

О НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ГОТОВНОСТИ К НЕЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

В. Бетелин

В настоящей статье рассматривается вопрос о сущности изменений в сфере производства, получивших название новой технологической революции, и готовности экономики России к таким изменениям.

Новая технологическая революция в полупроводниковой отрасли США и ее влияние на другие отрасли промышленности. Согласно экспертно-аналитическому докладу Центра стратегических разработок (далее доклад ЦСР) к числу основных характеристик названной революции относятся: фундаментальная цифровая трансформация существующих отраслей, создание новых рынков, экспоненциальный рост степени использования передовых производственных технологий, глубокая оптимизация существующих отраслей и секторов. Полупроводниковая отрасль США практически полностью соответствует этим характеристикам¹.

Действительно, полупроводниковая фабрика этой отрасли представляет собой полностью автоматизированное производство, занимающее десятки и сотни тысяч квадратных метров площадей, на которых размещены сотни единиц технологического оборудования, объединенные робототехническим комплексом. И технологическое оборудование, и робототехнический комплекс основаны на использовании цифровых сенсоров, датчиков, исполнительных механизмов, а системы управления технологическим оборудованием и процессами функционируют на базе математических моделей и цифровых данных². Такая фабрика обеспечивает производство не менее десятков и сотен миллионов полупроводниковых приборов в год.

Например, площадь полупроводниковой фабрики RFab компании Texas Instruments составляет более 100 тыс. м². Эта компания производит ежегодно миллиарды полупроводников на 150-, 200- и 300-миллиметровых кремниевых пластинах. В 2016 г. оборот этой компании составил более 13 млрд. долл.

Полупроводниковая отрасль США, по данным SIA 2016 Factbook, контролирует 50% глобального рынка полупроводников емкостью около 350 млрд. долл. Доля Кореи на этом рынке – 17%, Японии – 11, Европы – 9, Тайваня – 6, Китая – 4%. Экспорт полупроводников является третьей по величине статьей экспорта промышленных изделий США после самолетов (119 млрд. долл.), и автомобилей (55 млрд. долл.), составляя 42 млрд. долл.

Полупроводниковая отрасль обеспечивает около 250 тыс. рабочих мест и еще 1 млн. в других отраслях американской экономики³.

Ключевой технико-экономический фактор роста объемов товарного производства полупроводников в последние 20 лет (в США – 5,3% в год) – снижение стоимости одного транзистора при переходе на меньшие проектные нормы. Так, стоимость 1 бита в микросхемах памяти ежегодно снижалась на 30-35%.

Полупроводниковая отрасль США является одним из основных создателей модели товарного производства короткоживущих (1-3 года) высокотехнологичных товаров массового спроса, которая основана на стратегии «двойного сокращения». Имеется в виду сокращение времени жизни производимого продукта, сокращение сроков разработки нового продукта с новыми возможностями (*экспоненциальный рост степени использования передовых технологий*) и

меры принуждения потребителя к приобретению нового продукта взамен старого. Так, по данным Wall Street Journal, компания Apple призналась в намеренном занижении скорости работы старых моделей смартфонов iPhone путем дистанционного обновления операционной системы IOS. Владельцы этих смартфонов подали иски против Apple, поскольку считают, что подобная уловка вынуждала их покупать новые модели компании.

Надо заметить, что модель производства короткоживущих высокотехнологичных изделий массового спроса на основе стратегии «двойного сокращения» обеспечила беспрецедентно высокие темпы повышения производительности и снижения стоимости полупроводников, что стимулировало процесс перехода на эту модель сначала производителей массовой радиоэлектронной аппаратуры и программного обеспечения, а затем производителей бытовой техники с электронными цифровыми системами управления – такой как холодильники, стиральные машины, телевизоры и т.д. Фактически на основе этой модели ведется ныне производство, например, легковых автомобилей с большим количеством электронных цифровых систем контроля и управления, в том числе и легковых автомобилей «Мерседес», которые еще 15-20 лет назад считались практически «вечными» машинами⁴.

Полупроводниковая отрасль США – локомотив и катализатор фундаментальной цифровой трансформации существующих отраслей, социальной сферы и создания новых глобальных рынков.

Для полупроводниковых технологий размерности 20 нм и менее существенно возросли затраты на разработку технологического процесса (до 1 млрд. долл.) и общая стоимость полупроводниковой фабрики (до 10 млрд. долл.). Это обусловлено главным образом высокой стоимостью и сложностью технологического оборудования, в частности фотолитографа (60-100 млн. долл.), а также ростом операционных расходов, связанных с возросшим энергопотреблением, которое для современной фабрики достигает 100 МВт, превышая потребление многих автомобильных и нефтеперерабатывающих заводов. В результате порог безубыточности, например, для компаний, работающих в сегменте производства микропроцессоров и памяти, в настоящее время составляет в зависимости от модели производства от 3 до 6 млрд. долл. При имеющихся емкости и структуре глобального рынка полупроводников это привело к тому, что доходность полупроводниковых производств существенно снизилась.

В таких условиях для обеспечения технологического лидерства полупроводниковой отрасли США были определены два основных приоритетных направления технологического развития, обеспечивающих как многократное увеличение емкости глобального рынка полупроводников, так и формирование новых глобальных высокотехнологичных массовых рынков:

технология «интернета вещей», разработке и внедрению которой Соединенные Штаты должны уделять первоочередное внимание (решение Сената США № 110 от 24 марта 2015г.)⁵;

технология создания комплексных, оптимизированных аппаратно-программных финишных радиоэлектронных изделий высокой доходности, как основы технологии «интернета вещей».

Лидером ниши высокодоходных финишных радиоэлектронных изделий этого становящегося глобальным рынка в настоящее время является компания Apple, оборот которой в 2016 г. составил 215 млрд. долл. при численности персонала более 100 тыс. человек. Фирма Apple ведет разработку и производство 64-разрядных микропроцессоров (Apple A7), операционных систем, прикладного программного обеспечения и на основе этих компонентов реализует массовое производство финишных изделий, в числе которых мобильные телефоны, планшетные компьютеры, смартфоны, «умные» часы, ноутбуки, серверы и т.д. Важно, что разработанные Apple отдельные компоненты этих высокодоходных финишных изделий на открытый рынок не выводятся, их можно приобрести только в составе финишных продуктов компании Apple.

Лидер массового рынка полупроводников – компания Intel, оборот которой

в 2015 г. составил 55 млрд. долл., формирует еще одну нишу этого нового глобального рынка, массовым продуктом которой будут технологии и комплексные аппаратно-программные решения для создания систем управления автомобилем без водителя. Емкость нового сегмента к 2030 г. корпорация Intel оценивает на уровне 70 млрд. долл.⁶ В рамках этой деятельности корпорация приобрела в 2015 г. за 16,7 млрд. долл. компанию Altera – разработчика и производителя программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

В июле 2016 г. компании BMW, Intel и Mobileye объявили о совместной разработке к 2021 г. самоуправляемого автомобиля для городских улиц и технологии открытой платформы, которую смогут использовать другие автопроизводители. В ноябре 2016 г. фирма Intel организовала новое подразделение, занимающееся вопросами автоматического управления движением автомобиля, инвестиции в это направление составляют 250 млн. долл.

В январе 2017 г. начиналась разработка нового семейства комплексных аппаратно-программных решений для проекта автомобиля без водителя, отдельные компоненты которых недоступны вне этих комплексных решений. Под эти цели разработчик систем компьютерного зрения, компания Mobileye, была приобретена за 15,3 млрд. долл.

Одобрение Сенатом США в 2017 г. проекта закона об «интернете вещей». Проект закона DIGIT Act (Developing Innovation and Growing the Internet of Things) был представлен на рассмотрение Сената США в начале 2017 г., одобрен Сенатом и передан на рассмотрение в палату представителей в конце 2017 г. В преамбуле закона содержатся данные, в соответствии с которыми прогнозируется, что к 2020 г. к интернету будет подключено более 50 млрд. устройств и что «интернет вещей» может генерировать триллионы долларов в новой экономической деятельности по всему миру.

Диалог о стратегии национального «интернета вещей» (National IOT Strategy Dialogue, 2016 г.). В 2016 г. рабочей группой, включающей представителей промышленности, академических, правительственных и других структур США был подготовлен 30-страничный документ (далее – документ), содержащий стратегические политические рекомендации, принятие которых, по мнению авторов, должно обеспечить безусловное лидерство США в технологии «интернета вещей». Существенно, что инициаторами этого диалога и его наиболее активными участниками были представители полупроводниковых компаний Intel и Samsung, а также Semiconductor Industry Association (SIA) – Ассоциации производителей полупроводников США. В соответствии с определением, данным в этом документе, «интернет вещей» состоит из «вещей» (устройств), подсоединенных посредством сети к облакам (центрам данных), из которых данные могут быть извлечены и проанализированы. К числу таких «вещей» (устройств) согласно документу относятся бытовая техника, одежда, цветные телевизоры, автомобили (потребительский «интернет вещей»), а также заводское оборудование, медицинские приборы, торговые системы (промышленный «интернет вещей»).

В названном документе констатируется, что свободное перемещение электронных данных через границы позволяет компаниям США способствовать инновациям, росту и созданию рабочих мест в Америке. В случае установки цифровых торговых барьеров американские компании потеряют больше всех. Поэтому, чтобы сохранить конкурентоспособность экономики Америки, федеральное правительство должно энергично защищать трансграничные потоки данных путем торговых соглашений и других механизмов принуждения торговых партнеров. Речь идет о том, чтобы обеспечить право компаниям США хранить, обрабатывать и манипулировать своими данными в пределах границ страны, в том числе и данными, извлеченными из подключенных к интернету бытовой техники, телевизоров, автомобилей, заводского оборудования и т.д., с цифровыми системами контроля и управления, произведенными американскими компаниями по технологии создания комплексных оптимизированных аппаратно-программных финишных радиоэлектронных изделий. На этой основе,

в частности, могут быть созданы предсказательные системы управления и обслуживания подключенных к интернету устройств⁷.

Из изложенного следует, что развитие технологии «интернета вещей» – это, прежде всего, цифровая трансформация потребительских изделий массового спроса в высокотехнологичные короткоживущие массовые изделия путем встраивания в них короткоживущих полупроводниковых цифровых систем контроля и управления, что необходимо влечет цифровую трансформацию предприятий и обеспечивает многократное увеличение объема продаж полупроводников и радиоэлектронных изделий на их основе.

Таким образом, сущность изменений в сфере производства, получивших название новой технологической революции, заключается в фундаментальной цифровой трансформации существующих отраслей и производимой ими продукции как основы их перехода к модели производства на основе «стратегии двойного сокращения» с целью многократного увеличения объемов потребления как полупроводников, так и радиоэлектронных изделий на их основе. Стратегия «двойного сокращения» – это наиболее эффективный на данном этапе развития инструмент создания лидерами глобальных массовых мировых рынков *все новых и новых потребностей и триумфального их удовлетворения*. Экологические, ресурсные, энергетические и социальные проблемы этой модели производства очевидны уже сегодня – это огромная ресурсоемкость и энергоемкость массовых производств, необходимость утилизации стремительно растущей массы выведенных из эксплуатации автомобилей, телевизоров, настольных и мобильных компьютеров, телефонов и смартфонов, сокращение традиционных рабочих мест в производственной сфере и т.д.

Рассматриваемая модель производства жестко определяет, можно даже сказать – навязывает, приоритеты научно-технологического развития, в первую очередь – снижение себестоимости производства и увеличение его объемов. В рамках этой модели производства лидерство в высоких технологиях означает лидерство в объемах выпуска продуктов, производимых по этим технологиям.

Включение России в новую технологическую революцию не решит основных проблем, стоящих перед российской экономикой. Основные проблемы российской экономики последних двух десятилетий – это нарастающее отставание от промышленно развитых стран в научно-технологическом и инновационном развитии и объемах товарного производства высокотехнологичных отраслей реального сектора экономики. Следствием этого отставания является высокая степень зависимости российской экономики от возможностей импорта высокотехнологичной продукции зарубежных компаний и возможностей экспорта энергоносителей⁸.

В свою очередь, это отставание есть прямое следствие реализуемой в течение последних 25 лет либеральной модели экономики страны, в рамках которой критерием успеха реального сектора экономики России считается финансовая конкурентоспособность и прибыль, т.е. этот сектор нацелен на финансовые, а не технологические инновации⁹. Эта либеральная модель являлась основой ряда директивных документов Правительства РФ, а также всех стратегий научно-технологического развития России начиная с 2006 г., основные цели и задачи которых так и не были достигнуты¹⁰. Но существеннее всего то, что в 2016 г., как и десять лет назад, в 2006 г. (год утверждения Стратегии-2015), крупнейшие высокотехнологичные компании реального сектора экономики России по объему товарного производства многократно отставали от своих зарубежных конкурентов¹¹.

Среди упомянутых директивных документов Правительства РФ основополагающим представляется документ «Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы до 2010 года», утвержденный Правительством РФ в августе 2005 г., № 2473п-177 (далее – Основные направления-2010). Согласно этому документу одна из целей государственной политики в области развития инновационной системы (п. 18) к 2010 г. «...вывести экономику страны из зоны преимущественного экспортно-сырье-

вого развития, обеспечить конкурентоспособность России в мировом сообществе и ее равноправную интеграцию в мировое экономическое пространство».

Указанная цель, однако, не достигнута. Согласно докладу ЦСР на данный момент по целому ряду направлений Россия не в силах конкурировать с зарубежными партнерами, а наша национальная экономика по-прежнему в значительной степени зависит от экспорта энергоносителей: на их долю в 2016 г. пришлось 62% российского экспорта в страны дальнего зарубежья¹².

Распоряжением Правительства РФ № 2227-р от 8 декабря 2011 г. утверждена «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.» (Стратегия-2020) также на базе Основных направлений-2010. В рамках реализации этой Стратегии-2020 и планировалось увеличить долю России на мировых высокотехнологичных рынках до 2%, что в 8 раз меньше показателя Китая и в 6 раз меньше уровня США в 2008 г.

Однако согласно докладу ЦСР преобладают иные тенденции: *«В последние десятилетия происходит смещение структуры экспорта в сторону продуктов низкой сложности...», «Россия – единственная страна БРИКС, где структура производства стала менее высокотехнологичной, чем была ранее», «...по номинальному объему экспорт высокотехнологичной продукции из Китая более чем в 57 раз превышает аналогичный показатель для России»¹³.*

Стратегией-2020 планировался также ежегодный 5%-ный прирост производительности труда *«для достижения среднеотраслевых значений, характерных для аналогичных зарубежных компаний».*

Согласно докладу ЦСР положение не изменилось: *«Российской экономике необходимо обеспечить производительность труда в таких масштабах, которые позволят в кратчайшие сроки ликвидировать отставание по данному показателю от стран-лидеров и не уступать им в будущем»¹⁴.*

Таким образом, именно следование России либеральному экономическому курсу является причиной того, что *«...динамика, которую российская экономика демонстрирует в настоящий момент, не позволяет ни решать задачи повышения производительности труда, ни эффективно включиться в глобальные тренды, задаваемые новой технологической революцией»¹⁵.*

На существующих глобальных рынках полупроводников и радиоэлектроники Россия является только потребителем, но не сколь-нибудь значимым поставщиком. Россия критически зависит от импорта полупроводников, поскольку не владеет технологиями и не располагает полупроводниковыми фабриками, способными обеспечить производство десятков и сотен миллионов полупроводников (на что способны, например, Intel и Texas INS.). Очевидно, что в этих условиях не имеет реального смысла ставить перед российской полупроводниковой отраслью задачу обеспечения производства хотя бы сотней миллиардов полупроводников для 50 млрд. устройств, которые будут подключены к интернету к 2020 г.

По данным из материалов экспертной группы Digital McKinsey «Цифровая Россия: новая реальность», Россия критически зависит также и от импорта ИТ-оборудования, объем которого составляет по различным категориям от 80 до 100%¹⁶. Другими словами, объемы производства отечественных полупроводников и радиоэлектронных изделий в настоящее время не являются сколь-нибудь значимыми для экономики России.

Аналогична и ситуация с удовлетворением потребностей отечественного рынка бытовой техники¹⁷. На этот рынок поступают либо импортные изделия, либо результаты отечественной сборки изделий из импортных комплектующих, включая программное обеспечение цифровых систем управления таких товаров массового спроса, относящихся к категории потребительского «интернета вещей», как бытовая радиоэлектроника, холодильники, пылесосы, стиральные и швейные машины и т.д., а также легковые автомобили. Очевидно, что цифровая трансформация этих массовых продуктов и соответствующих зарубежных предприятий уже проведена или будет проведена на основе продукции лидеров глобальных рынков полупроводников и радиоэлектроники.

Стало быть, при сохранении в России либеральной экономической модели не приходится ожидать ни увеличения объемов производства отечественной бытовой техники в результате новой технологической революции, ни создания в России на их основе экономически и социально значимых компаний по производству таких товаров на основе стратегии «двойного сокращения», конкурентоспособных на глобальном мировом рынке.

Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Программа ЦЭ). В основу этой программы положены те самые принципы, на которых базировались все предыдущие стратегии научно-технологического развития России, цели и задачи ни одной из которых так и не были достигнуты¹⁸.

Согласно Основным направлениям-2010 первоочередные цели и задачи этих стратегий и программы – создание условий, в том числе институциональных, для развития (создания) высокотехнологичных бизнесов, но не создание собственно этих бизнесов, а также необходимой инфраструктуры и прорывных технологий. Достижение этих целей и задач программы предположительно должно обеспечить повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом (Программа ЦЭ, с. 2).

Необходимое условие конкурентоспособности компании на глобальном рынке – это ее выход на объемы товарного производства, соизмеримые с объемами производства компаний-лидеров глобального рынка. Однако увеличение объемов товарного производства не являлось целью ни стратегий научно-технологического развития РФ в 2006-2016 гг., ни Программы ЦЭ.

Из изложенного следует, что попытка включения России в новую технологическую революцию на базе либеральной модели не только не решит основные проблемы российской экономики, но и усилит ее зависимость от импорта высокотехнологичной продукции и экспорта энергоносителей.

О возможной альтернативной модели новой технологической революции для России. Промышленность СССР существенно основывалась на модели серийного производства долгоживущих (10-15 и более лет) ремонтпригодных промышленных изделий высокой надежности и готовности. Эта модель была основой промышленного развития и производства как предприятий оборонно-промышленного комплекса, так и предприятий гражданских отраслей, конечно, наряду с другими требованиями к уровню надежности и готовности. К этому классу изделий относились гражданские самолеты, грузовые автомобили (ГАЗ, ЗИС, ЗИЛ, Урал-ЗИЛ, КАМАЗ), легковые автомобили («Москвич», «Победа», «Волга», ЗИЛ) и бытовая техника (холодильники «ЗИС-Москва», ЗИЛ, «Саратов», «Минск»), телевизоры («КВН», «Электроника», «Рубин», «Радуга», «Рекорд»), комплекты учебной вычислительной техники («Корвет», УК НЦ). Длительный срок службы этих гражданских изделий обеспечивался технологией проектирования и изготовления как собственно этих изделий, так и отдельных узлов и агрегатов, а также возможностью замены последних в процессе планового или нештатного ремонта.

На основе этой модели в настоящее время и в России, и в других промышленно развитых странах ведутся разработка, серийное производство и сопровождение изделий стратегических отраслей – военной и авиационно-космической техники, изделий тяжелого энергетического, транспортного и атомного машиностроения, судостроения, станкостроения и т.д. Важно, что Россия владеет этими технологиями в отличие от аналогичных технологий для массовых короткоживущих высокотехнологичных изделий, производство которых ведется на основе стратегии «двойного сокращения». Несовместимость короткоживущих и долгоживущих моделей в рамках единого предприятия следует из различий как в технико-экономических требованиях к продукции, так и в объемах и технологии ее производства. Однако это не исключает возможности смены парадигмы и перевода ряда серийно производимых изделий из категории короткоживущих в категорию долгоживущих, для которых существует рынок

сбыта. Например, производства долгоживущих легковых автомобилей для условий Сибири с ресурсом в сотни тысяч километров или долгоживущей вычислительной, коммуникационной и бытовой техники, которые уже сегодня могут найти своего покупателя не только в России, но и за рубежом.

Альтернативой вложениям в новую технологическую революцию могли бы стать вложения в создание экономически значимой ИТ-отрасли России, включая полупроводниковый и радиоэлектронный сегменты, адекватные по объемам производства требованиям цифровизации как этих стратегических отраслей России и их продукции, так и полупроводниковой и радиоэлектронной отраслей. Основная экономическая цель цифровизации – увеличение объема продаж этой высокотехнологичной отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынке, отчисления от которых обеспечивали бы не только среднему уровню оплаты труда в этих отраслях, затрат на технологическое развитие предприятий и поступления в бюджет, превышающие поступления от сырьевых отраслей, но также производство продукции для внутреннего потребительского рынка, который является «первой ступенью для роста будущих цифровых лидеров»¹⁹.

¹ Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад / Под научным руководством В.Н. Княгинина. – М.: Центр стратегических разработок. 2017. Октябрь. С. 26, 27, 30.

² Там же. С. 27.

³ Бетелин В.Б. Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России // Вестник Российской академии наук. 2018. Т. 88. № 1. С. 3-9.

⁴ Там же.

⁵ Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад / Под научным руководством В.Н. Княгинина. – М.: Центр стратегических разработок. 2017. Октябрь. С. 27.

⁶ Бетелин В.Б. Проблемы и перспективы формирования цифровой экономики в России // Вестник Российской академии наук. 2018. Т. 88. № 1. С. 3-9.

⁷ Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад / Под научным руководством В.Н. Княгинина. – М.: Центр стратегических разработок. 2017. Октябрь. С. 29.

⁸ Там же. С. 42.

⁹ Бетелин В.Б. Критерий успеха инновационной деятельности – технологическая конкурентоспособность России на мировом рынке. Альманах по итогам Первого Всероссийского форума технологического лидерства «ТЕХНОДОКТРИНА-2014». С. 29-31.

¹⁰ Бетелин В.Б. Итоги научно-технологического и инновационного развития экономики России в 2006-2016 гг. // Инновации. 2016. № 6 (212). С. 9-16.

¹¹ Там же.

¹² Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад / Под научным руководством В.Н. Княгинина. – М.: Центр стратегических разработок. 2017. Октябрь. С. 42.

¹³ Там же. С. 47.

¹⁴ Там же. С. 43.

¹⁵ Там же. С. 55.

¹⁶ Цифровая Россия: новая реальность. Отчет экспертной группы Digital Mckinsey. 2017.
¹⁷ Гражданкин А.И., Кара-Мурза С.Г. Белая книга: Промышленность и строительство в России 1950-2014 гг. – М.: ТД Алгоритм. 2016.

¹⁸ Бетелин В.Б. Итоги научно-технологического и инновационного развития экономики России в 2006-2016 гг. // Инновации. 2016. № 6 (212). С. 9-16.

¹⁹ Цифровая Россия: новая реальность. Отчет экспертной группы Digital Mckinsey. 2017.