
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

© 2013 г. В.Е. Дементьев

(Москва)

На примере развития микроэлектроники в США показана роль уже существующих отраслей в развитии новых технологий. При значительном отставании от мировых технологических лидеров экономика способна попасть в “структурную ловушку”. О такой ловушке допустимо говорить, когда уже существующие отрасли не могут успешно конкурировать с иностранными фирмами, а новые технологии не получают развития без поддержки спросом со стороны этих отраслей. Чтобы вырваться из структурной ловушки, активная государственная экономическая политика должна основываться на комбинированной стратегии развития, максимизирующей синергический эффект от модернизации отстающих отраслей и становления новых производств.

Ключевые слова: технологическое развитие, инновации, микроэлектроника, длинные волны, технологии широкого применения.

Классификация JEL: B52, O10, O30, O32, O38.

1. ВВЕДЕНИЕ

Начавшийся в 2008 г. мировой экономический кризис привел к снижению инвестиционной активности во многих сферах. Тем не менее, даже в условиях кризиса наблюдается рост инвестиций в очередную технологическую революцию. Ее связывают с нано-, био- и информационно-коммуникативными технологиями. Однако на роль новой технологии широкого применения (ТШП) претендуют в настоящее время прежде всего нанотехнологии. Их рассматривают в качестве фактора, обеспечивающего подъем очередной длинной волны экономического развития. Мировые инвестиции в нанотехнологии с 14,2 млрд долл. в 2007 г. выросли до 17,8 млрд долл. в 2010 г. (Jaideep, 2011).

Разворачивается соперничество между странами за лидирующие позиции в развитии этих технологий. Активное участие в нанотехнологической гонке принимают национальные государства, но инициатива здесь постепенно переходит от государства к частному бизнесу. Это проявляется в соотношении государственных и частных инвестиций в нанотехнологии. Если мировые государственные инвестиции в нанотехнологии в 2010 г. сократились до 8,2 млрд долл., то корпоративные инвестиции возросли на 7% и достигли 9 млрд долл., из которых 78% приходится на США (3,4 млрд), Японию (2,8 млрд) и Германию (839 млн). Высокую активность здесь проявляют такие корпорации, как IBM, Intel, Toyota, BASF (Jaideep, 2011).

По объему государственных инвестиций в нанотехнологии позиции России в соперничестве за технологическое лидерство выглядят довольно обнадеживающими. США с 2,3 млрд долл. занимают первое место по государственным инвестициям в нанотехнологии в 2010 г. Россия с 1,05 млрд долл. (рост на 38,6% по сравнению с 2009 г.) вышла на второе место (Jaideep, 2011). Однако достаточно ли этого для успешного участия в таком соперничестве?

Ключевая характеристика технологии широкого применения – ее способность обеспечить длительное повышение производительности многих секторов экономики. Чтобы это качество ТШП было реализовано, требуются соответствующие институциональные предпосылки (Lipsey et al., 2005; Brusoni, Sgalari, 2006; Castellacci, 2010). Сам потенциальный эффект технологической революции создает побудительные мотивы к осуществлению необходимых институциональных преобразований (Перес, 2011). Речь, в частности, идет об изменениях, охватывающих анти-монопольное законодательство (Carlaw et al., 2007).

Однако помешать удовлетворению нанотехнологических амбиций страны способна не только инерция ее институционального развития. Во многом предопределяя соотношение между инновационной и имитационной активностью, между усилиями, направленными на решение задач лидирующего и догоняющего развития, технологическая структура экономики фактически является фактором не только технологического, но и институционального развития страны.

Для успеха в нанотехнологическом соперничестве важен не только объем выделяемых на это средств, но и их эффективное использование. Специфические условия конкретной страны влияют на рациональную структуру расходов на научные цели средств, включая соотношение между финансированием фундаментальных и прикладных исследований. При дефиците собственных разработок с хорошей коммерческой перспективой это соотношение может быть ориентировано на обслуживание копирования и совершенствование технологий, уже используемых другими (Cohen, Levinthal, 1990). Таким образом удается достигнуть и поддерживать некоторое время высокий темп роста экономики. Однако потенциал уже используемых технологий постепенно исчерпывается.

Заимствуются не только готовые технологии. Как показывает опыт, идеи в сфере коммерциализации научных открытий порой рождаются не в тех странах, где свершилось само открытие. Хотя первое практическое применение транзистору было найдено в Японии, ведущие позиции в ходе микроэлектронной революции заняли США. Как следствие, они – основной получатель технологической ренты во время пятой длинной (кондратьевской) волны экономического развития. Добиться этого США сумели благодаря таким фундаментальным исследованиям, которые стали основой перехода от фрагментарного использования микроэлектроники к кластеризации инноваций и производств, использующих эту ТШП. Доля страны в мировых фундаментальных исследованиях новой технологии широкого применения – структурный параметр, от значения которого зависит способность страны удержаться на гребне поднимающейся длинной волны. Для не очень крупной в экономическом отношении страны перспектива лидерства в некоторой технологической нише вполне реальна, – там она может сосредоточить ресурсы, сопоставимые или даже превышающие расходы в этом направлении крупных стран.

Усилия, направленные на коммерциализацию научных разработок, оказываются безуспешными, если инноватору не удастся найти своего потребителя. Признано, что слабый спрос на отечественное оборудование – одна из основных причин низкой инновационной активности в сфере его производства. В результате соответствующие исследования не чувствуют своей востребованности со стороны практики.

К факторам структурного характера можно отнести влияние уже существующих отраслей на формирование принципиально новых производств, освоение экономикой новой технологии широкого применения. Опыт распространения микроэлектронной технологии в экономике США позволяет раскрыть роль такого рода структурных обстоятельств при осуществлении технологической революции. Этот опыт показывает, что уровень развития в стране предшествующих ТШП имеет большое значение для коммерциализации научных разработок в сфере новой ТШП. Таким образом, подтверждается вывод о влиянии дистанции до лидеров на выбор между инновационной и имитационной активностью (Acemoglu, Aghion, Zilibotti, 2006).

Из результатов анализа микроэлектронной революции в США особого внимания заслуживает вывод, согласно которому даже в лидирующей экономике развитие новейших производств имеет немонотонный характер. Как следствие, широко используемое описание этого развития с помощью логистических кривых приводит к существенно упрощенному представлению о сложном процессе подъема очередной длинной волны.

Дальнейшее изложение состоит из краткого обзора литературы, описания и анализа взаимосвязей между группами старых и новых отраслей в ходе пятой длинной волны в американской экономике, интерпретации результатов этого анализа применительно к решению задач догоняющего и лидирующего развития в условиях очередной технологической революции.

2. ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Переход от старых к новым технологиям описывают модели диффузии инноваций. Получаемое соотношение процессов инновации и имитации можно рассматривать в качестве характеристики структуры инвестиций. Как показано в (Хенкин, Полтерович, 1988), если скорость имитации зависит от доли уже осуществивших ее фирм, волнообразность экономического развития возникает даже при равномерном потоке инноваций.

Структурные сдвиги в экономике в условиях созидательного разрушения и связанные с ним изменения в распределении ресурсов раскрываются в шумпетеровских моделях эндогенного роста. Эти исследования были начаты П. Ромером (Romer, 1987, 1989, 1990) и продолжены Б. Джовановичем, Р. Робом, П. Сегерстромом, Т. Анантом, Э. Динопулосом, П. Агионом, П. Ховиттом, Г. Гроссманом, Э. Хелпманом, Ч. Джонесом (Jovanovic, Rob, 1990; Segerstrom, Anant, Dinopoulos, 1990; Segerstrom, 1998; Aghion, Howitt, 1992, 1998, 2006, 2009; Grossman, Helpman, 1991a, 1991b; Jones, 1995, 1999). В моделях эндогенного роста технический прогресс рассматривается не как экзогенный фактор, но как результат использования части ресурсов для накопления знаний. В ходе совершенствования этих моделей в описание сектора производства знаний вносились корректировки, отражающие снижение отдачи при наращивании ресурсов этого сектора.

Шумпетеровские модели с технологиями широкого применения демонстрируют неоднозначное влияние новой ТШП на темпы роста (Helpman, Trajtenberg, 1998). Эти темпы возрастают в перспективе, но за счет снижения выпуска продукции в более близкий период (Aghion, Howitt, 1998, ch. 8). В моделях такого рода внимание обычно фокусируется на распределении трудовых ресурсов между производственным сектором и сектором производства знаний (Арефьев, Арефьева, 2010). В большинстве моделей новые технологии широкого применения обеспечивают вертикальную (повышение качества) или горизонтальную (расширение ассортимента) дифференциацию продукции и в итоге приводят к полному вытеснению прежних ТШП. На практике такое вытеснение имеет частичный характер, а экономическое развитие во многом происходит на основе комбинирования технологий (Mowery, Rosenberg, 1998). Более реалистичный подход, учитывающий комбинирование технологий, представлен в (Eriksson, Lindh, 2000; Atkeson, Kehoe, 2007; Арефьев, Арефьева, 2010).

А. Аткесон и П. Кихо (Atkeson, Kehoe, 2007) обосновывают выявленные в (David, 1990; Jovanovic, Rousseau, 2005) свойства технологических революций: парадокс производительности (длительное отставание в темпах роста производительности от темпов технических изменений), медленное распространение новых технологий, продолжающиеся инвестиции в старые технологии. Показано, что даже после начала внедрения новых технологий нет смысла полностью прекращать инвестиции в старые технологии. Похожие результаты получены в (Арефьев, Арефьева, 2010).

Производства нисходящей волны в процессе созидательного разрушения не являются лишь балластом для обновляющейся экономики или лишь объектом реанимации с помощью технологий новой волны. Слишком резкое свертывание инвестиций в производства нисходящей волны способно затормозить подъем новой волны в лидирующей экономике. На ресурсной и интеллектуальной базе предыдущего технологического уклада складываются технологические цепочки нового уклада (Глазьев, 2012). То, что разные ТШП могут связывать отношения не только конкуренции, но и взаимодополняемости, отмечается в нескольких исследованиях (Freeman, Louça, 2001; Carlaw, Lipsey, 2011). Если такие технологии, как паровой двигатель, почти полностью выходят из коммерческого использования или, как водяное колесо, отступают в специализированные ниши и перестают быть технологией широкого применения, другие, – как электричество, – остаются полностью ассимилируемыми в ткань экономики.

Состояние отраслей, воплощающих нисходящую длинную волну, имеет значение как для лидирующего, так и для догоняющего развития. Существующие отрасли играют большую роль в накоплении знаний и человеческого капитала. Имеющийся запас знаний влияет на возможности и их заимствования, и самостоятельного приращения. Как отмечает Д. Диденко (2011), широко признанным стало вытекающее из классической модели Р. Нельсона и Э. Фелпса (Nelson, Phelps,

1966) положение об определяющем значении накопленного в странах-реципиентах критического объема человеческого капитала для успешного заимствования и диффузии новых технологий и институтов (Benhabib, Spiegel, 2005).

Это положение получило дальнейшее обоснование в исследовании Д. Асемоглу, Ф. Агиона и Ф. Зилиботти (Acemoglu, Aghion, Zilibotti, 2006). Было показано, что при отдаленности экономики от мировой технологической границы ведущую роль в повышении производительности труда играет имитация чужих инноваций, основанные на ней стратегии догоняющего развития. С приближением к этой границе такие стратегии все больше уступают в эффективности стратегиям лидирующего развития, предполагающим оригинальность нововведений. Можно заключить, что отличающееся положение отдельных отраслей относительно передовых технологических рубежей в этих отраслях оправдывает дифференциацию стратегий их развития. Не только технологическое отставание, но и необходимость подготовки человеческого капитала к решению задач лидирующего развития оправдывают постановку таких задач в основном перед продвинутыми отраслями экономики.

Решение задач догоняющего развития накладывает отпечаток как на роль технологических заимствований, так и на организацию фирм и отраслей. Еще в 1962 г. А. Гершенкрон (Gerschenkron, 1962) в своем труде *“Экономическая отсталость в исторической перспективе”* пришел к выводу, что для преодоления этой отсталости оправданы ставка на крупный бизнес, вмешательство государства и *“неконкурентные”* долгосрочные отношения между фирмами и банками.

Такого рода результаты способствовали активизации исследований, направленных на выявление связи между динамикой экономического развития и технологическими возможностями отдельных секторов экономики, изменениями в структуре этих секторов, на раскрытие особенностей влияния ТШП на разные отрасли (Lipsey et al., 2005; Brusoni, Sgalari, 2006; Castellacci, 2010; Carlaw, Lipsey, 2011).

В частности анализируется природа временного замедления экономического роста при внедрении новой технологии широкого применения. В (Lipsey et al., 2005) была выдвинута гипотеза, согласно которой замедление зависит и от свойств конкретной ТШП, и от характера ее взаимодействия со сложившейся структурой экономики. Чем значительней изменения, необходимые для реализации эффекта ТШП, тем более вероятно, что темпы роста временно снизятся. Для ускорения роста в дальнейшем важно появление инноваций, помогающих раскрытию потенциала новой технологии.

Систематизировать описание развития ТШП, изменений ее взаимодействия с другими технологиями помогает выделение этапов этого развития. Если на раннем этапе новая технология подстраивается под существующие ТШП, то затем уже они и связанные с ними институты и организационные формы приспособляются к новой технологии. Разрабатываются и осваиваются дополняющие ее технологии. Изменившаяся структура экономики способствует расширению спектра приложений новой ТШП и высоким темпам роста экономики, которые снижаются с исчерпанием возможностей этой технологии (Carlaw et al., 2007).

Свою очередность имеет и распространение новой технологии в разных сферах деятельности среди разных отраслей экономики. В монографии М. Хироока (Hirooka, 2006) такого рода распространение технологий описывается каскадной структурой инновационной парадигмы. Речь идет о представлении этой парадигмы в виде структуры из трех логистических траекторий: технологической, развития и диффузии. Первая реализуется в научной среде и соответствует скрытому периоду развития инновационной парадигмы, характеризующемуся накоплением знаний о новой технологии. Траектория развития описывает их коммерциализацию, трансформацию знаний инноваторами в технологические и продуктовые нововведения. Формирование массовых рынков инновационных продуктов происходит по траектории диффузии.

Ряд исследователей (Graham et al., 2008; Carlaw, Lipsey, 2011) обращают внимание на то, что новая ТШП не сразу приводит к появлению новых конечных продуктов. Распространение ТШП описывается как передача этой технологии из сектора, где она создается, в другие отрасли, выступающие поставщиками для производства потребительских благ (Bresnahan, Trajtenberg, 1995; Helpman и Trajtenberg, 1998; Carlaw, Lipsey, 2006).

Детализированная схема распространения ТШП представлена в (Castellacci, 2010). Различные подразделения производства и сферы услуг выделяются по той роли, которую они играют в обновлении производства на основе нового знания. В цепочке развития новой ТШП в качестве первого звена выделены поставщики передовых знаний (*advanced knowledge providers*). Они обладают ключевыми знаниями о новой технологии и располагают возможностями для их приращения. Состоящий из этих поставщиков сектор представляют собой базу знаний, на которую опирается инновационная деятельность во всех других секторах. Такие поставщики воплощают соответствующие микроэлектронной ТШП знания, во-первых, в компьютеры и программное обеспечение, выполнение исследований и разработок, консультирование, во-вторых, – в специализированное машинное оборудование, медицинские, точные и оптические инструменты.

Промежуточное положение занимают поставщики массовых промежуточных продуктов (*mass production goods*) и инфраструктурных услуг (*supporting infrastructure services*) для производства потребительских благ (*personal goods and services*). В (Castellacci, 2010) к поставщикам массовых промежуточных продуктов отнесены такие наукоемкие отрасли, как производство офисной техники, химической и электротехнической продукции, радио-, теле- и коммуникационного оборудования. Кроме того, в качестве поставщиков массовых промежуточных продуктов рассматриваются отрасли со значительным эффектом масштабов производства: производство резиновых и пластмассовых изделий, основных металлов, готовых металлических изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов, транспортных средств и другого транспортного оборудования. Поддерживающие производство инфраструктурные услуги оказывают почта и телекоммуникации, финансовые посредники, страховые организации, оптовая торговля, различные виды транспорта.

Заключительным звеном в цепочке развития ТШП являются поставщики потребительских благ и услуг. К таким поставщикам относятся отрасли, производящие продукты питания, одежду, обувь, мебель, полиграфическую продукцию. Сектор потребительских услуг охватывает розничную торговлю, автосервис, ремонт бытовых предметов, ресторанный и гостиничный бизнес.

Эмпирический анализ динамики производительности труда в различных секторах 18 стран-членов ОЭСР за период 1970–2005 гг. показал, что чем дальше отстоит сектор от поставляющего передовые знания ядра новой технологии широкого применения, тем слабее влияние этой технологии на секторную динамику производительности труда. Страны, способные сместить структуру экономики в направлении ядра новой ТШП, получают преимущество в темпах роста производительности труда. Используя передовые знания поставщикам массовых промежуточных продуктов и услуг Ф. Кастелаччи (Castellacci, 2010) отводит ключевую роль в производственной цепочке развития ТШП. Указывается также, что специфика секторов, их возможности и ограничения должны учитываться в инновационной политике.

Обращает на себя внимание, что, подобно многим исследователям (см., например (Carlaw, Lipsey, Webb, 2007)), процесс распространения новой ТШП Ф. Кастелаччи описывает с помощью логистической функции. Показываемый в ряде исследований (например (Aghion, Howitt, 1998, ch. 8)) временный спад в экономике при внедрении ТШП связывается исключительно с динамикой развития старой технологии. Однако характер реальных структурных сдвигов в экономике заметно отличается от монотонного. Так, структурная перестройка экономики США до 1984 г. характеризовалась увеличением доли компьютеров и электронных продуктов в создаваемой в стране добавленной стоимости. Однако к середине 1980-х годов рост этой доли прекратился, и до 1993 г. она даже несколько снижалась. Последовавший подъем рассматриваемой доли сменился весьма глубоким спадом с восстановлением ее уровня только к 2011 г. (рис. 1).

Для осмысления возможностей и трудностей обновления технологической базы производства целесообразно ориентироваться на реальную картину структурных изменений в экономике в ходе развития и распространения очередной технологии широкого применения. Обратимся к развитию микроэлектронной ТШП в экономике США.

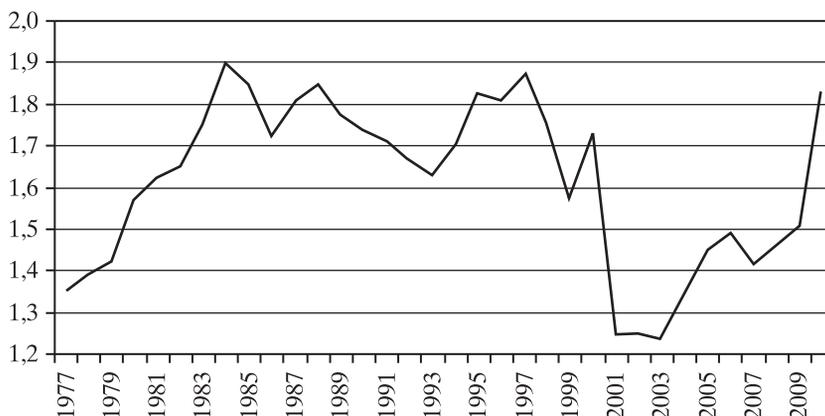


Рис. 1. Доля компьютеров и электронных продуктов в ВВП США, %
 Источник: рассчитано по данным BEA US. Table. Value Added by Industry.

3. УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ НОВОЙ ТШП

О том, что даже в лидирующей стране распространение новой ТШП наталкивается на некоторые барьеры, можно судить по динамике частных инвестиций в компьютеры и периферийное оборудование. Если, по данным Бюро экономического анализа США (BEA, 2013), с 1970 по 1975 г. такие инвестиции выросли только в 1,3 раза (с 2,7 до 3,6 млрд долл.), то в 1980 г. они составили уже 12,5 млрд долл. (рост – в 3,5 раза за 5 лет), а в 1985 г. – 33,7 млрд долл. (рост – в 9,4 раза за 10 лет) (рис. 2).

Об определенном насыщении промышленности США электронным оборудованием к середине 1980-х годов свидетельствуют последовавшее снижение доли компьютеров и электронных продуктов в создаваемой в стране добавленной стоимости и резкое замедление роста инвестиций в компьютеры и периферийное оборудование. С 1985 по 1990 г. эти инвестиции увеличились всего в 1,15 раза. Энергичное наращивание таких инвестиций возобновилось только в начале 1990-х годов. В 2000 г. они возросли в 2,7 раза по сравнению с 1991 г.

Годы с середины 1980-х до первой половины 1990-х можно рассматривать как своего рода *переходный период в экономике США*. К середине 1980-х годов были фактически исчерпаны воз-



Рис. 2. Инвестиции в технологии пятой длинной волны в экономике США, млрд долл.
 Источник: рассчитано по данным BEA US. Table 2.7. Investment in Private Fixed Assets, Equipment and Software, and Structures by Type.



Рис. 3. Инвестиции в исследования и разработки в экономике США, млрд долл.

Источник: рассчитано по данным BEA US. Table 2.1. Investment in R&D by Type of Funder, 1959–2007.

возможности простого вкрапления продуктов пятой длинной волны в существующую технологическую базу, в доминирующий технологический уклад. Еще только начали вырисовываться направления дальнейшего развития микроэлектроники. Однако сохранялась высокая неопределенность относительно перспектив широкой коммерциализации разработок в этих направлениях. В такой ситуации есть свои резоны в выжидательной позиции бизнеса при финансировании исследований и разработок (ИиР). Как видно из рис. 3, в переходный период производители компьютеров и электроники фактически заморозили уровень своих годовых инвестиций в ИиР. В 1991 г. такие инвестиции были даже ниже, чем в 1985 г. В то же время продолжался быстрый рост частных инвестиций в ИиР. С 1985 по 1991 г. они выросли более чем на 50%. Это и позволяет делать вывод о том, что, ощутив пределы внедрения микроэлектроники в существующие технологические цепочки, бизнес стал искать новые направления инновационного развития. Выявление перспективных вариантов, накопление критической массы компетенций по ним произошло в начале 1990-х годов. Однако к 2000 г. близким к исчерпанию оказался потенциал и этих компетенций.

Для выявления условий развития новой ТШП рассмотрим на примере экономики США динамику инвестиций разных отраслей в технологию широкого применения, вызвавшую подъем пятой длинной волны (ДВ5).

В качестве инвестиций в ТШП пятой длинной волны будем рассматривать вложения в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение (Mainframes, PCs, DASDs, Printers, Terminals, Tape drives, Storage devices, System integrators, Prepackaged software, Custom software, Own account software). Источник данных – Бюро экономического анализа США (Bureau of Economic Analysis, US, Detailed Data for Fixed Assets and Consumer Durable Goods). Воспользуемся рядами данных BEA, начиная с 1965 г.

Сравним по фазам пятой длинной волны инвестиции в новую ТШП следующих групп отраслей и видов деятельности:

- торговля (Wholesale Trade, Retail Trade);
- финансовые и лизинговые услуги (Credit Intermediation and Related Activities, Insurance Carriers and Related Activities, Rental and Leasing Services and Lessors of Intangible Assets);
- информационные услуги (Broadcasting and Telecommunications, Publishing Industries, Information and Data Processing Services, Management of Companies and Enterprises, Miscellaneous Professional, Scientific, and Technical Services);
- зрелые отрасли промышленности (Oil and Gas Extraction, Wood Products, Nonmetallic Mineral Products, Primary Metals, Fabricated Metal Products, Machinery, Electrical Equipment, Motor Vehicles, Bodies and Trailers and Parts, Petroleum and Coal Products);



Рис. 4. Инвестиции разных групп отраслей в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение, 1965–1975 гг., млн долл.



Рис. 5. Инвестиции разных групп отраслей в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение, 1975–1993 гг., млн долл.

– *электронная промышленность* (Computer and Electronic Products, Computer Systems Design and Related Services).

В начальный период распространения новой ТШП в формирование спроса на нее большой вклад вносят зрелые отрасли промышленности. Как только обнаруживаются признаки насыщения этой технологией, на первый план выходит спрос со стороны финансового сектора (рис. 4). За 10 лет инвестиции рассматриваемых групп отраслей в новую ТШП увеличились примерно в 4 раза.

Стабилизация уровня инвестиций в компьютеры и периферийное оборудование в середине 1980-х годов происходит на фоне остановки роста инвестиций в новую ТШП со стороны зрелых отраслей, торговли и электронной промышленности (рис. 5). Вместе с тем объем спроса, предъявляемого на новую ТШП со стороны зрелых отраслей, все еще не уступает спросу со стороны самой электронной промышленности.



Рис. 6. Инвестиции разных групп отраслей в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение, 1994–2011 гг., млн долл.



Рис. 7. Инвестиции отраслей в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение, 1965–2011 гг., млн долл.

Тенденция наращивания вложений в новую ТШП наблюдалась до 1985 г. в производстве электрооборудования, до 1982 г. – в автомобилестроении. После этого и до 1993 г. эти отрасли фактически прекратили увеличивать годовые вложения такого рода. Следует, однако, учитывать, что продолжали снижаться цены на компьютеры. С 1985 по 1993 г. они сократились более чем в два раза (ВЕА, 2013, Table 1.5.4.).

Во второй половине 1990-х ведущая роль в формировании спроса на новую ТШП переходит к информационным услугам (рис. 6).

В зрелых отраслях наращивание инвестиций в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение наблюдалось до 1982 г. (рис. 7). Устойчивый рост этих инвестиций возобновился только в 1990 г. Обращает на себя внимание, что такое торможение технологического развития зрелых отраслей сопровождалось замедлением роста фондового индекса (Dow

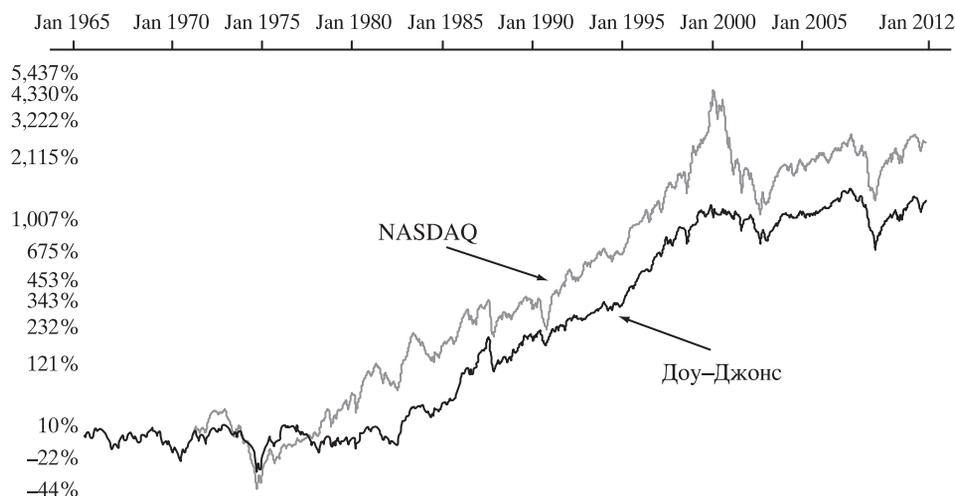


Рис. 8. Динамика индексов Доу-Джонса и NASDAQ
 Источник: MSN Money (<http://investing.money.msn.com>).

Jones Industrial Average), охватывающего не только высокотехнологичные компании. Самый большой в процентном отношении обвал индекса произошел в “черный понедельник”, 19 октября 1987 г., когда индекс Доу-Джонса потерял 22,6%. Судя по индексу NASDAQ, активные инвестиции в новую ТШП со стороны информационных и финансовых услуг обеспечили в первой половине 1980-х годов более быстрый рост котировок акций высокотехнологичных компаний по сравнению с динамикой индекса Доу-Джонса (рис. 8).

Выход зрелых отраслей в начале 1990-х годов на новые объемы инвестиций в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение можно рассматривать как следствие тех изменений в этих отраслях, которые последовали за интенсивными поисками в предшествующий период новых вариантов их развития (см. рис. 3). Эти варианты были во многом связаны с приспособлением производства к широкому использованию компьютерной техники в проектировании продукции и управлении технологическими процессами. Такое приспособление потребовало значительных инвестиций в 1980-е годы в разработку соответствующего оборудования, включая гибкие производственные системы, промышленные роботы и роботизированные комплексы.

В 1998 г. после наращивания инвестиций в предшествующее десятилетие зрелые отрасли стали снова сокращать инвестиции в компьютеры, периферийное оборудование и программное обеспечение. Особого внимания заслуживает производство машин и электрооборудования, во многом определяющее технологический уровень других отраслей. Здесь рост вложений в новую ТШП наблюдался до 1996 г. Наметившиеся еще до кризиса 2000 г. тенденции сокращения спроса на новую ТШП со стороны ряда отраслей могли бы послужить предупреждением о приближающемся изменении конъюнктуры фондового рынка в сфере тех высокотехнологических производств, которые являются поставщиками для этих отраслей.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ закономерностей технологического развития показывает, что первоначально роль новой технологии широкого применения сводится к замене некоторых составляющих уже существующих технологий. Эффект такой замены определяется в основном синергией от внедрения в существующий технологический уклад отдельных фрагментов будущего уклада. В дальнейшем на первый план выходит синергия от взаимодополняющих изобретений и разработок, относящихся к новой технологии широкого применения. В результате появляются принципиально новые технологии и продукты. Так развивались электротехника и микроэлектроника. На стадии кластеризации инноваций барьеры вхождения на рынок могут достигать запретительной высо-

ты. Здесь сказывается как комплексный характер знаний, располагаемых лидерами, так и капиталоемкость основывающегося на этих знаниях производства.

Роль государства в формировании нового технологического уклада зависит от фазы его жизненного цикла, уровня развития экономики, научно-технологического потенциала страны. Политика государства должна определить, насколько обоснованы претензии страны на лидерство в технологическом развитии, в каких видах деятельности первоочередными являются задачи догоняющего развития.

Значительное отставание в развитии технологий предшествующей волны делает проблематичным повышение конкурентоспособности существующих отраслей за счет комбинирования старых и новых технологий. Следует учитывать, что производства, использующие технологии предшествующей длинной волны, обеспечивают первичный спрос на новые технологии. Без этого спроса трудно развиваться, достигнуть эффективных объемов выпуска и новым производствам.

На необходимость учета в государственной инновационной политике текущих фаз жизненного цикла длинной волны указывает М. Хироока (Hirooma, 2006). По его оценке, решающее значение для достижения целей этой политики имеют действия государства в то время, когда начинается повышательная стадия Кондратьевского цикла. Более поздняя активизация инновационной политики государства снижает ее результативность не только из-за роста сложности и капиталоемкости новой технологии. Промедление ведет к тому, что государству придется стимулировать становление не отдельных производств, а целых кластеров.

Опыт нашей страны показывает неоправданность ориентации государства на логику “технологического толчка”. Речь идет о развитии науки и технологий, оставляя на втором плане логику общественного спроса. В развитых странах равнозначными источниками инноваций выступают как технологические и научные знания, так и общественная потребность, платежеспособный потребительский спрос (Дынкин, 2009).

Большую роль в стимулировании спроса на инновации играет конкурентная политика. Однако усиление конкуренции не является универсальным средством повышения инновационной активности национального бизнеса. Инновационный эффект конкурентного давления зависит как от структуры рынка (Aghion et al., 2005), так и от дистанции до мировых технологических лидеров. При большом отставании обострение конкуренции чревато угнетающим влиянием на инновационную активность частных компаний. Так приход иностранных конкурентов в технологически отстающие отрасли слабо или даже отрицательно воздействует на национальных производителей (Aghion et al., 2009). Когда дистанция до лидеров велика, не является надежной ставка и на “институциональный толчок” с помощью конкурентной политики. В таких условиях она может дать обратный эффект.

Вместе с тем конкурентный прессинг весьма полезен при относительной близости к лидерам. Переход к такому прессингу оправдан после модернизации производства. Зарубежный опыт дает примеры действий в следующей последовательности: национализация – модернизация за государственный счет – приватизация.

Исключительно сложной оказывается задача выработки инновационной политики в ситуации, когда, с одной стороны, ряд отраслей требует модернизации, с другой стороны, страна располагает значительными заделами в развитии новейших технологий. Даже при наличии таких заделов в экономике может возникнуть инновационная пауза (Полтерович, 2009), но уже не из-за дефицита готовых к коммерциализации научных результатов, а по причине “структурной ловушки”. О такой ловушке допустимо говорить, когда далекие от передовых технологических рубежей отрасли уступают свои позиции иностранным конкурентам, а новейшие отрасли не получают развития без поддержки спроса со стороны других отраслей. В этой ситуации не то что лидировать в освоении новой технологии широкого применения, но даже подтягивать к современному уровню уже существующие производства весьма сложно. Чтобы вырваться из структурной ловушки, активная государственная экономическая политика должна основываться на комбинированной стратегии развития, максимизирующей синергический эффект от модернизации отстающих производств и становления новейших отраслей.

Эта стратегия призвана служить и созданию новых конкурентных возможностей для экономики, и реализации уже имеющихся у нее сравнительных преимуществ. Поэтому принципиальный характер имеет положение о том, что “при выборе приоритетов необходимо не только исходить из прорывных технологий, которыми обладает Россия, но и учитывать ее нынешнее положение в мировом разделении труда. Значительная часть российской промышленности, в том числе высокотехнологичной, в обозримой перспективе будет работать на обеспечение потребностей добычи и переработки природного сырья. Модернизация добывающих отраслей, топливно-энергетического и химико-металлургического комплексов стимулирует развитие многих смежных высокотехнологических отраслей” (О стратегии развития, 2011, с. 9).

При слабости внутреннего спроса на технологию широкого применения некоторые шансы на ее развитие дает экспорт. Возможности для проникновения с нею на внешние рынки появляются при опережающей коммерциализации научных достижений, не обязательно собственных. Однако воспользоваться этими шансами проблематично без достаточно развитых отраслей, выступающих поставщиками для экспортных производств.

Для устойчивого успеха в соперничестве за технологическую ренту, кроме концентрации усилий на некоторых прорывных направлениях, России необходимо поддерживать высокий уровень компетенции в широком спектре фундаментальных исследований. Сохранение такой компетенции важно для восприятия чужих открытий, накопления собственных заделов в соответствующих областях знаний, создания кадрового потенциала для прикладных НИОКР. Это может иметь критическое значение для комбинирования собственных лидирующих разработок с дополняющими нововведениями, учитывающими зарубежные достижения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арефьев Н.Г., Арефьева А.И.** (2010). Экономический рост и идеи / Препринт WP12/2010/02 ГУ ВШЭ. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ.
- Глазьев С.Ю.** (2012). Современная теория длинных волн в развитии экономики // *Экономическая наука современной России*. № 2.
- Диденко Д.** (2011). Инновационное и догоняющее развитие: две стратегии модернизации российской интеллектуалоемкой экономики // *Экономическая политика*. № 1.
- Дынкин А.** (2009). Мировой кризис – импульс для развития инноваций // *Проблемы теории и практики управления*. № 4.
- О стратегии развития (2011). О стратегии развития экономики России (из Научного доклада РАН) // *Деньги и кредит*. № 12.
- Перес К.** (2011). Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело, АНХ.
- Полтерович В.** (2009). Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // *Вопросы экономики*. № 6.
- Хенкин Г.М., Полтерович В.М.** (1998). Дифференциально-разностный аналог уравнения Бюргера и некоторые модели экономического развития / Препринт # WP/98/051. М.: ЦЭМИ РАН.
- Acemoglu D., Aghion P., Zilibotti F.** (2006). Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth // *J. of the European Econ. Association*. Vol. 4. № 1.
- Aghion A., Bloom N., Blundell R.** et al. (2005). Competition and Innovation: An Inverted U Relationship // *Quarterly J. of Econ.* Vol. 120. Issue 2 (May).
- Aghion P., Howitt P.** (1998). *Endogenous Growth Theory*. Cambridge: MIT Press.
- Aghion P., Howitt P.** (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction // *Econometrica*. Vol. 60. № 2.
- Aghion P., Blundell R., Griffith R.** et al. (2009). The Effects of Entry on Incumbent Innovation and Productivity // *The Review of Econ. and Statistics*. Vol. 91. Issue 1 (February).
- Aghion P., Howitt P.** (2006). Appropriate Growth Policy: A Unifying Framework // *J. of the European Econ. Association*. Vol. 4 (April–May).
- Aghion P., Howitt P.** (2009). *The Economics of Growth*. Cambridge: MIT Press.

- Atkeson A., Kehoe P.J.** (2007). Modeling the Transition to a New Economy: Lessons from Two Technological Revolutions // *American Econ. Review*. Vol. 97(1). March.
- BEA (2013). U.S. Bureau of Economic Analysis. Interactive Table Home. Table Selection. Advanced Download. [Электронный ресурс] U.S. Bureau of Economic Analysis. Режим доступа: <http://www.bea.gov/national/FA2004/DownSS2.asp?3Place=N>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: январь 2013 г.).
- Benhabib J., Spiegel M.M.** (2005). Human Capital and Technology Diffusion // *Handbook of Economic Growth*. Vol. 1A / P. Aghion, S.N. Durlauf (eds.). Amsterdam: Elsevier B.V.
- Bresnahan T.F., Trajtenberg M.** (1995). General Purpose Technologies “Engines of Growth”? // *J. of Econometrics*. Elsevier. Vol. 65. No. 1.
- Brusoni S., Sgalari G.** (2006). New Combinations in Old Industries: the Introduction of Radical Innovations in Tire Manufacturing // *J. of Evolutionary Econ.* Vol. 16. Issue 1 (April).
- Carlaw K.I., Lipsey R.G.** (2006). GPT-Driven, Endogenous Growth // *Economic J.* Vol. 116. No. 508.
- Carlaw K.I., Lipsey R.G.** (2011). Sustained Endogenous Growth Driven by Structured and Evolving General Purpose Technologies // *J. of Evolutionary Econ.* Vol. 21. Issue 4 (October).
- Carlaw K.I., Lipsey R.G., Webb R.** (2007). Has the ICT Revolution Run its Course? Department of Economics, Simon Fraser University. Discussion Papers 01/2007.
- Castellacci F.** (2010). Structural Change and the Growth of Industrial Sectors: Empirical Test of a GPT Model // *Rev. of Income and Wealth*. Vol. 56. Issue 3 (September).
- Cohen W.M., Levinthal D.A.** (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation // *Administrative Science Quarterly*. Vol. 35. No. 1. Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation.
- David P.A.** (1990). The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox // *American Econ. Rev.* Vol. 80 (May).
- Eriksson C., Lindh T.** (2000). Growth Cycles With Technology Shifts and Externalities // *Economic Modeling*. Vol. 17(1).
- Freeman C., Louça F.** (2001). As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution. Oxford: Oxford University Press.
- Gerschenkron A.** (1962). Economic Backwardness in Historical Perspective. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Graham S.J.H., Iacopetta M., Youtie J.** (2008). Assessing the Nature of Nanotechnology: Can We Uncover an Emerging General Purpose Technology? // *J. of Technology Transfer*. Vol. 33. Issue 3 (June).
- Grossman G., Helpman E.** (1991a). Quality Ladders in the Theory of Growth // *Rev. of Econ. Studies*. Vol. LVIII. No. 1.
- Grossman G., Helpman E.** (1991b). Innovation and Growth in the Global Economy. Cambridge: MIT Press.
- Helpman E., Trajtenberg M.** (1998). A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies / Helpman Elhanan (ed.). General Purpose Technologies and Economic Growth. Cambridge: MIT Press.
- Hirooka M.** (2006). Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK – Northampton: Edward Elgar.
- Jaideep R.** (2011). Commercialization of Nanotechnology: Global Overview and European Position. [Электронный ресурс] Presented at the EuroNanoForum 2011. May 30. Режим доступа: http://www.euronanoforum2011.eu/wp-content/uploads/2011/09/enf2011_support-commercialisation_raje_fin.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: январь 2013 г.).
- Jones C.** (1995). R&D-Based Models of Economic Growth // *J. of Political Econ.* Vol. 103. No. 4.
- Jones C.I.** (1999). Was an Industrial Revolution Inevitable? Economic Growth over the Very Long Run / NBER Working Paper No. 7375. October.
- Jovanovic B., R. Rob** (1990). Long Waves and Short Waves: Growth through Intensive and Extensive Search // *Econometrica*. Vol. 58. No. 6.
- Jovanovic B., Rousseau P.L.** (2005). General Purpose Technologies. Working Paper 11093. National Bureau of Economic Research.

- Lipsey R.G., Kenneth I.C., Bekar C.** (2005). *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-run Economic Growth*. Oxford: Oxford University Press.
- Mowery D.C., Rosenberg N.** (1998). *Paths of Innovation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nelson R.R., Phelps E.S.** (1966). Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth // *American Econ. Rev.* Vol. 56. No. 2.
- Romer P.** (1990). Endogenous Technological Change // *J. of Political Econ.* Vol. 98. No. 5.
- Romer P.M.** (1987). Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization // *American Econ. Rev.* Vol. 77. No. 2.
- Romer P.M.** (1989). Human Capital and Growth: Theory and Evidence. NBER, Working Paper No. 3173.
- Segerstrom P.** (1998). Endogenous Growth without Scale Effects // *American Econ. Rev.* Vol. 88. No. 5.
- Segerstrom P., Anant T.C.A., Dinopoulos E.** (1990). A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle // *American Econ. Rev.* Vol. 80. No. 5.

Поступила в редакцию
16.02.2013 г.

Structural Factors of Technological Development

V.Ye. Dementyev

On the example of microelectronics development in the USA the role of already existing branches in development of new technologies is shown. At considerable lag from world technological leaders the economy can get to "a structural trap". It is reasonable to declare such a trap when already existing branches can't successfully compete with foreign firms, and the new technologies have no development without support from the demand of these branches. To escape a structural trap, the active state economic policy has to be based on the combined strategy of development maximizing synergy effect from modernization of lagging behind branches and formation of new productions.

Keywords: technological development, innovations, microelectronics, long waves, general purpose technologies.

JEL Classification: B52, O10, O30, O32, O38.