на смену сложившейся глобальной научно-технической и производственной кооперации в микроэлектронике идет тренд создания собственных производственных цепочек не только в Китае, но и в других странах, которые опасаются оказаться в ловушке между американскими и китайскими производителями [22]. Масштабные программы субсидирования национальных производителей микроэлектроники заявлены в США, ЕС, Японии, Южной Кореи, а также Китае и России. На этом фоне в США, Китае и ЕС, хотя и с разной степенью интенсивности активизируется политика по усилению государственного контроля над корпорациями Big Tech, что вносит свой вклад в замедление сектора хай-тек и экономики в целом [10, с. 17].

Специалисты отмечают, что от фрагментации рынка микроэлектроники проиграют все, поскольку продукция отрасли наукоемка, а эффект масштаба в производстве микросхем позволяет делать их дешевле. Так, компания Intel тратит на НИОКР порядка 28% дохода, а в 2021 г. 36% дохода она получила на китайском рынке. При отказе от работы с Китаем компания будет вынуждена либо сократить затраты на НИОКР, либо существенно повысить цену на свою продукцию [22].

Правительство России планирует выделить около 420 млрд руб. на создание в стране производства микросхем 90 и 28 нм, а также запустить программу обратного реинжиниринга решений в сфере электроники, ориентируясь на развитие сотрудничества с Китаем.

Следовательно, в плоскости «технологии – потребности» идет технологическая гонка крупных компаний, связанная с огромными затратами на НИОКР и опытное производство новинок.

В плоскости «технологии – рынок» идет адаптация компаний, занятых проектированием и производством микросхем, к потребностям рынка и заказчиков. Поскольку технологии соединяются с рынком через бизнес-модели коммерческих компаний в условиях конкуренции, то развитие технологий и переход к проектным нормам 20 нм и ниже ведет к переосмыслению принятых в отрасли партнерских моделей фаблес-фаундри. Производители микросхем (фаундри-компания) используют разные бизнес-модели и стратегические направления развития:

- специализация в интересах конкретного заказчика, то есть создание отдельного фаундри-производства или отдельных специализированных участков для определенного крупного заказчика. Например, компания Samsung построила в США завод для выполнения заказов компании Apple (выделенное под крупного заказчика фаундри-производство). Связано это с существенным ростом затрат на всех стадиях² и с попытками фаблес-компаний ускорить освоение новых технологических процессов на фаундри-фирмах, в том числе путем создания совместных предприятий и более тесной

интеграции между этапами проектирования и производства;

- специализация на производстве микросхем для определенных сфер. Так, компания GlobalFoundries отказалась от участия в технологической гонки за освоение 7 нм норм, сосредоточив свои усилия на производстве микросхем 12-28 нм для интернета вещей, сетей 5G и СВЧ-процессов;
- стратегия продуктовой дифференциации, активное расширение продуктовой линейки микросхем для разных сфер при использовании единого технологического процесса. Такую стратегию использует израильско-американская фабрика TowerJazz, которая формирует свой портфель по производству микросхем 45 нм из большого числа разнообразных заказов, а также российский производитель микросхем компания «Микрон».

В. Е. Дементьев [3] показывает, что вначале ГПП используются на существующих рынках, а затем выходят на новые рынки, этот процесс присущ и микроэлектронике, где компании вначале осваивают существующие рынки, а затем выходят на новые рынки, которые формируются в том числе усилиями дизайн-центров.

В плоскости «технологии – рынок» реализуются процессы, связанные с организационным дизайном бизнеса, то есть меняются бизнес-модели компаний и развиваются новые формы партнерства.

В плоскости «рынок – потребности» идет конкуренция дизайн-центров (фаблес-компаний) за создание новых продуктов и, возможно, новых рынков. Дизайн-центры занимаются разработкой микросхем, используя американское программное обеспечение и представленные на рынке типовые блоки, которые можно использовать в разных проектах и которые принято называть IP-блоками (intellectual property, интеллектуальная собственность). Такие блоки создают британская компания ARM (микропроцессорные ядра), американские Intel и Nvidia, другие менее известные компании. Покупатель приобретает лицензию на использование готового дизайна микросхемы, например, для ядра ARM она стоит от \$1 млн, и затем платит роялти с продаж продукции. При этом код микросхем является закрытым, и если они не подходят к устройству, то приходится дополнительно оплачивать разработку микросхемы.

Использование типовых блоков сокращает время выхода продукта на рынок, улучшает качество продуктов. Разработчики микросхем могут покупать типовые блоки на рынке, тратя свои усилия на разработку уникальных составляющих микросхемы, либо формируя комбинацию типовых блоков, отвечающую потребностям рынка. Так, российская компания «Байкал электроникс» в сжатые сроки выпустила несколько востребованных продуктов, широко используя готовые типовые блоки [23].

Прорывной технологией в сфере разработки микросхем [24] стала открытая, расширяемая на принципах open source процессорная архитектура RISC-V, которая представляет набор инструкций для проектирования микросхем с открытым кодом. Этот

² Стоимость 130 нм производства составляла \$1,45 млрд, затраты на НИОКР – \$250 млн, а стоимость проектных работ – \$15 млн. На 22 нм эти показатели выросли до \$6,7 млрд, \$1,3 млрд и \$150 млн, соответственно [6, с. 6]. Сейчас стоимость производства перевалила за 10 млрд.

стандарт, который можно использовать бесплатно для разработки микросхем, подрывает монополию ведущих разработчиков микросхем.

В настоящее время создан международный фонд RISC-V со штаб-квартирой в Швейцарии, который поддерживают такие компании как Intel, Nvidia, Google, а в 2022 г. учреждена российская ассоциация независимых разработчиков программного обеспечения и вычислительной техники на основе микроархитектуры RISC-V (Альянс RISC-V).

Специалисты отмечают, что у RISC-V пока нет явных преимуществ, кроме открытости и бесплатности, но санкции могут подтолкнуть производителей из Китая и России к переходу на эту архитектуру, поскольку сейчас им ограничен доступ к ARM-технологиям.

Следовательно, в плоскости «рынок – потребности» идет конкуренция разработчиков микросхем, а трендом стало появление открытой архитектуры проектирования, что может привести к изменению парадигмы проектирования микросхем.

Позиционирование компаний в сфере микроэлектроники

Позиционирование бизнеса традиционно понимается как определение места компании и ее продукции в сознании потребителей, донесение до потребителей отличий компании от конкурентов. Поскольку сквозные технологии выходят за рамки отраслевых рынков, формируя пространство технологий, то и позиционирование бизнеса в этом пространстве существенно усложняется, оно становится многомерным или многопараметрическим. Модель Абеля позволяет частично упорядочить процесс позиционирования компаний с учетом технологической и организационной специфики рассматриваемой сферы. Хотя наглядно визуализировать текущую и перспективную позицию компаний в пространстве технологий становится довольно сложно.

Так, компании TSMC и GlobalFoundries, а также российская компания «Микрон» являются контрактными производителями, но различаются используемыми технологиями (проектными нормами выпускаемых микросхем) и рынками, на которых они работают. Компании Samsung и Intel являются компаниями полного цикла, одновременно предлагая на рынок услуги контрактного производства, но различаясь подходом к дизайну микросхем (дизайн заказчика у Samsung и собственный дизайн у компании Intel).

Кроме того, следует отметить, что пространство технологий очень подвижно, в нем могут появляться новые игроки, меняться роли существующих участников.

Как показано ранее, традиционно в микроэлектронике стадии проектирования и производства микро-

схем для производителей конечной продукции были организационно разделены между разными компаниями. Но в последние годы крупные IT-компании, которые потребляют микросхемы (Google, Amazon, Facebook), занялись их разработкой, покупая подразделения своих поставщиков и переманивая сотрудников, поддерживая открытую архитектуру RISC-V. Анализируя эту тенденцию, А. Ажар делает вывод, что в эпоху экспоненциального роста возвращается тренд вертикальной интеграции [2, с. 127], а также создания новых секторов (диверсификации бизнеса) крупными компаниями цифровой экономики.

Однако созданием собственных производств микросхем занимаются в основном китайские компании, в частности Huawei, и это при том, что число фондринг-компаний в мире сокращается. Попытки переноса таких производств в США сталкиваются с нехваткой рабочих и другими сложностями, поэтому предполагается, что власти США продлят разрешение компаниям Samsung и TSMC производить микросхемы в Китае [25].

Заключение

Анализ развития микроэлектроники, которая входит в пространство передовых производственных технологий как технологий широкого применения, показал, что конкуренция в этой сфере обостряется и усложняется. Использование трехмерной модели Абеля позволяет одновременно показать, в каких плоскостях идет конкуренция между компаниями, работающими в микроэлектронике, и какие стратегические альтернативы развития бизнеса возможны в каждой плоскости. Такой системный взгляд на бизнес в сфере сквозных технологий (ТШП) позволяет позиционировать компанию в пространстве рассматриваемой технологии в более широком контексте: с позиций выполняемых стадий цепочки создания добавленной стоимости, охвата рыночных сегментов и технологического развития.

Предложенный методический подход к анализу конкуренции и возможных стратегий развития бизнеса в микроэлектронике вносит вклад в развитие теории стратегического менеджмента, он может быть использован при анализе бизнес-стратегий в сфере других сквозных технологий.

* * *

Работа выполнена в рамках плана НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.1.5 «Теория и методология исследования устойчивого развития компаний высокотехнологичного и наукоемкого сектора экономики в контексте глобальных вызовов внешней среды, технологических, организационных и институциональных сдвигов».

Список использованных источников

1. Д. Абель (Эбелл). Стратегические окна. В сб.: Классика маркетинга. СПб.: Питер, 2001. С. 350-359.
2. А. Ажар. Экспонента. Как быстрое развитие технологий меняет бизнес, политику и общество. М.: М.: Манн, Иванов и Фербер, 2023. 352 с.
3. В. Е. Дементьев. Внедрение новых технологий широкого применения и парадокс производительности // Вестник ЦЭМИ РАН. 2018. Т. 1. Вып. 1. <https://semi.jes.su/s11111110000074-4-1>. DOI: 10.33276/S0000074-4-1.
4. П. Дамандис, С. Котлер. Будущее быстрее, чем вы думаете. Как технологии меняют бизнес, промышленность и нашу жизнь. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. 336 с.
5. С. Исмаил. Взрывной рост. Почему экспоненциальные организации в десятки раз продуктивнее вашей (и что с этим делать). М.: Альпина Паблишер, 2020. 389 с.

6. М. Лapedus. Компании переосмысливают модель «фаблес-фаундри»//Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. 2012. № 5. С. 5-6.
7. М. Макушин. Развитие бизнес-моделей электроники: зарубежный опыт и актуальность для России//Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. № 4. С. 44-54.
8. В. Д. Маркова. Маркетинг научных разработок: схема Абеля и позиционирование//Проблемы теории и практики управления. 2019. № 1.
9. В. Полтерович. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации//Вопросы экономики. 2009. № 6. С. 4-22.
http://mathecon.cemi.rssi.ru/vm_polterovich/files/Crisis_VoprEco_Polterovich_2009.pdf.
10. Россия и мир: 2023. Экономика и внешняя политика. Ежегодный прогноз. М.: ИМЭМО РАН, 2022. 130 с.
11. С. А. Толкачев, А. В. Тепляков, А. В. Фалалеева. Прогнозный потенциал концепции последовательного распространения технологий широкого применения в экономике//Экономическое возрождение России. 2022. № 4 (74). С. 9-27. DOI: 10.37930/1990-9780-2022-4-74-9-27.
12. Г. Хамел, К. К. Прахалад. Конкурируя за будущее. Создание рынков завтрашнего дня. М.: Олимп-Бизнес, 2002. 288 с.
13. Д. Шнайдер. Технологический маркетинг. М.: Янус-К, 2003. 478 с.
14. T. F. Bresnahan, M. Trajtenberg. General purpose technologies «Engines of growth»?//Journal of Econometrics. 1995. № 65 (1):83-108.
DOI: 10.1016/0304-4076(94)01598.
15. R. Cooper. Winning at new product. Creating Value through Innovation. London: Kogan page, 2011. 378 p.
16. R. Lipsey, K. Carlaw, C. Bekar. Economic transformations: general purpose technologies and long-term economic growth. Oxford: Oxford university press, 2005.
17. Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 г.».
18. Эксперт-Урал. 2023. № 23-26. С. 10.
19. А. Эрлих. Технологический процесс производства интегральных схем. Особенности материалов, оборудования, специфики современного техпроцесса.
<https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=75528>.
20. Меньше и дороже: будущее мирового и российского рынка чипов. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6343f4ab9a794732c4d1be77>.
21. Китай разработал собственный 28 нм сканер для производства чипов. <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/752278>.
22. Китайское эмбарго на металлы: что станет с рынком полупроводников//Эксперт. 2023. № 28. С. 7.
23. Экосистема разработки микросхем. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/626bd1459a7947f2a2d25227>.
24. 9 прорывных технологий 2023 года по версии MIT. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/63ea31339a7947246bbe7202>.
25. <https://www.kommersant.ru/doc/6042354>, июнь 2023 г.

References

1. D. Abel. Strategic windows. In the coll.: Classics of marketing. St. Petersburg: Peter, 2001. P. 350-359.
2. A. Azhar. Exponential. How accelerating technology is leaving us behind and what to do about it. M.: Mann, Ivanov & Ferber, 2023. 352 p.
3. V. Dementiev. Introduction of New General Purpose Technologies and Paradox of Productivity. Herald of CEMI. 2018. V. 1.
<https://cemi.jes.su/s11111110000074-4-1>. DOI: 10.33276/S0000074-4-1.
4. P. Diamandis, S. Kotler. The Future is faster than you think: how converging technologies are transforming business, industries and our lives. M.: Mann, Ivanov & Ferber, 2021. 336 p.
5. S. Ismail. Exponential organizations. Why new organizations are ten times better, faster and cheaper than yours (and what to do about it). M.: Al'pina Pablisher, 2020. 389 p.
6. M. Lapedus. Firms rethink fabless-foundry model//Electronics manufacturing: technologies, equipment, materials. 2012. № 5. P. 5-6.
7. M. Makushin. Development of business models of electronics: foreign experience and relevance for Russia//Electronics: science, technology, business. 2017. № 4. P. 44-54.
8. V. D. Markova. Marketing of scientific developments: Abel's scheme and positioning//Problems of management theory and practice. 2019. № 1.
9. V. Polterovich. The Innovation Pause Hypothesis and the Strategy of Modernization//Voprosy Ekonomiki. 2009. № 6. P. 4-23.
<https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-6-4-23>.
10. Russia and the World: 2023. Annual Forecast: Economy and Foreign Policy. M.: IMEMO, 2022. 130 p.
11. S. A. Tolkahev, A. Yu. Teplyakov, A. V. Falaleeva. Predicting potential of the systematic Dissemination of general-purpose technologies concept in the economy//Economic revival of Russia. 2022. № 4 (74). P. 9-27. DOI: 10.37930/1990-9780-2022-4-74-9-27.
12. G. Hamel, C. K. Prahalad. Competing for the future. M.: Olimp-Business, 2002. 288 p.
13. D. Schneider. Technology marketing. M.: Ianus-K, 2003. 478 p.
14. T. F. Bresnahan, M. Trajtenberg. General purpose technologies «Engines of growth»?//Journal of Econometrics. 1995. № 65 (1):83-108.
DOI: 10.1016/0304-4076(94)01598.
15. R. Cooper. Winning at new product. Creating Value through Innovation. London: Kogan page, 2011. 378 p.
16. R. Lipsey, K. Carlaw, C. Bekar. Economic transformations: general purpose technologies and long-term economic growth. Oxford: Oxford university press, 2005.
17. Order of the Government of the Russian Federation. May 20, 2023. № 1315-p «On approval of the concept of technological development for the period until 2030».
18. Expert -Ural. 2023. № 23-26. P. 10.
19. A. Ehrlich. Technological process of integrated circuits production. Peculiarities of materials, equipment, specifics of modern technological process.
<https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=75528>.
20. Smaller and more expensive: the future of the global and Russian chip market. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6343f4ab9a794732c4d1be77>.
21. China has developed its own 28nm scanner for chip manufacturing. <https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/752278>.
22. China's metal embargo: what will happen to the semiconductor market//Expert. 2023. № 28. P. 7.
23. The ecosystem of chip design. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/626bd1459a7947f2a2d25227>.
24. 9 disruptive technologies of 2023 according to MIT. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/63ea31339a7947246bbe7202>.
25. <https://www.kommersant.ru/doc/6042354>, June 2023.