

Инструменты анализа технологических революций в экономической науке

СКРИПКИН КИРИЛЛ ГЕОРГИЕВИЧ

К.э.н., доцент кафедры Экономической информатики Экономического факультета МГУ

Аннотация

В российской экономической науке самым популярным инструментом анализа технологических революций стала модель технологического уклада. Между тем, хотя эта модель имеет определенные возможности на макроуровне, на микроуровне она не отвечает на вопросы, стоящие перед российскими предприятиями и государственными регуляторами. Речь, прежде всего, идет о таких вопросах, как приоритеты технической политики, построение адекватных цепочек развития новой технологии и, что самое важное, выявление организационного и кадрового обеспечения инноваций, позволяющего трансформировать инженерную разработку в бизнес-модель, способную принести деньги своим создателям. Для этих целей предлагается использовать альтернативные модели: модель S-образной кривой, технологии общего назначения и, наконец, т.н. Саарбрюккенскую модель передачи технологий.

Abstract

In Russian economics, the model of techno-economic paradigm became the most popular instrument to analyse technological revolutions. Though this model has some analytical power on the macro level, on microlevel it cannot answer many questions facing Russians firms and regulators. One should first mention such question as technical policy priorities, building adequate chains of technology development and, what is most important, identifying organizational and staff complementarities, which allow to transform engineering development into a business model that can bring money to its creators. For this purpose, we propose alternative models: S-shaped curve, general purpose technology and, finally so-called Saarbrucken technology transfer model.

Ключевые слова: S-образная кривая, технология общего назначения, инновационная компания, комплементарные связи

Keywords: S-shaped curve, general purpose technology, innovation company, complementarities

1. Введение

Цифровая экономика создается в первую очередь предпринимателями, учеными, инженерами и другими работниками, разрабатывающими, производящими и продающими новые продукты и услуги. Вместе с тем, результат этих усилий зависит не только от их масштаба и интенсивности. Это хорошо видно на масштабном примере - японском проекте компьютеров пятого поколения [Pollack, 1992, Kim, 2002]. Десятилетние усилия японского МВТП¹ и ведущих японских производителей электроники² (1982-1992), подкрепленные инвестициями в 400 млн. долл. (что с учетом инфляции составляет почти 750 млн. долл. или более 42 млрд. руб. по текущему курсу) привели в 1992 г. к закрытию проекта и бесплатной раздаче созданного ПО всем желающим [Pollack, 1992]. Стоит отметить, что на тот момент Япония рассматривалась как экономическое чудо и образец для подражания, а МВТП – образцом промышленной политики, творцом феномена,

¹ Министерство внешней торговли и промышленности

² В соответствующий консорциум ICOT вошли 8 японских компаний - Fujitsu, Hitachi, Nippon Electric Corporation, Mitsubishi, Matsushita, Oki, Sharp, Toshiba [Feigenbaum, McCorduck, 1984]

получившего в управленческой и популярной литературе название Japan Incorporated. Способности и целеустремленность её ученых, инженеров и предпринимателей, как и наличие соответствующей инфраструктуры никем не ставились под сомнение. Тем не менее, всех этих бесспорных преимуществ оказалось недостаточно, сам проект был закрыт, а электронная промышленность Японии, при всех своих несомненных успехах, так и не стала мировым лидером.

Таким образом, усилия бизнеса как таковые, даже скоординированные государством, далеко не всегда оказываются достаточным условием для технологического прорыва. Необходимы также знания, касающиеся превращения производственной инфраструктуры и созданных знаний, в ценность, в деньги. А это – экономические, управленческие и институциональные знания. В работе эти знания рассматриваются в сугубо практической плоскости. Кто и как выбирает приоритеты технического развития, каков процесс этого выбора? Как научное знание превращается в инженерное и техническое, а те, в свою очередь, в успешный бизнес? Что заставляет крупнейшие компании ведущих отраслей внедрять технологии, разработанные за их пределами?

Работа имеет следующую структуру. Раздел 2 посвящен подходам к анализу технологических революций, принятым в российской управленческой и экономической науке. В разделе 3 вводится S-образная кривая, показывающая принципиально нелинейный характер технологического развития. В разделе 4 рассматривается важный частный случай s-образной кривой – технологий общего назначения. Раздел 5 анализирует Саарбрюккенскую модель передачи технологий с учетом модели открытых инноваций.

2 Аналитические инструменты российского экономического дискурса

В российской экономической науке основным аналитическим инструментом анализа технологических революций стала модель технологического уклада [Глазьев, Харитонов, 2009, Глазьев, 2016а, 2016б, Perez, 2013]. В основе понятия технологического уклада как «крупного комплекса технологически сопряженных производств» [Глазьев, 2009], с определенной периодичностью замещаемого другим комплексом, более современным по составу используемых технологий. Авторам данного направления удается получить заслуживающие внимания выводы в области макроэкономики и даже геоэкономики. В частности, в [Глазьев, 2016б] прогнозируется дальнейший рост международной напряженности и постепенное перемещение центра глобальной экономики из США в страны Азии. В качестве меры противодействия внешним угрозам предлагается сотрудничество с широким кругом стран, включая страны ЕАЭС, страны ШОС, страны БРИКС, ряд стран Латинской Америки и др. Наконец, предлагается ряд мер по формированию нового мирового экономического порядка, среди которых в практическом плане выделяется создание альтернативных платежных систем и системы обмена межбанковской информацией.

Макроэкономические меры включают меры банковского и валютно-финансового контроля, ограничение движения капитала, фиксацию курса рубля со стороны ЦБ РФ, расширение масштабов денежной эмиссии. Полученные таким образом дополнительные средства предполагается целевым образом направить на инвестиции в целом и на технологическое развитие в частности.

При всей важности перечисленных мер для обеспечения стабильности российской экономики и защиты от внешних угроз, довольно сложно выявить связь этих мер с технологическим развитием как таковым, в частности, с вопросами, поднятыми во введении к настоящей работе. Дополнительные сложности в прикладном анализе вносит ряд проблем самой модели технологического уклада. В частности, содержательная критика данной модели приводится в [Сухарев, 2014]:

- Временные интервалы доминирования каждого из технологических укладов не определены;
- Не определено и само доминирование, как в терминах измеряющего его экономического показателя (доля ВВП? Число занятых? Иное?), так и в терминах пороговых значений;

- Не ясны критерии, по которым выделяются «Ключевой фактор», «ядро», «несущие отрасли»³ технологического уклада, более того, в общем случае они лежат в инженерной, а не экономической области;
- Как следствие, прогнозная ценность выделенных составляющих нового уклада оказывается невысокой.

В подтверждение критики О.С.Сухарева можно привести утверждения [Глазьев, Харитонов, 2009] о том, что в новом (по расчетам авторов, шестом) технологическом укладе будут доминировать нанотехнологии. Между тем в настоящее время в качестве технологической основы нового уклада рассматриваются искусственный интеллект, интернет вещей и другие цифровые технологии [Стратегия, 2017]. Также необходимо отметить, что аналогичные проблемы возникают и в определении прошлых технологических укладов, где степень неопределенности не в пример ниже. Так, уже первый технологический уклад не включает в свой состав интенсивное сельское хозяйство, которое не только позволило прокормить быстро растущее городское население, но и было крупным рынком сбыта промышленной продукции. Подобные проблемы можно обнаружить практически в любом технологическом укладе.

Справедливости ради, подход технологического уклада давно уже перестал быть единственным. В частности, в уже упомянутой работе [Сухарев, 2014] предложена альтернативная институциональная модель технологического развития на уровне отдельной фирмы. На сегодняшний день она носит несколько абстрактный характер (в качестве результата рассматривается только снижение материалоемкости или энергоемкости производства), однако рассмотрение институциональных ограничений технологического развития представляется исключительно важным.

Исключительно важные наблюдения сделаны в работах О.Г.Голиченко (например, [Голиченко, 2010, Голиченко, 2017]), который вводит в рассмотрение ряд важных понятий и инструментов. В частности, можно выделить следующие:

1. Модель открытых инноваций Г.Чесбру [Chesbrough, 2006] применительно к модели догоняющего развития.
2. Двойственная роль т.н. спилловеров⁴ в распространении инноваций и политика национальной инновационной системы по отношению к спилловерам.
3. Важность снижения инновационных рисков для экономических агентов.
4. Необходимость принуждения фирм к принятию инновационных рисков со стороны НИС.

Вместе с тем, и в этих работах круг аналитических инструментов достаточно ограничен и, как будет показано далее, предлагаемые инструменты могут развить выводы авторов.

Таким образом, доминирование в российском экономическом дискурсе, посвященном инновациям, теории технологического уклада, существенно ограничивает палитру аналитических инструментов на микроуровне, где, собственно, и возникают инновации. Предлагаемые альтернативы представляются особо ценными именно для этого уровня.

3. Модель S-образной кривой как инструмент анализа принятия фирмой решения об использовании технологии

Логистическая кривая как метафора отдачи от технологии широко распространена в экономической и футурологической литературе (см., например, [Лем, 1968]). Однако, именно

³ В теории технологического уклада «ключевым фактором» называются формирующие его технологические нововведения, «ядром» - комплекс технологически сопряженных производств на основе новых технологий, «несущими отраслями» - ключевые потребители новых технологий [Глазьев, Харитонов, 2009, с.11]

⁴ Технологический спилловер - несанкционированное использование знаний теми, кто не участвовал в процессах их создания [Голиченко, 2017]

Р.Фостер в [Фостер, 1986] построил целостную экономическую модель инновационного процесса, основанную на логике логистической (у автора – S-образной) кривой. Ценность этой модели в описании специфики конкуренции фирм в условиях масштабных технологических инноваций. В основе модели лежит понятие технологического предела – предельного значения результативности новой технологии. Под результативностью понимается определенный количественно измеримый, но не стоимостной показатель, например, скорость или экономичность самолета, размеры и вес электронного устройства, качество воспроизведения звука и изображения и т.д. Такое значение всегда существует для любой данной технологии, но может быть превышено, в том числе, в несколько раз при появлении новой, альтернативной технологии. Такую ситуацию существования двух и более технологий со значительными различиями в величине технологического предела Р.Фостер называет технологическим разрывом. Дополнительное условие для возникновения технологического разрыва – потребители должны ценить повышение результативности, которое обеспечивает новая технология.

Важнейший результат Р.Фостера, подтвержденный множеством конкретных примеров на уровне отдельных фирм и целых отраслей, состоит в том, что при возникновении технологического разрыва компании-лидеры, использующие старые технологии (у Р.Фостера «обороняющиеся»), не могут регулировать темпы конкуренции в отрасли. Для таких компаний единственная конкурентная стратегия, имеющая шансы на успех, - переход на новые технологии в той или иной форме. Любые попытки удержать конкурентные позиции, опираясь на старые технологии с низким технологическим пределом, ведут к крупным убыткам, вынужденному уходу с рынка, а в ряде случаев и к банкротству или поглощению более успешными конкурентами.

Этот результат имеет три важных следствия в области промышленной политики. Первое – промышленная политика должна фокусироваться на поддержке «атакующих», т.е. компаний, продвигающих на рынке технологию с более высоким технологическим пределом. Поддержка «обороняющихся» имеет смысл на ограниченных промежутках времени и должна быть обусловлена переключением на новую технологию в кратко- или, самое позднее, среднесрочной перспективе. Например, в наше время поддержка традиционных таксомоторных фирм и таксистов не имеет перспектив, однако, государство может и должно обеспечивать соответствие новых услуг нормам безопасности и налоговому законодательству.

Второе – необходимость широкого доступа «атакующих» к ресурсам, прежде всего, финансовым. Как было показано в предыдущем параграфе, доступ к финансовым ресурсам сегодня обеспечивает неограниченные возможности роста компаний даже «с нуля», что создает мощное конкурентное давление на традиционных лидеров. Именно в этих условиях переход на новую технологию становится по сути безальтернативным – по образному выражению Р.Фостера за считанные годы «атакующие обрушат топор палача на продукцию и прибыли обороняющихся фирм».

Наконец, третье следствие – необходимость концентрации ресурсов на совершенствовании «атакующих» технологий. Даже в самой развитой стране ресурсы, которые можно вовлечь в исследования и разработки, отнюдь не безграничны. Тем более это верно для такой страны, как Россия, инновационная система которой на сегодняшний день явно «не достроена», а целые секторы этой системы, прежде всего, прикладная наука и инновационные компании, испытывают серьезные проблемы. Между тем, технологии операционных систем для ПК и серверов, офисных пакетов и даже реляционных баз данных сегодня относятся к «обороняющимся», а не к «атакующим»⁵. Соответственно, вложения в такие технологии никоим образом не могут относиться к приоритетным. Это не исключает вложения в такие технологии в масштабах, необходимых для поддержания безопасности в критически важных областях, таких, как оборона, безопасность,

⁵ Например, традиционные реляционные базы данных уже сегодня вытесняются базами данных In-Memory

транспортная и финансовая инфраструктура и др., но полномасштабная программа импортозамещения представляется совершенно избыточной. Ограниченные ресурсы разработчиков и новаторов в бизнесе естественно расходовать на критически важных направлениях современной информационной революции, прежде всего, искусственном интеллекте и интернете вещей, возможно, также базы данных In-Memory. Чтобы понять важность последних, рассмотрим следующий инструмент - технологию общего назначения.

4. Технологии общего назначения в современной информационной революции

На рубеже 80-х – 90-х гг. прошлого века Т.Бреснаан, М.Трайтенберг [Bresnahan, Trajtenberg, 1989] и П.Дэвид [David, 1990] предложили концепцию технологии общего назначения, порождающей целый класс новых прикладных технологий. Согласно [David, Wright, 2003, p.144], технология общего назначения отличается следующими признаками:

- Значительное пространство для улучшения и развития;
- Большое разнообразие продуктов и процессов, в которых технология может быть использована;
- Высокая степень комплементарности с существующими и вновь создаваемыми технологиями;
- Изменение технико-экономического режима, под которым понимается комплекс взаимосвязанных между собой технологических решений и организационных практик.

Рассмотрим наличие этих признаков у современных технологий искусственного интеллекта и интернета вещей. Обе технологии уже сегодня широко применяются в большинстве отраслей обрабатывающей промышленности, в добывающей промышленности, в сельском хозяйстве, в образовании, медицине, непосредственно в домохозяйствах и в других областях. Таким образом, применения, продукты и процессы для обеих новых технологий чрезвычайно разнообразны. Далее, целый ряд аналитиков, например, компания Gartner Inc [Gartner, 2016a], [Gartner, 2016b] ожидают бурного развития обеих технологий, включая беспилотные автомобили, автономные бизнес-процессы на основе искусственного интеллекта, дополненную реальность, мобильные сети пятого поколения (5G), специально адаптированные к громадным объемам передачи данных и т.д. С учетом того, что большинство революционных прикладных технологий «новой волны» еще не дошли до стадии массового коммерческого применения, пространство для улучшения развития представляется практически безграничным.

Говоря о комплементарных связях, следует отметить взаимосвязь данных технологий с обработкой больших данных, технологий СУБД In-Memory и построенных на их основе транзакционных и аналитических информационных системах (ИС), таких, как SAP S/4 for HANA, с технологиями облачных вычислений, технологией блокчейна и другими существующими и перспективными технологиями. Наконец, можно ожидать и изменения технико-экономического режима. Об этом говорят следующие явления, частично наблюдаемые уже сегодня:

1. Переход от занятости полный рабочий день к привлечению работников по запросу, например, в Uber, TaskRabbit⁶ и других подобных фирмах. Как следствие, «задача» вытесняет «рабочее место» [Davis, 2015].
2. Переход к договорам, основанным на ответственности за конечный результат⁷. Первоначально такой договор был разработан в компании Rolls-Royce, известном производителе авиационных двигателей [Smith, 2013], однако, в настоящее время такой подход распространен в самых разных отраслях. Современные технологии, благодаря

⁶ TaskRabbit – on-line рынок труда фрилансеров, в России его аналогами в первом приближении можно считать profi.ru, freelance.ru и др.

⁷ Англ. Performance Contract. Распространенный в русском языке перевод «эффективный контракт» трудно считать адекватным с учетом того, что в таком контракте измеряется обычно результативность поставщика или провайдера, тогда как под «эффективностью» в России чаще всего понимается соотношение затрат и результатов, т.е. экономичность.

- широчайшим возможностям измерения самых разных характеристик продуктов и процессов, обеспечивают дальнейшее расширение применения таких контрактов.
3. Появление и распространение полностью безлюдных производств, что, вообще говоря, меняет требования к производственным помещениям, которые теперь можно не рассчитывать на постоянное присутствие человека.
 4. Быстрое сокращение общего числа и доли крупных корпораций, по крайней мере, в американской экономике [Davis, 2015]. На место корпораций приходят более гибкие структуры в виде обществ с ограниченной ответственностью, некоммерческих организаций, временных проектных структур и др.
 5. Распространение МООС⁸ и других форм обучения on-line, полностью меняющее экономику высшего образования. В частности, резко обостряется глобальная конкуренция университетов, которые теперь могут предоставлять свои услуги в любой точке земного шара [Kaplan, Haenlein, 2016].
 6. Сходные изменения происходят в медицине, где интеллектуальный анализ медицинских изображений, интегрированная обработка медицинских данных, возможность удаленной обработки последних позволяет оказывать ряд услуг в глобальном масштабе.

Этот список явно неполон, тем не менее, даже рассмотренные позиции показывают все признаки изменения технико-экономического режима благодаря широкому использованию новых технологий. Таким образом, сочетание искусственного интеллекта и интернета вещей⁹ определенно относится к технологиям общего назначения. Из такого понимания данных технологий следует ряд экономических особенностей.

Прежде всего, технология общего назначения не имеет непосредственных практических применений. Ценность такой технологии в том, что она создает основу для создания широкого спектра прикладных технологий, которые ранее были просто невозможны. Именно эти технологии создают практические результаты, имеющие ценность для потребителей. В случае технологий общего назначения создание таких прикладных технологий требует тесного взаимодействия поставщиков технологии и её потребителей. Этот процесс получил в экономической литературе название «со-изобретения» (co-invention) и детально исследован применительно к компьютерным технологиям в [Bresnahan, Greenstein, 1996], [Bresnahan, Greenstein, 2001]. Ключевые выводы из этого анализа следующие. Во-первых, со-изобретение оказалось основной движущей силой, обеспечивающей экономические результаты ИТ. Во-вторых, именно со-изобретение оказалось узким местом, определяющим реальные темпы прогресса в использовании компьютеров. В [Bresnahan, Greenstein, 1996] прямо подчеркивается: «со-изобретение – это не просто установка компьютера, это изобретение цели, которая будет достигнута при помощи системы». Именно в процессе со-изобретения создается новый технико-экономический режим, адекватный новой технологии. Естественно ожидать, что и новая информационная революция столкнется с аналогичными проблемами. Таким образом, основная и наиболее сложная работа по обеспечению экономических результатов новых технологий происходит на стороне потребителя, реализующего со-изобретение.

Далее, для технологии общего назначения характерна многократная смена технических платформ и стандартов на протяжении её жизненного цикла. Например, только господствующие стандарты на платформе персональных компьютеров менялись трижды: 8-разрядные процессоры и операционная система CP/M, 16-разрядные процессоры, архитектура IBM PC и операционная система MS-DOS, наконец, 32/64-разрядные процессоры, архитектура PCI/PCI Express и платформа

⁸ Massive Open On-line Course, массовый открытый on-line курс (англ.)

⁹ В ряде работ, например, в [Lipsey et al., 2005], искусственный интеллект рассматривается как единственная технология общего назначения, а интернет вещей – как кластер прикладных технологий на основе искусственного интеллекта

Windows, используемые в настоящее время. Все эти изменения происходили в результате конкуренции компаний, разработавших эти стандарты, результатом каждого из них стала смена лидера рынка. Этот и другие подобные примеры показывают, что технология общего назначения слишком сложна, чтобы на ранних стадиях развития кто-либо мог достоверно предсказать потребности пользователей технологии и сформировать адекватный стандарт, пригодный для всего жизненного цикла технологии. Как следствие, стандарты появляются в результате «битв стандартов» между двумя и более конкурирующими фирмами¹⁰.

Наконец, применение новой технологии общего назначения требует изменения бизнес-моделей, стратегий и организационных структур. Так, появление электричества породило во многих отраслях бизнес-модели массового производства, появление компьютера – целый ряд новых принципиально новых бизнес-моделей (см., например, [Остервальдер, Пинье, 2012]). Аналогичные явления уже можно наблюдать и применительно к современной информационной революции, в частности, уже описанные выше пп. 1 – 6. Вне зависимости от того, создаются эти модели новыми фирмами или уже устоявшимися, речь идет о предпринимательстве, либо в исходном смысле этого слова, либо в смысле внутреннего предпринимательства в крупной фирме. Таким образом, предпринимательство – критически важное условие для приспособления экономики и общества в целом к новой технологии общего назначения. Следует отметить, что данное условие критически важно для освоения новой технологии в ближайшие годы и десятилетия после её появления. Для так называемой «догоняющей индустриализации» предпринимательство не столь критично (о чем говорит и опыт СССР в том числе), но сама потребность в такой индустриализации возникает лишь при условии значительного отставания от лидеров.

Наконец, следует учесть, что в условиях открытых инноваций [Chesbrough, 2006] инновационный процесс происходит не в отдельно взятой фирме или иной организации, а на сети взаимодействующих друг с другом предприятий и даже отраслей. В этих обстоятельствах особое значение приобретают две группы факторов. Первая – законы сетевой экономики, прежде всего, издержки переключения для пользователей и производителей, а также сетевые эффекты. Вторая – соответствие инноваций интересам других участников сети.

Таким образом, для распространения и широкого применения технологии общего назначения крайне важно наличие определенной «критической массы» предпринимателей, одни из которых будут развивать саму технологию общего назначения и прикладные технологии на её основе, другие – искать применения этих прикладных технологий в различных сферах человеческой деятельности. Такое применение часто происходит при помощи новых бизнес-моделей, новых стратегий фирм и новых организационных форм, что и позволяет говорить об изменении технико-экономического режима.

5. Саарбрюккенская модель передачи технологии и её закономерности

Саарбрюккенская модель передачи технологий [Sheer, 2001, pp. 153-158] описывает основные секторы, создающие новые знания, и взаимоотношения между ними. Конкретно, речь идет о следующих секторах:

- Фундаментальная наука, открывающая закономерности природы и общества;

¹⁰ Интересно, что аналогичные явления наблюдались в такой технологии общего назначения, как электричество. Изначально компания Edison General Electric сделала стандартом постоянный ток, но позже компания Westinghouse Electric разработала стандарты переменного тока и в жесткой конкурентной борьбе с компанией Эдисона завоевала рынок. Наконец, еще позже в немецкой компании AEG появилась система трехфазного переменного тока, обеспечивающая работу электрических двигателей.

- Прикладная наука, создающая на основе фундаментальных закономерностей прототипы¹¹ продуктов и услуг;
- Инновационные компании, создающие работоспособные бизнесы на базе прототипов продуктов и услуг;
- Глобальные компании, включающие новые продукты и услуги в свои общемировые сети распределения.

Обращает на себя внимание, что первые три сектора создают новые знания¹², относящиеся к продукту или услуге:

- Фундаментальная наука – научное знание о законах природы и общества;
- Прикладная наука – научное и инженерное знание о технологиях производства продукта или услуги;
- Инновационная компания – предпринимательское знание о ценности продукта, требования к его цене и качеству, желательной бизнес-модели, организационных формах, требованиях к нанимаемым сотрудникам и др.

Каждый из этих разделов создается независимо друг от друга, чаще всего, разными людьми, в том числе и в разных странах. Так, в [Грэхэм, 2014] демонстрируется множество примеров создания в России прототипов новых технологий, которые не приводили к их успешной коммерциализации. Впрочем, такая ситуация не является эндемичной для России. Хрестоматийный факт: большинство современных технологий интерфейса пользователя (графика, многооконный интерфейс, экранные меню, контекстные меню, управление «мышью»), а также ряд других технологий (лазерный принтер, локальная сеть Ethernet) были разработаны в исследовательском центре PARC компании Хегох. Однако неверный выбор рынка и ошибочная ценовая политика привели к тому, что созданные компанией прототипы так и не были выведены на рынок в сколь-нибудь значимом масштабе. В результате роль инновационной компании (а равно и глобальной компании) сыграла компания Apple, воплотившая большинство разработанных в Хегох технологий в своем компьютере Macintosh.

Причина такого положения в том, что эти разделы знания принципиально различны и создаются разными типами организаций¹³. Фундаментальное знание, при всей его важности, не имеет коммерческой ценности. Как следствие, оно может развиваться только на некоммерческой основе, будь то бюджетное финансирование или частные некоммерческие организации, каковыми являются, например, частные университеты. Прикладное знание представляет собой создание продуктов, услуг и процессов, непосредственно пригодных для производства, что позволяет развивать его на коммерческой основе, в частности, в рамках крупных фирм. Однако, если новое техническое знание требует новой бизнес-модели или радикального изменения стратегии фирмы, оно крайне редко развивается в рамках крупной глобальной компании. Причина в том, что создание нового коммерческого знания, воплощенного в бизнес-модели, стратегии и других организационных практиках, – рискованная деятельность, в которой весьма вероятны ошибки. Именно поэтому такое знание обычно создается в рамках инновационных компаний и тестируется на рынке. После этого успешные модели, стратегии или практики воспроизводятся глобальными компаниями путем имитации или непосредственной покупки успешной инновационной компании.

¹¹ Под прототипом понимается полностью работоспособный образец, который отличается от коммерческого продукта или услуги отсутствием технической поддержки и регулярного обновления

¹² Знание здесь и далее в настоящем параграфе понимается в самом широком смысле, включая научные знания, патенты, ноу-хау, коммерческие секреты и др.

¹³ Среди исключений можно назвать Томаса Альву Эдисона, создавшего прототипы множества технических устройств и инновационную компанию Edison General Electric, ставшую затем глобальной компанией General Electric. Но этот пример крайне редок, в подавляющем большинстве случаев, включая и рассмотренные примеры,

В настоящее время сектор инновационных компаний в развитых странах имеет возможность привлекать практически неограниченные ресурсы с фондового рынка, что обеспечивает бурный рост капитализации этих компаний и, фактически, стирает грань между успешной инновационной компанией и глобальной компанией. В экономической и управленческой литературе появилось особое понятие компаний-«единорогов», которые в пределах 10 лет с момента основания достигли капитализации в 1 млрд. долл. или выше¹⁴. В наше время в этой группе выделилась подгруппа суперединорогов – компаний, достигших в пределах 10 лет капитализации в 10 млрд. долл. и выше. Список таких компаний приведен в таблице 1.

	Название	Капитал-я млрд. \$	Характеристика	Год	Продукт
1.	Uber	62.5	Гаррет Кэмп и Трэвис Калаников	2009	Транспорт
2.	Xiaomi	44	«азиатский Стив Джобс» Лэй Цзюнь	2010	Смартфон
3.	Airbnb	30	Брайан Чески, Джо Геббиа, Нейтан Блечарзик	2008	Найм жилья для путешествий
4.	Palantir	20	Группа из PayPal под руководством Питера Тила	2003	Аналитика, борьба с терроризмом (Усама Бен Ладен), финансы
5.	SpaceX	12	Элон Маск	2002	цель – колонизация Марса
6.	Flipkart	11	Сачин и Бинни Бансал	2007	Индийский аналог Amazon
7.	Pinterest	11	Бен Зильберман (англ. Ben Silbermann; род. 1982/1983)	2008	сервис для поиска, хранения и сортировки визуального контента
8.	Dropbox	10.5	Дрю Хьюстон	2007	хранение данных

Таблица 2. Компании – «суперединороги» по оценке капитализации 2016 года. Источники: журнал «РБК. Январь-февраль 2017 года», «Поляна единорогов» <http://smart-lab.ru/blog/318676.php>, 27.03.2016

Важное значение имеют и глобальные компании, тиражирующие в глобальном масштабе протестированные рынком технические и коммерческие знания. Такой процесс требует значительных инвестиций и, как показано в [Фостер, 1986], обесценения вложений в развитие технологий, уже осуществленных такими компаниями. То, что глобальные компании идут на все перечисленное, означает, что в развитых странах компании имеют мощные стимулы к использованию оправдавших себя технологий и коммерческих решений.

Таким образом, информационная революция предъявляет высокие требования ко всем звеньям инновационной системы, включая фундаментальную науку, прикладную науку, инновационные компании и глобальные компании. При этом каждое звено инновационной системы работает над своими проблемами и в этом смысле они далеко не взаимозаменяемы. В частности, следует четко понимать, что широкое внедрение инноваций в практику российского бизнеса не входит и не может входить в сферу ответственности фундаментальной науки и, как следствие, реорганизации фундаментальной науки едва ли могут повлиять на этот процесс. Поэтому условие активного самостоятельного участия России в информационной революции – сбалансированное развитие всех звеньев инновационной системы, включая инновационные и глобальные компании. Другое важное следствие данной модели – важность развитого и разнообразного фондового рынка, обеспечивающего неограниченный доступ успешных

¹⁴ Термин появился в связи с тем, что в момент его возникновения встретить такую компанию было так же сложно, как единорога [Lee, 2013]

инновационных компаний к финансовым ресурсам. Наконец, большое значение имеет спрос на новые технологии со стороны глобальных компаний.

6. Заключение

Как мы видим, инструментарий современной экономической науки и науки об управлении позволяет сделать ряд важных выводов.

Прежде всего, современная информационная революция основана на двух (ряд исследователей рассматривают их как одну) технологиях общего назначения: искусственный интеллект и интернет вещей. Отличительная черта технологий общего назначения в том, что для её производительного применения требуется не только набор новых прикладных технологий, но и новый технико-экономический режим – бизнес-модели, стратегии, организационные практики и т.д. Содержание как первого, так и второго набора неизвестно заранее, на ранних стадиях развития технологии. Такой набор появляется лишь постепенно, благодаря усилиям предпринимателей. Роль предпринимателей принципиальна – каждый предпринимательский проект, как удачный, так и неудачный создает новое знание о прикладных технологиях и элементах технико-экономического режима. Следует подчеркнуть: знание предпринимателя отнюдь не тождественно знанию эксперта. Эксперт оперирует явным формализуемым знанием, тогда как предприниматель в ходе своей деятельности создает как явное, так и неявное знание. Более того, знание предпринимателя проверяется на практике, тогда как эксперт без опытной проверки своих рекомендаций может лишь предполагать. Поэтому фактически именно предприниматели создают новый технико-экономический режим, а развитие предпринимательства, создание соответствующей среды и культуры – непереносимое условие осуществления информационной революции.

Саарбрюккенская модель показывает основные секторы, обеспечивающие создание и тиражирование новых технологий: фундаментальную науку, прикладную науку, инновационные компании и глобальные компании. Применительно к российской практике наряду с привычными уже замечаниями о слабости прикладной науки и инновационных компаний следует отметить два момента. Во-первых, важнейшая предпосылка развития успешных инновационных компаний – развитый и разнообразный фондовый рынок. Масштабы и ликвидность рынка обеспечивают по существу неограниченный приток ресурсов к успешным компаниям. Разнообразие же обеспечивает широкую линейку финансовых инструментов с различными сочетаниями доходности и уровня риска, позволяющую профинансировать самые разные бизнесы. Во-вторых, необходимый масштаб технологии может придать только глобальная компания, а для этого необходимы соответствующие стимулы. Одним из важнейших стимулов становится развитый фондовый рынок, допускающий неограниченный рост успешных компаний, включая превращение их в так называемых «единорогов», которые по сути дела уже сами являются глобальными компаниями. Вместе с тем, конкуренция с быстро растущими компаниями, «атакующими» при помощи новых технологий, создает мощные стимулы для уже существующих лидеров к конкуренции и технологическому обновлению. Создание таких стимулов также необходимое условие активного участия России в информационной революции.

Наконец, модель S-образной кривой описывает конкуренцию в условиях технологического разрыва, т.е. наличия двух и более технологий, резко различающихся по величине технологического предела. Важнейший вывод данной модели – в условиях технологического разрыва невозможность защитить производителей, пользующихся устаревшей технологией. Этот вывод в свою очередь порождает два важных следствия. Первое – политика защиты отечественного производителя в эпоху информационной революции может быть ориентирована только на ускорение перехода к новым технологиям. Любая иная политика представляет собой растрату ресурсов, поскольку качественный рост результативности обесценивает как политику дифференциации, так и тарифную защиту. Второе – весьма ограниченные российские ресурсы прикладной науки и инновационных компаний должны быть ориентированы на разработку «атакующих» технологий – искусственного

интеллекта, интернета вещей, баз данных «In-Memory» и прикладных технологий на их основе. Широкая разработка альтернатив технологиям 80-х – 90-х гг., выходящая за рамки непосредственного обеспечения экономической, военной и информационной безопасности в узком смысле слова, представляет собой не что иное, как распыление дефицитных ресурсов. Между тем, как на войне, так и в экономике шанс на успех дает лишь концентрация.

Литература

- [1] Глазьев С.Ю., Харитонов В.В. (ред.), Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике [текст]: М.: «Тривант». 2009. – 304 с.
- [2] Глазьев С.Ю. Мирохозяйственные уклады в глобальном экономическом развитии [текст]: Экономика и математические методы, 2016, т.52, №2. с.3-29
- [3] Глазьев С.Ю. Прикладные результаты теории мирохозяйственных укладов [текст]: Экономика и математические методы, 2016, т.52, №2. с.3-21.
- [4] Голиченко О.Г. Современная технологическая революция и новые возможности инновационного развития «догоняющих» стран [текст]: Инновации № 3 (137), 2010. с.12-22.
- [5] Голиченко О.Г. Государственная политика и провалы национальной инновационной системы [текст]: Вопросы экономики. 2017. № 2. С. 97—108.
- [6] Грэхэм Л. Сможет ли Россия конкурировать? [текст]: М.: Манн, Иванов и Фербер. 288 с.
- [7] Лем С. Сумма технологии [текст]: М.: Мир, 1968. 635 с.
- [8] Остервальдер А., И.Пинье, Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора [текст]: — М.: Альпина Паблшер, 2012. — 288 с.
- [9] Сухарев О.С. Институциональная теория технологических изменений: определения, классификация, модели [текст]: Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований) Том 6, № 1. 2014. с. 84-106.
- [10] Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» [электронный документ]. Доступен по адресу <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002?index=0&rangeSize=1>, доступ 15 мая 2017.
- [11] Фостер Р. Обновление производства: атакующие выигрывают [текст]: М.: Прогресс, 1987. — 272 с.
- [12] Bresnahan, Timothy F. and Shane Greenstein, Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers [текст]: Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics, Vol. 1996 (1996). pp. 1-83
- [13] Bresnahan, Timothy F. and Shane Greenstein (2001), The economic contribution of information technology: Towards comparative and user studies [текст]: Journal of Evolutionary Economics, vol.11. pp.95-118.
- [14] Bresnahan, Timothy F. and Trajtenberg Manuel, General Purpose Technologies and Aggregate Growth. Working Paper, Department of Economics, Stanford University, January 1989
- [15] H. Chesbrough. Open Innovation [текст]. Cambridge, Massasuchetts: Harvard Business School Press, 2006. 227 p.
- [16] David, P. (1990), The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox [текст] The American Economic Review, Vol. 80, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Second Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1990). pp.355-361.
- [17] Davis, Gerald, What Might Replace the Modern Corporation? Uberization and the Web Page Enterprise [текст]: Seattle University Law Review, Vol. 39. pp.501-515.
- [18] Feigenbaum E., McCorduck P. The fifth generation: Japan's computer challenge to the world [электронный ресурс]: Creative Computing, vol.10, No.8 (August 1984). URL: http://www.atarimagazines.com/creative/v10n8/103_The_fifth_generation_Jap.php, доступ 30.08.2017.

- [19] Gartner, Inc (2016a), Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2016 [электронный ресурс]: <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-trends-appear-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2016/>, доступ 22 февраля 2017 г.
- [20] Gartner, Inc (2016b), Top 10 Strategic Technology Trends 2017 [электронный ресурс]: <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>, доступ 26 февраля 2017 г.
- [21] Kaplan, A.M., M.Haenlein (2016), Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster // Business Horizons, Vol. 59, pp. 441—450.
- [22] Kim S. "Hardware" Institutions for "Software" Technologies: The Japanese Model of Industrial Development in the Personal Computer Industry [текст]: Journal of International and Area Studies, Vol. 9, No. 1 (June 2002). pp. 17-36.
- [23] Perez C. Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history [текст]: Environmental Innovation and Societal Transitions, Vol.6 (March 2013). pp.9-23.
- [24] Pollack A. 'Fifth Generation' Became Japan's Lost Generation [электронный ресурс]: The New York Times, June 5, 1992. URL: <http://www.nytimes.com/1992/06/05/business/fifth-generation-became-japan-s-lost-generation.html?mcubz=3>, доступ 31.08.2017.
- [25] Scheer, A.-W. Start-Ups are Easy, But... [текст] Springer Science and Business Media, 2001. 220 p.
- [26] Smith D. Power-by-the-hour: the role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce [текст]: Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 25, No. 8. pp.987—1007.