

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ ЛОГИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА (СЛУЧАЙ НАНОТЕХНОЛОГИЙ)

ФРОЛОВ ДАНИИЛ ПЕТРОВИЧ,

доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой маркетинга и рекламы,
Волгоградский государственный университет,
e-mail: ecodev@mail.ru

Проведен анализ влияния институциональных факторов на развитие технологий. Обоснована генерирующая роль институций в технологическом прогрессе. На примере нанотехнологий представлена общая логика институционализации нового технологического уклада.

Ключевые слова: институции; технологии широкого применения; институционализация; технологический прогресс; нанотехнологии; NBIC-конвергенция.

The analysis of influence of institutional factors on development of technologies is carried out. The generating role of institutions in technological progress is proved. On an example of nanotechnologies the general logic of an institutionalization of new technological way is presented.

Keywords: institutions; general purpose technologies; institutionalization; technological progress; nanotechnologies; NBIC-convergence.

Коды классификатора JEL: B52, E02, F55.

Институты — «слабое звено» концепций и теорий эволюции технологий и технологических укладов. Большинство современных теоретиков эволюционной экономики сосредоточено в основном на изучении динамики и форм научно-технического прогресса, особенно механизмов зарождения и диффузии крупных «кластеров» инноваций. В свою очередь институциональные экономисты сконцентрированы на анализе факторов и способов минимизации трансакционных издержек устойчивых взаимодействий агентов и их организаций «в высокотехнологическом мире с огромной степенью специализации и разделения труда, отличающемся неперсонифицированным обменом» (Норт 1997, 29). Хотя в разнообразных концепциях технологической эволюции отчасти учитывается влияние институциональных условий и факторов, этот аспект исследований преимущественно разрабатывается по остаточному принципу. Поэтому В. Дементьев в своем обзоре институциональных обстоятельств длинноволновой динамики вынужден апеллировать только к концепциям С. Глазьева и К. Перес (Дементьев 2009, 21–25). Ведущие представители эволюционной теории технологического развития (П. Савиотти, Дж. Дози, К. Фриман и др.) в своих работах лишь касаются институциональной структуры и инфраструктуры инновационного развития, хотя, по замечанию Р. Нельсона, концепция национальных и региональных инновационных систем является институциональной по своей сути (Nelson 2002, 18), просто на этом редко акцентируется внимание ученых. В результате институциональные формы и

механизмы технологической эволюции изучены пока крайне слабо, а их анализ опирается на предельно общие представления об институтах и институциях.

ТЕХНОЛОГИИ, ИНСТИТУТЫ, ИНСТИТУЦИИ: ВЗАИМОСВЯЗЬ И КОЭВОЛЮЦИЯ

Согласно подходу С. Глазьева, «замещение технологических укладов требует, как правило, соответствующих изменений в социальных и институциональных системах, которые не только снимают социальную напряженность, но и способствуют массовому внедрению технологий нового технологического уклада, соответствующему ему типу потребления и образа жизни» (Глазьев 2008, 9). Институциональная структура технологических укладов, по мнению ученого, включает национальные и международные режимы экономического регулирования, базовые экономические институты и институциональные процессы, а также способы организации инновационной активности (Глазьев 2008, 7), однако их специальный анализ не проводится. По концепции инновационных парадигм М. Хирука, диффузия новых технологий, инициирующая выход экономики на траекторию развития и расширения рынков, сопровождается «определенными институциональными изменениями» (Hirooka 2006, 25), которые, безусловно, имеют значение, но непринципиальное. Институции лишь образуют среду, поддерживающую или препятствующую экспансии магистральных инноваций (Hirooka 2004). На роль институционального эффекта *path dependence* в технологической обусловленности глобального кризиса обращает внимание В. Полтерович, акцентируя наряду с «инновационной паузой» значение эволюционно сложившейся «безоглядной веры в непрерывный технический прогресс, поддерживаемой длительным предшествующим периодом быстрого развития и биржевыми механизмами» (Полтерович 2009, 9). Однако данный эффект специально им не рассматривается.

Влияние институций в большей степени учитывает концепция техноэкономических парадигм (*techno-economic paradigms*), развиваемая К. Перес на основе расширения концепций технологических систем К. Фримана (Freeman 1992) и технических парадигм Дж. Дози (Dosi 1982). Автор исходит из тезиса о том, что «каждая новая технологическая система модифицирует не только бизнес-среду, но также институциональный контекст и даже культуру» (Perez 2009, 4), создавая мощные экстернальные и резонансные эффекты для внешней среды. При этом «долгосрочные колебания, которые мы называем длинными волнами, являются результатом последовательных сцеплений и разрывов двух сфер системы: техноэкономической, с одной стороны, и социоинституциональной — с другой» (Perez 2004, 218–219). Тем самым *институциональные факторы выводятся за границы экономической системы и полагаются экзогенными переменными ее эволюции*, а социоинституциональная система фактически представляется как система «средового типа».

Раскрывая природу технологических революций, К. Перес вводит понятие институциональной перестановки или рекомпозиции (*institutional recomposition*) как необходимой фазы реализации синергического эффекта от взаимодействия производственного и финансового капиталов, наступающей вслед за крахом финансового «пузыря». При этом «основная задача институциональной рекомпозиции состоит в создании условий для расширения рынков и установления контроля над производственным капиталом. Продолжительность спада будет зависеть от способности общества и власти к установлению и направлению институциональных изменений на восстановление доверия и смещению акцента на создание реального богатства» (Perez 2002, 76). Отмечается, что по сравнению с техноэкономической сферой, социоинституциональная сфера более устойчива к изменениям и медленнее адаптируется к меняющимся условиям в силу действия институциональной инерции (Perez 2002, 28). Истощение старой и формирование новой техноэкономической парадиг-

мы под влиянием экономических и социальных стимулов к прогрессивным изменениям ведет к выработке и диффузии новой идеологии, что инициирует социально-политические процессы реконструирования институциональной структуры. Этот процесс носит хаотичный характер с трудно предсказуемыми результатами.

Содержательно развивая идеи К. Перес, Я. Сергиенко обосновывает, что эволюция техноэкономических парадигм сопровождается изменением соотношения формальных и неформальных институтов. В фазе зарождения новой технологической волны новаторы испытывают острый дефицит финансовых ресурсов, что мотивирует их к кооперации и созданию неформальных институтов. Истощение потенциала старых технологий формирует стимулы к расширению банковского кредитования новаторов и инновациям в финансовой системе, а «вследствие распространения финансовых и институциональных нововведений, инвестиционные возможности новаторов кумулятивно расширяются» (Сергиенко 2010, 92). Тогда «новаторы рвут сложившиеся неформальные связи и начинают острую конкурентную борьбу» (Сергиенко 2010, 91) в условиях новой институциональной среды.

В целом приходится констатировать, что *эвристический потенциал институциональной теории в анализе глобальной эволюции технологий задействован в недостаточной степени*. Особенно странно, что после классических работ Д. Норта, направленных на создание общей теории технологических и институциональных изменений, происходит выраженное заикливание экономистов-эволюционистов на технологиях как главном факторе роста, хотя этот подход является неоклассическим по сути и восходит к трудам Р. Солоу. Технологический детерминизм не только является значительным методологическим препятствием для совершенствования и взаимного обогащения институциональной и эволюционной экономики, но и затрудняет без того крайне сложный анализ развития и конкуренции технологий широкого применения.

Поэтому пристального внимания заслуживает позиция Р. Нельсона о *необходимости интеграции технологического и институционального детерминизма* в теории экономического роста. Он предлагает дифференцировать два класса технологий, «реанимируя» классификацию Д. Норта и Дж. Уоллиса (North and Wallis 1994). Эту точку зрения в более поздней работе поддержал Т. Эггертссон (Eggertsson 2009, 138–140).

«Физические» (*physical technologies*) включают технологии в традиционном понимании, т.е. способы и средства производства материальных благ. Социальные технологии (*social technologies*) по Р. Нельсону охватывают все основные формы проявления экономических институций¹ — распространенные «правила игры» (Д. Норт), «способы управления» (О. Уильямсон), а также процедуры коллективного выбора и действия (Дж. Бьюкенен) (Nelson 2002, 22), — обеспечивающие снижение транзакционных издержек в экономике (согласно нормативной версии «теоремы Коуза»). Несомненным достоинством предлагаемой классификации является возможность расширения сугубо технологических концепций экономической эволюции за счет их дополнения институциями в равном гносеологическом статусе с технологиями. Недостатком можно считать метафоричность понятия «физических» технологий, оттеняющего их химические, биологические и конвергентные видовые группы. Кроме того, редукция институций к социальным технологиям искажает их реальное содержание, что признает и сам Р. Нельсон, разделяя в конечном итоге эти понятия: «эволюция социальных технологий и институций, которые поддерживают их, представляет собой гораздо более слож-

¹ Мы продолжаем настаивать на необходимости категориального разграничения институтов и институций (Иниаков и Фролов 2010; Иниаков 2010 а; Фролов 2008). Институции — обособленные виды деятельности, выступающие статусными функциями их агентов. Институты — взаимосвязанные комплексы институций и организаций, сопутствующих им норм, правил и процедур, формирующие регулятивные механизмы транзакций (см. подробнее: Фролов и Инютина 2010).

ный и неопределенный процесс по сравнению с эволюцией физических технологий» (Nelson 2008, 9). Тем более странно, что *эволюционисты игнорируют огромную роль управленческих, маркетинговых, посреднических и финансовых технологий в прогрессе рыночной экономики*. Их волны имеют явно иную размерность, нежели волны традиционных технологий, и нуждаются в специальных исследованиях.

Сквозная идея «компромисса Нельсона» — принцип коэволюции «физических» и социальных технологий (Nelson 2008, 4) — по сути предполагает конвенциональное сохранение доминантного статуса технологического детерминизма в эволюционной теории при его содержательном институциональном расширении. Но технологии в общем смысле представляют собой способы использования взаимосвязанных методов и инструментов для повышения эффективности определенной деятельности, из характера которой и должна исходить их классификация. Поэтому представляется методологически более корректным разграничение трансформационных (*Tf*) и транзакционных (*Ta*) технологий на основе теории метапроизводственной функции (Инишаков 2007).

Первые (*Tf*) соотносятся с различными видами преобразовательной деятельности, направленной на изменение материальных свойств объекта воздействия. Именно эта группа технологий находится в фокусе внимания эволюционных экономистов, которые, вероятно, слишком буквально восприняли общую фразу Т. Веблена о том, что «процесс кумулятивных изменений, который должна принимать во внимание экономическая наука, — это последовательность изменений в методах делания дел, т.е. методах обращения с материальными средствами существования» (Уинтер 2004, 612). Вторые (*Ta*-технологии) связаны с осуществлением взаимодействий экономических агентов, способствуя повышению эффективности и результативности их коммуникаций и транзакций. К ним относятся правовые (и, шире, институциональные), управленческие (и организационные в целом), финансовые, торговые, транспортные, маркетинговые, информационные (в т.ч. когнитивные) и др., системная классификация которых пока не выработана. Подчеркнем: *Tf*- и *Ta*-технологии применяются и в производстве, и в обращении, и в потреблении, поэтому *Ta*-технологии жестко не привязаны к видам деятельности, осуществляемым в рамках транзакционного сектора. В таком контексте технологический прогресс следует понимать как коэволюцию трансформационных и транзакционных технологий, их кластеров и генераций на всех уровнях строения глобальной экономической системы. Необходим перенос акцентов исследований на *Ta*-технологии, ведь до сих пор «научная база, которую дают общественные науки социальным технологиям, недостаточна. Поэтому попытки экспортировать институты из одной страны в другую и легитимизировать их в последней часто неудачны, как и трансплантация органов, поскольку не хватает знаний о принципах работы социальных институтов. Знание принципов действия социальных технологий также весьма поверхностно» (Эггертссон 2011, 6–7).

Как показывает Т. Эггертссон (Eggertsson 2008, 11), новые коммуникационные технологии, повышая эффективность транзакций, порождают инновационные модели организации (в частности, научного бизнеса, см. об этом: (Pisano 2006)), которые «открывают дорогу» трансформационным нововведениям. Так, по данным Lux Research, корпоративные социальные сети выступают сегодня мощным «катализатором» развития экологически нейтральных химических технологий, обеспечивая эффективную кооперацию и координацию лабораторий, стартапов, университетов, корпораций и финансовых структур². Становится очевидной *целесообразность особого внимания исследователей не столько к смене доминантных трансформационных технологий, сколько к их согласованности с развитием транзакционных технологий*. Косвен-

² См.: Corporate Social Networks Catalyze Green Chemistry. March 2011. (http://www.luxresearchinc.com/images/stories/brochures/Press_Releases/RELEASE_BBMC_Social_Net_3_23_11.pdf).

но обращал внимание на эту проблему видный историк технологического прогресса А. Зворыкин, используя единственно возможную для своего времени марксистскую терминологию: «нельзя понять развития техники, ...отвлекаясь от производственных отношений конкретной общественно-экономической формации... Невозможно объяснить противоречия в развитии техники в условиях современного капитализма, если не исходить из капиталистических производственных отношений» (Зворыкин 1962, 9). Он приводил пример И. Ползунова, выдвинувшего в середине XVIII в. гениальную идею замены водяного колеса тепловым двигателем, которая (несмотря на титанические усилия) так и не получила применения в России, поскольку экономические институты феодализма не создавали действенных стимулов и мотивов внедрению технологических новшеств. Напротив, в Англии институциональная среда способствовала инновациям, что позволило паровой машине Дж. Уатта индуцировать глубокий промышленный переворот.

В этой связи трудно поддержать точку зрения К. Перес, акцентирующей исключительно «инертность и сопротивляемость переменам социо-институциональной структуры» (Перес 2011, 27), но оставляющей вне поля зрения инновационную функцию институтов. В реальности «совершенствование производственных (трансформационных. — Авт.) технологий открывает новые возможности для бизнеса, а это порождает дополняющие социальные (транзакционные. — Авт.) технологии. Возможен и обратный процесс, когда социальные технологии приводят к производственным инновациям» (Эггертссон 2011, 7). Так, в случае нанотехнологий, позиционирующихся многими учеными в качестве новой базисной инновации (по Г. Меншу), ключевую роль приобретают комплементарные институциональные и интегрированные маркетинговые технологии. На текущий момент нанотехнологии — новое поколение проблемных инноваций с потенциально огромным, но неопределенным потенциалом, многочисленными и практически не изученными рисками, требующее колоссальных капиталовложений без явных гарантий рыночного успеха (Фролов и Стратулат 2010). Их широкое применение должно сопровождаться опережающим развитием нормативно-правовой базы и проактивным маркетингом, невнимание к которым стало ключевой причиной коммерческого краха технологий инженерии генетически модифицированных организмов.

Основная методологическая проблема технологического детерминизма состоит в подмене реального содержания экономической эволюции — прогресса общественно-го разделения и кооперации труда, т.е. системной дифференциации и интеграции видов и форм человеческой деятельности, — совершенствованием способов, методов и инструментария их осуществления. «Методы делания дел» заслоняют и сдвигают на второй план саму деятельность, реализации которой они способствуют. При этом, с точки зрения Дж. Меткафа, «упускается из виду одна важная сторона инноваций, а именно добавление новых видов деятельности в рамках поведения отдельного потребителя» (Меткаф 2007, 123), в том числе потребителя инвестиционных товаров. Выполнение людьми (индивидуально или в составе организаций) различных статусных функций жизнедеятельности (институций) (Инишаков и Фролов 2010) объективно требует овладения специфическими методами и применения соответствующих инструментов. Технологии значимы не сами по себе, но как способы осуществления институций. Поскольку каждый экономический агент параллельно включен в разноплановые институции, справедливо замечание Б. Лоусби: «совокупное множество взаимосвязанных видов потребительской деятельности может быть представлено в результате анализа как поддающийся выявлению стиль жизни» (Лоусби 2007, 28) и соответствующий ему «распространенный образ мысли» (Веблен 1984, 201), формирующий систему «общих убеждений» агентов (Аоки 2007, 9).

Огромный потенциал информационно-коммуникационных технологий широкого применения связан как раз с созданием ими массива новых институций — высококвалификационных профессий (*Internet-related activities*)³ и устойчивых форм проведения досуга. Фактически «Интернет предложил новый набор социальных ситуаций, и люди тут же бросились за новыми масками» (Льюис 2004, 13), а «характерные экономические маски лиц — это только олицетворения экономических (институциональных. — Авт.) отношений, в качестве носителей которых эти лица противостоят друг другу» (Маркс 1951, 92) и взаимодействуют между собой.

С позиций эволюционного реализма *основой не только транзакционных, но и трансформационных технологий являются те институции, осуществлению которых они служат*. Радикальность технологической инновации определяется тем, создает ли она новый вид деятельности или лишь облегчает осуществление уже сложившихся институций. Масштаб применения новой технологии связан с тем, сколько агентов осуществляют обеспечиваемые ей виды деятельности, каковы место и роль этих институций в экономической системе, а «спрос на товары, таким образом, основывается на спросе на осуществление определенной деятельности» (Меткаф 2007, 105). В этой связи требуется дальнейшее развитие шумпетерианской концепции путем расширения понятия новаторов: под ними должны пониматься не только предприниматели, осуществляющие «новые комбинации», но и потребители, ведь зачастую прогресс «зависит не от технических инноваций в обычном смысле, а от инноваций пользователя» (Меткаф 2007, 101), связанных, в частности, с незапланированным использованием новшеств. *Институционализация технологического развития выражается не только в создании новых технических регламентов и норм, отраслевых стандартов и инфраструктуры, но, прежде всего, в возникновении и экспансии обеспечиваемых инновационными технологиями институций, соответствующих им паттернов, норм и моделей поведения* (Фролов 2011).

Следовательно, *смена лидирующих технологических укладов, «кластеров» и «парадигм» содержательно предстает процессом конкуренции экономических институций*. Каждой технологии широкого применения соответствуют «связанные институции», т.е. функционально обособленные и технологически взаимозависимые виды деятельности, агенты которых стремятся отстоять и стратегически упрочить свой ассоциированный статус. Макро- и мегагенерации (Маевский 1997, 40–41) как поколенческие группы технологически связанных отраслевых институций национального и глобального масштаба выступают «проводниками» базисных технологий и «институциональными предпринимателями», они жестко конкурируют за ограниченные ресурсы, в том числе вступая в отношения кооперации и образуя сложные альянсы.

Научный поиск в области высоких технологий — это отнюдь не институционально нейтральный процесс. Новые технологии не создаются учеными-отшельниками в башнях из слоновой кости или из черного дерева. Огромная капиталоемкость научного бизнеса требует активного поиска дополнительных финансовых ресурсов и сплоченного лоббирования своих исследовательских программ в расчете на поддержку государства и/или крупного бизнеса. Поле высокотехнологичной науки — это арена жесткого столкновения интересов, изощенной конкурентной борьбы «связанных групп» влияния и давления, изобилующей PR-акциями, интригами, искажениями и оппортунизмом. Происходит переплетение и сращивание статусных интересов различных «стейкхолдеров» новой технологии — исследователей, научных фондов, промышленного бизнеса, политических деятелей, венчурных инвесторов, рейтинговых

³ См.: The Net's sweeping impact on growth, jobs, and prosperity / McKinsey Global Institute. May 2011. (http://www.mckinsey.com/mgi/publications/internet_matters/pdfs/MGI_internet_matters_full_report.pdf).

агентств, экспертных организаций, маркетинговых компаний, СМИ и т.д. Примером является история лоббирования идеи нанотехнологий как ключевого фактора конкурентоспособности США (Loc 2010; Жоаким и Плеввер 2009, 15–34). Принимаемые правительствами решения являются результатом конкуренции отраслевых и межотраслевых лобби: так, введение в РФ жестких мер по борьбе с табакокурением отражает не столько заботу государства о здоровье своих граждан, сколько поражение лоббистов табачной промышленности в конкуренции с транснациональным фармацевтическим бизнесом (включая *Pfizer*, *Johnson & Johnson*, *GlaxoSmithKline* и др.) при поддержке крупных торговых сетей.

Технологический прогресс неразрывно связан с общественным разделением труда или институциогенезом — процессом возникновения, «укоренения» и распространения новых институций в экономике и обществе. Диффузия новых технологий не происходит сама по себе, в отрыве от общества. Чтобы стать нормой в потреблении и использовании, технологическая новация должна обрести мощную социальную базу. Каждая технология широкого применения порождает комплекс «связанных институций», агенты которых используют ее в своей жизнедеятельности, получая доход и извлекая пользу. Любая «базисная инновация», с одной стороны, создает массу рабочих мест и формирует новые потребности, с другой — уничтожает сложившиеся профессии, девальвирует устаревшие знания и навыки, запускает структурную безработицу. Технологическое развитие в этом смысле — сложный и подчас крайне болезненный социальный процесс. Успех или неудача новых технологий в первую очередь обусловлена поддержкой заинтересованных в ней социальных групп. Смена технологических укладов — это всегда процесс жесткой институциональной конкуренции.

ИНСТИТУЦИОНАЛИЗАЦИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Обобщенную *многоэтапную логику институционализации технологий широкого применения* (ТШП) в условиях глобализации и государственно-монополистического капитализма рассмотрим на примере нанотехнологий, тем более, что по мнению М. Роко (Roco 2010, 20), в настоящее время их можно обоснованно отнести к категории ТШП:

1. *Неформальная, стохастичная институционализация* неизбежно сопутствует рождению и становлению новой технологии в серии «прорывных» экспериментов, осуществляемых инициативными (часто неформальными) группами исследователей на основе неустойчивых ресурсов и нестабильных каналов их привлечения, в условиях нечетких целей и неявно выраженной стратегии интеллектуальной кооперации.

В самый обычный мартовский день 1981 г. будущие Нобелевские лауреаты по физике Г.К. Бинниг и Г. Рорер, спустя немногим более двух лет после того, как была сформулирована базовая концепция сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), экспериментально доказали наличие характерной для туннелирования экспоненциальной зависимости тока I_t от расстояния σ_z острие — образец. Это событие стало своего рода «большим взрывом» для новой «нано-Вселенной», пользуясь образной терминологией К. Перес (Перес 2011, 23). Разработанный прибор не только позволял распознавать отдельные атомы и молекулы, но и давал возможность манипулирования ими (эта способность СТМ была обнаружена в 1989 г.). Тем не менее, в 1995 г. манипуляциями на атомарном уровне во всем мире занимались лишь 5 небольших научных коллективов.

2. *Распознавание, первое признание и начало лоббирования*. Привлечение внимания государственных деятелей к потенциалу новой технологии требует благоприятной политической конъюнктуры и наличия харизматичного прозелита, активно пропаганди-

рующего ТШП. При поддержке влиятельных политиков создаются первые «группы давления», разрабатываются предварительные прогнозы и доклады о перспективах новой ТШП, начинаются и постепенно активизируются дискуссии.

Летом 1992 г. увлеченный экологическими проблемами сенатор А. Гор организовал в Сенате слушания по вопросу создания новых технологий для устойчивого развития, на которых выступил известный ученый и писатель-фантаст Э. Дрекслер, впоследствии получивший от прессы титул «отца нанотехнологий». Незадолго до этого события (в 1991 г.) он получил докторскую степень в области молекулярной нанотехнологии. Его убежденная и пламенная речь (в которой докладчик умело процитировал выступление Нобелевского лауреата Р. Фейнмана в 1959 г.) была посвящена перспективам производства «молекуломашин», способных создавать любые материалы и устройства из отдельных атомов, «по кирпичику», «снизу вверх». При поддержке А. Гора была создана группа лоббистов идеи устойчивого развития, а вскоре после его назначения вице-президентом, курирующим новые технологии, был обнародован доклад «Наука на службе страны» (1994 г.), где провозглашалось стратегическое значение нанотехнологий для развития электронной, химической и фармацевтической отраслей промышленности США. На передний край пропаганды нанотехнологий выдвинулось промышленное лобби, а на смену Э. Дрекслеру пришел М. Роко. Его выдвижению способствовали директор Национального фонда науки (*NSF*) Н. Лейн и особенно советник президента Б. Клинтона по экономическим вопросам Т. Калил. Именно с помощью последнего М. Роко собрал рабочую группу, которая к 1999 г. подготовила проект Национальной нанотехнологической инициативы (*NNI*), где нанотехнологии трактовались как стратегически важные, качественно новые способы миниатюризации, близкие к нанометрическому диапазону измерения.

3. *Государственная поддержка, формальная институционализация и экспансия.* На этом этапе новая ТШП обретает национальные стратегии и программы развития, формируются институциональная структура и инфраструктура, происходит бюджетное и законодательное закрепление соответствующих стратегических приоритетов, что отражается в грантовой политике научных фондов и ведет к росту количества исследователей. Поддерживающие инновационную технологию неформальные институты постепенно формализуются и «обрастают» сложными институциональными механизмами. Появляются многочисленные официальные и неофициальные оптимистичные прогнозы. Наблюдаются первые примеры фальсификаций, выявляются присущие новой ТШП риски и начинаются дебаты о ее безопасности. Активизируется международная конкуренция на рынке высоких технологий, принимая характер «гонки».

В марте 1999 г. был утвержден бюджет *NNI* (\$300 млн на 2000 г.) и началась ее реализация, о чем официально объявил Б. Клинтон 21 января 2000 г. Новая группа лоббистов сплотилась вокруг Нобелевского лауреата по химии Р. Смолли, открывателя фуллеренов, который в ходе своих выступлений в Палате представителей Конгресса (1999–2002 гг.) способствовал расширению трактовки нанотехнологий и наращиванию бюджетного финансирования американских исследований в области химии и материаловедения. Тяжелая болезнь Р. Смолли с 2003 г. вновь вывела в центр лоббирования М. Роко, выступившего с новой идеей *NBIC*-конвергенции, еще более размывшей ключевой теормин «нанотехнологии». Все более и более «*NNI* сводилась к весьма неопределенной и широкой программе исследований самых разных материалов» (*Жоаким и Плеввер* 2009, 29) при параллельном увеличении ее бюджета (см. табл. 1).

Таблица 1

Динамика бюджета NNI (2000–2012 гг.), \$ млн

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
~300	464	697	760	989	1200	1351	1425	1554	1695	1912	1850	2130

Источник: (<http://www.nano.gov/about-nni/what/funding>)

NBIC-конвергенция — это, прежде всего, амбициозный мегапроект межотраслевой интеграции крупного, наукоемкого, высокотехнологического бизнеса, а никак не «объективный» процесс интеграции и синергии естественных нанонаук. Нарисованная М. Роко и соавторами «стрела NBIC» (Roco 2003, 7) нацелена на лоббирование дальнейшего увеличения бюджетных расходов на широкий спектр исследований в сфере высоких технологий и их эффективное «освоение». У проекта NBIC-конвергенции были и альтернативные варианты: *GNR* (*Genetics, Nanotechnology, Robotics*), *GRIN* (*Genetic, Robotic, Information, Nanotechnology*), *GRAIN* (*Genetics, Robotics, Artificial Intelligence, Nanotechnology*), *BANG* (*Bits, Atoms, Neurons, Genes*) и др. Итоговый выбор, очевидно, продиктован наиболее широкой областью исследований и разработок, в рамках которой возможно осуществление практически любых капиталоемких исследовательских проектов.

Начиная с 2000 г. национальные инициативы, стратегии и программы развития нанотехнологий вслед за США приняли более 60 стран мира, за последние 11 лет правительства инвестировали в нанотехнологические исследования и разработки более \$67,5 млрд. Началась глобальная «наногонка» — экономическое и идеологическое противостояние развитых и быстроразвивающихся стран мира за превосходство в области нанотехнологий. Это — превращенная форма «гонки вооружений» в мирное время (напомним, что в истории человечества уже были дредноутная гонка начала XX в. и ракетно-ядерная гонка СССР и США в период «холодной войны»).

По расчетам *Scientifica Ltd.*, индекс значимости нанотехнологий (*Nanotech Impact Factor*) имеет значительные страновые вариации. Так, наличие в Великобритании высококоразвитой инфраструктуры негативно компенсируется низким уровнем инвестиций, тогда как Россия не только занимает третье место в мире по объемам финансирования нанотехнологий (уступая в 2010 г. лишь Китаю и США), но и фактически придает им монопольный статус национального мегапроекта в сфере инноваций. Вместе с тем, индекс способности к освоению и эксплуатации развивающихся технологий (*Emerging Technology Exploitation Factor*), отражающий потенциал стран в аспекте трансфера и широкого внедрения инноваций, дает иную расстановку сил (см. табл. 2). Несмотря на амбициозные цели и масштабное финансирование, Россия в среднесрочной перспективе, видимо, останется игроком «второй лиги» глобальной наноиндустриализации из-за явного отставания от лидеров по уровню развития конвергентных технологий, неэффективных институциональных механизмов национальной инновационной системы и сохраняющей остроту проблемы «утечки мозгов». «Опережающее развитие» отечественной наноиндустрии требует научно обоснованной оптимизации стратегического регулирования.

С позиций контрактной теории денег (Тамбовцев 2009) валюту ведущих стран мира можно рассматривать как находящийся в процессе исполнения контракт на поставку передовой технологии широкого применения (*general purpose technology*) (Дементьев 2009, 121). На наш взгляд, резервные валюты представляют собой фьючерсные контракты на разработку технологии глобального применения (*global purpose*

technology), одной из которых на текущий момент являются нанотехнологии наряду с синтетическими биотехнологиями и компьютерными технологиями «пятого поколения» (от мобильной связи 4G и семантической паутины до квантового компьютера и виртуальной реальности). Все «участники нанотехнологической гонки пристально следят за действиями друг друга» (Дементьев 2009, 122), что подрывает иллюзию институциональной нейтральности инвестиционных процессов в сфере нанотехнологий. Правительства стран-конкурентов, увеличивая бюджеты нанотехнологических программ, в значительной степени решают статусные и идеологические задачи, формируя взаимные ожидания по поводу будущей конфигурации сил в глобальной экономике.

Таблица 2

Индексы значимости и потенциала применения нанотехнологий (2011 г.)

Страна	Nanotech Impact Factor	Рейтинг	EmTech Exploitation Factor	Рейтинг
США	100	1	5,00	1
Китай	89	2	4,30	7
Россия	83	3	3,57	10
Германия	30	4	4,93	2
Япония	29	5	4,88	4
ЕС	27	6	4,23	8
Южная Корея	25	7	4,60	5
Тайвань	9	8	4,90	3
Великобритания	6	9	4,55	6
Индия	5	10	3,95	9

Источник: сост. авт. по данным *Global Fundings of Nanotechnologies & Its Impact. July 2011.* 6–7. (<http://cientifica.eu/blog/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Global-Nanotechnology-Funding-Report-2011.pdf>)

4. Подключение крупного частного (венчурного) капитала, «технопурга» и «стадный эффект». Под влиянием государственных стратегических инициатив, наращивания объемов бюджетного финансирования и оптимистичных прогнозов венчурные инвесторы значительно увеличивают долю вложений в новую ТШП в своих «портфелях». Несмотря на усилия скептиков, в СМИ начинается «технопурга» (*techno-hype*) — поток односторонне-позитивной псевдоэкспертной информации о новой технологии и ее «радужных» перспективах. Переоценка ТШП сопровождается недостаточным учетом рисков и дефицитом объективного анализа, что ведет к эйфории и буму на биржах, массовым фальсификациям, формированию «пузыря» на фондовом рынке, кризису и коррекции оценок рыночного потенциала, оптимизации и рационализации инвестиционных потоков.

Неуклонный рост частных инвестиций в нанотехнологии на протяжении 2000-х гг. вызван исключительно стратегическими программами и огромными объемами финансирования разработок в этой сфере правительствами ведущих стран. В 2004 г.⁴ или, по некоторым другим данным, в 2007 г.⁵ частный капитал в глобальном масштабе впервые инвестировал в эту сферу больше, чем государства. С одной стороны, это знаковое событие подтверждает тенденцию интенсивного роста коммерциализации предпроизводственных стадий развития nanoиндустрии (Ишмаков 2011, 8). С другой — оно отражает возникновение кумулятивного эффекта «стадного поведения» инвестиционных инсти-

⁴ См.: *Global Fundings of Nanotechnologies & Its Impact. July 2011.* 2. (<http://cientifica.eu/blog/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Global-Nanotechnology-Funding-Report-2011.pdf>).

⁵ См.: Глобальная инвестиционная среда в сфере нанотехнологий. 2008 / Роснано; Lux Research. 3. (<http://www.rusnanoprize.ru/Document.aspx/Download/15388>).

тутов (венчурных фондов и т.д.). Было бы слишком наивно полагать, что действия этих структур абсолютно рациональны, несмотря на то, что совокупные объемы капиталовложений измеряются миллиардами долларов. В конце 1990-х гг. инвестиционные институты переоценили и переинвестировали сферу ИТ и электронной коммерции (на фоне истерии многочисленных экспертов, предвещавших скорое наступление «новой экономики»), вызвав бум и обвал «доткомов». Вполне вероятно, что такая ситуация повторится с наноиндустрией. Пока что коммерческая перспектива нанотехнологий «подпитывается» исключительно завышенными прогнозами, разработчиков которых трудно признать независимыми экспертами. Специалистов в этой области все еще недостаточно, а агенты инвестиционных институтов явно не обладают необходимыми для оценки проектов специальными знаниями и компетенциями, дефицит которых компенсируется стратегией следования тренду, что приводит к стадному поведению.

Как показывает К. Перес, нереалистичные экономические ожидания в отношении новых технологий часто приводят к финансовым пузырям и обратным реакциям, отрицательно влияющим на их дальнейший прогресс (Перес 2011, 151–166). Симптоматичным выглядит тот факт, что в 2011 г. начала работать новая товарная биржа — *Integrated Nano-Science and Commodity Exchange (INSCX)*, — обеспечивающая торговлю широким спектром нанопродукции, начиная с базовых наноматериалов и заканчивая «продвинутыми» (нанополимеры, фотоника и т.п.). Видимо, близится день введения нового фондового индекса *NASDAQ Nanotechnology Index* вслед за *NASDAQ Biotechnology Index* (для компаний биотехнологической и фармацевтической отраслей).

Уверенность в блестящем будущем наноиндустрии преимущественно базируется на форсайтах и прогнозах рынка, диапазон вариации которых впечатляет (см. табл. 3).

Таблица 3

Прогнозное поле мирового рынка нанопродукции (\$ млрд)

Разработчик и год прогноза	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
Lux Research (2006, 2008)	–	–	–	–	2600	3100	–
BCC (2008, 2010)	–	27	–	–	–	26,7	–
Cientifica (2008)	–	–	263	–	–	1500	–
RNCOS (2006)	1000	–	–	–	–	–	–
Wintergreen (2004)	–	–	–	–	–	750	–
MRI (2002)	148	–	–	–	–	–	–
Evolution Capital (2001)	700	–	–	–	–	–	–
NSF (1999, 2001, 2010)	–	–	–	–	–	1000	3000

Источник: сост. авт. по данным (Palmberg, Dernis and Miguet 2009, 22; Roco 2010, v; 2010 Nanotechnology Research Review; OECD Science; Technology and Industry Outlook 2010)

Хотя все прогнозы скорректировал глобальный экономический кризис, важна не столько их точность, сколько порядок оценок. Заметим, что все прогнозирующие организации используют разные определения нанотехнологий и нанопродукции, а также слабо сопоставимые расчетные методики. В этом смысле сравнение различных прогнозов невозможно, что часто игнорируется исследователями. Так, наиболее оптимистичные прогнозы апеллируют к конечной цене продуктов с наноконпонентами, хотя корректнее было бы учитывать цену самих наноконпонентов и ценовую разницу с «ненанотехнологичным» товаром-аналогом, которая показывает величину добавленной нанотехнологией стоимости. Кроме того, во многих прогнозах (например, *Lux Research*) проявляется ошибка двойного счета, когда последовательно учитываются цены нанотехнологичного сырья, полуфабрикатов и конечных продуктов. Явно завышенные оценки будущих объемов мирового рынка продукции наноиндустрии, все

еще находящейся в стадии становления, производны от «бюджетоориентированных» докладов М. Роко — «Nano-1» (1999 г.) и «Nano-2» (2010 г.). Именно в первом из них впервые прозвучала будоражащая воображение цифра — \$1 трлн к 2015 г., — которая стала отправной точкой практически для всех последующих прогнозов (за единственным исключением *Wintergreen*). Верно отмечает С. Барсукова: «Нанотехнологии, давно превращенные в синоним пиар-технологий» (Барсукова 2010, 85)...

Даже оценки современного состояния мирового рынка нанопродукции варьируют в абсурдно широких пределах — от скромных \$12 млрд⁶ до колоссальных \$254 млрд (Roco 2010, 5). Это неудивительно: в отсутствие четких правил регистрации и маркировки никто достоверно не знает реального количества продуктов, содержащих наночастицы и изготовленных при помощи нанотехнологий. Однако оценки *Lux Research*, апеллирующие к максимальным значениям шкалы, стали наиболее цитируемыми. Это доказывает *первичность институциональных факторов нанотехнологического «бума», усиливаемых действием социопсихологических механизмов*. Но методика, применяемая *Lux Research*, крайне далека от совершенства. В ее основе лежит идея нанотехнологической «цепочки добавления стоимости» (*value chain*), которая обладает исключительным потенциалом «раздувания» итоговых оценок. Например, если монтажник устанавливает в доме кухонную рабочую поверхность, которая содержит антибактериальные наночастицы серебра, должен ли вклад нанотехнологий пониматься как стоимость наночастиц серебра, всей рабочей поверхности или целого дома? Звучит абсурдно, но *Lux Research* суммировало бы все три варианта (Roco 2010, 7).

Преследуя свои статусные интересы, аналитические и маркетинговые компании обслуживают экономические интересы крупного капитала в сфере наноиндустрии, *de facto* выступая его агентами и утрачивая статус независимых экспертов, при этом игнорируя функцию предоставления объективных оценок рыночных трендов. Аналогично, когда наука становится объектом интересов крупного капитала, неизбежно происходит превращение ученых в его аффилированных лиц. Подобное институциональное сращивание наблюдается в большинстве сфер современного наукоемкого бизнеса, например, в фармацевтической индустрии (Шелл 2004, 207–208). Происходит массовая репликация демонстративных стратегий в научной среде, связанных с целенаправленной имитацией принадлежности к нанотехнологиям путем добавления в названия проектов и работ «грантоемкой» приставки «нано-» с целью их актуализации в расчете на получение финансирования (Berube 2006). Примером является Большой андронный коллайдер, в ходе работы которого новости о том, что «ученые столкнулись с неожиданным эффектом» или «обнаружено принципиально новое явление» появляются с завидной регулярностью. Так, в сентябре 2010 г. международная коллаборация CMS направила в *Journal of High Energy Physics* публикацию, описывающую необычный эффект в ходе столкновений «высокой множественности». Однако, по мнению экспертов, данный феномен вообще трудно назвать новым, он адекватно интерпретируется на основе известных физических законов и теорий, скорее представляя собой PR-акцию для поддержания интереса к «жениевскому монстру» (Оганесян 2010, 56). Инвесторы «подгоняют» исследователей, а исследователи вводят инвесторов в заблуждение мнимыми результатами. Если для «чистой» науки «отрицательный результат — тоже результат», то у современной капиталоемкой сферы R&D практически нет права на ошибку: его не дают инвесторы и грантодатели.

5. *Социальная институционализация: общественное признание и укоренение или отторжение и выживание*. На этом этапе ключевыми факторами успеха новой технологии становятся ее имидж и репутация. Общественное признание обеспечивает воз-

⁶ См.: The Big Downturn? Nanogeopolitics / ETC Group. 2010. (<http://www.etcgroup.org/en/node/5245>).

возможность массового производства высокотехнологичных потребительских товаров (за счет формирования новых норм и стандартов потребления), а социальное укоренение (*embeddedness*) ТШП характеризует процессы рутинизации и нормализации связанных с ней способов и образов жизнедеятельности, в результате чего данная технология становится базисом разнообразных институций. На этой основе может возникнуть и начать расширяться *наноиндустрия* — *институционально специфицированное, масштабно организованное, массовое производство стандартизированных товаров и услуг с нанопризнаками практически во всех сферах жизни людей* (Инишаков 2010 б, 3).

Напротив, отторжение новой ТШП (несмотря на активные научные и инвестиционные процессы) становится следствием невнимания к маркетингу и институциональной политике на предпроизводственных стадиях и связано, прежде всего, с обеспокоенностью общества рисками инновационных товаров для здоровья потребителей и экологическими угрозами при их производстве. Отвергнутая ТШП, тем не менее, имеет перспективу конвергенции с другими, социально нейтральными технологиями.

К роли ментальных («социальных» в его терминологии) моделей в массовой общественной адаптации новых технологий привлекает внимание Т. Эггертссон: на примере биогенетики в Исландии он показывает, что «продвигать собственные представления о правильной социальной модели можно путем честного обмена идеями или же — поскольку субъекты порой склонны вводить других в заблуждение — путем намеренной фальсификации информации с целью извлечь выгоду» (Эггертссон 2011, 15). Поэтому далеко не странно, что ни один разработчик прогнозов будущего наноиндустрии «не рассматривает в своих сценариях развития проблему одобрения обществом нанотехнологий, хотя следовало бы извлечь урок из истории ранее возникавших революционных технологий, таких как ядерная энергетика и генетически модифицированные организмы» (Хульман 2009, 33). Такие сценарии даже не артикулируются во избежание самосбытоющихся прогнозов.

Видимо не случайно в 2008 г. Э. Дрекслер по смутно объясненным им причинам официально отрекся от концепции «серой слизи» (*grey goo*), утверждавшей о возможности саморепликации наномашин и глобальной нанотехногенной катастрофе. Возможно, «отец нанотехнологий» внял призывам М. Роко, который начиная с 2003 г. постоянно в своих интервью и статьях призывал его дать опровержение своей концепции, наносящий вред имиджу наноиндустрии. Тем не менее, «сейчас нанотехнологическое лобби явно находится в состоянии страха. Его представители опасаются, что их PR-активность может закончиться еще более грандиозным провалом, чем тот, который произошел с геной инженерией» (*Allhoff and Lin* 2009, 11). Заметим, что, несмотря на их явно негативный имидж, совокупная прибыль транснациональных корпораций, занимающихся разработкой, выращиванием и сбытом ГМО, превышает \$3 5 млрд, а к 2020 г. может достичь \$50–100 млрд. Отвергнутые обществом технологии биогенетики успешно встроились в формат новой ТШП (в русле *NBIC*-конвергенции) как нанобиотехнологии.

Институциональная логика развития наноиндустрии выражает неравновесную динамику хаотического движения к порядку с неизбежными субоптимальными равновесиями («ловушками»), позволяя понять, что в эволюции технологий, как и «в природе нет скачков именно потому, что она складывается сплошь из скачков» (Энгельс 1953, 217). Системная взаимосвязь технологических и социально-экономических укладов определяет эндогенную природу институтов (Инишаков 2007) как комплексного фактора прогресса новых технологий широкого применения, в том числе нанотехнологий.

ЛИТЕРАТУРА

Барсукова С.Ю. (2010). Патриотизм или прагматизм? Стратегии участников продовольственных рынков в России // *Journal of institutional studies (Журнал институциональных исследований)*. Т. 2. № 4.

Веблен Т. (1984). Теория праздного класса. М.: Прогресс.

Глазьев С.Ю. (2008). Возможности и ограничения социально-экономического развития России в условиях структурных изменений в мировой экономике. Научный доклад. М.: Нац. институт развития.

Глобальная инвестиционная среда в сфере нанотехнологий. 2008 / Роснано; Lux Research. (<http://www.rusnanoprize.ru/Document.aspx/Download/15388>).

Дементьев В.Е. (2009 а). Борьба за нанотехнологическое лидерство: США, ЕС, Китай, Россия // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3–4.

Дементьев В.Е. (2009 б). Длинные волны экономического развития и финансовые пузыри / Препринт # WP/2009/252. М.: ЦЭМИ РАН.

Жоаким К. и Плеввер Л. (2009). Нанонауки. Невидимая революция. М.: КоЛибри.

Зворыкин А.А. (1962). История техники / А.А. Зворыкин, Н.Н. Осьмова, В.И. Чернышев, С.В. Шухардин; АН СССР, Институт истории естествознания и техники. М.: Соцэкгиз.

Иншаков О. и Фролов Д. (2010). Эволюционная перспектива экономического институционализма // *Вопросы экономики*. № 9.

Иншаков О.В. (2007). Экономическая генетика и наноэкономика. Волгоград: Изд-во ВолГУ.

Иншаков О.В. (2010 а). Институтация и институт: проблемы категориальной дифференциации и интеграции // *Экономическая наука современной России*. № 3.

Иншаков О.В. (2010 б). Стратегия и тактика государственной политики развития nanoиндустрии в России: матер. к докл. на Общ. собрании отделения обществ. наук РАН, 13 дек. 2010 г. М.; Волгоград: Изд-во ВолГУ.

Иншаков О.В. (2011). Становление глобальной nanoиндустрии: социально-экономический аспект // *Законы России*. № 9.

Лоусби Б. (2007). Познание, воображение и институты как факторы формирования спроса // Рост потребления и фактор разнообразия: новейшие исследования западных и российских эволюционистов. М.: Дело.

Льюис М. (2004). NEXT. Будущее уже началось. СПб.: Крылов.

Маевский В. (1997). Введение в эволюционную макроэкономику. М.: Япония сегодня.

Маркс К. (1951). Капитал. Критика политической экономии. Т. I. Кн. I. М.: Госполитиздат.

Меткаф Дж. (2007). Потребление, предпочтения и эволюционный подход // Рост потребления и фактор разнообразия: новейшие исследования западных и российских эволюционистов. М.: Дело.

Норт Д. (1997). Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала».

Оганесян Т. (2010). Новая физика откладывается // *Эксперт*. № 38.

Перес К. (2011). Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания М.: Дело.

Полтерович В. (2009). Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // *Вопросы экономики*. № 6.

Сергиенко Я.В. (2010). К вопросу о финансовом механизме длинноволновых технико-экономических изменений // Эволюционная экономика и финансы: инновации, конкуренция, экономический рост / Под ред. В.И. Маевского, С.Г. Кирдиной. М.: ИЭ РАН.

Тамбовцев В. (2009). Финансовый кризис и экономическая теория // Вопросы экономики. № 1.

Уинтер С. (2004). Естественный отбор и эволюция // Экономическая теория / Под ред. Дж. Итуэлла, М. Милгейта, П. Ньюмена. М.: Инфра-М.

Фролов Д. (2011). Теория кризисов после кризиса: технологии versus институты // Вопросы экономики. № 7.

Фролов Д. и Стратулат В. (2010). Развитие наноиндустрии и экономическая безопасность // Экономист. № 12.

Фролов Д.П. (2008). Эволюционная перспектива институциональной экономики России. Волгоград: Изд-во ВолГУ.

Фролов Д.П. и Инютина О.В. (2010). Проблемы теоретического анализа экономических институтов (на примере таможи) // *Journal of institutional studies (Журнал институциональных исследований)*. Т. 2. № 4.

Хульман А. (2009). Экономическое развитие нанотехнологий: обзор индикаторов // Форсайт. № 1.

Шелл Э.Р. (2004). Голодный ген. СПб.: ТИД Амфора.

Эггертссон Т. (2011). Знания и теория институциональных изменений // Вопросы экономики. № 7.

Энгельс Ф. (1953). Диалектика природы. М.: Госполитиздат.

2010 Nanotechnology Research Review. (<http://www.bccresearch.com/report/2010-nanotechnology-review-nan047b.htm>).

Allhoff, F. and Lin, P. (eds.). (2009). *Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues*. Springer.

Aoki, M. (2007). Endogenizing institutions and institutional changes // *Journal of Institutional Economics*. Vol. 3. No. 1.

Berube, D.M. (2006). *Nano-Hype: The Truth Behind the Nanotechnology Buzz*. Amherst, N.Y.: Prometheus Books.

Corporate Social Networks Catalyze Green Chemistry. March 2011. (http://www.luxresearchinc.com/images/stories/brochures/Press_Releases/RELEASE_BBMC_Social_Net_3_23_11.pdf).

Dosi, G. (1982). Technical Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants of Technical Change // *Research Policy*. Vol. 2. No. 3.

Eggertsson, T. (2008). Knowledge and Social Progress: the Role of Social Technologies. Paper prepared for a conference «The Dynamics of Institutions in Perspective: Alternative Conceptions and Future Challenges» (University of Paris, October 3–4, 2008). (http://economix.fr/pdf/workshops/2008_institutions/Eggertsson.pdf).

Eggertsson, T. (2009). Knowledge and the Theory of Institutional Change // *Journal of Institutional Economics*. Vol. 5. No. 2.

Freeman, C. (1992). *The Economics of Hope*. London: Pinter.

Global Fundings of Nanotechnologies & Its Impact. July 2011. (<http://cientifica.eu/blog/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Global-Nanotechnology-Funding-Report-2011.pdf>).

Hirooka, M. (2004). Institutional impact of trunk innovation and long business cycles. Paper presented at the 10th Conference of International J.A. Schumpeter Society (Bocconi University, Milan, 9th–12th, June 2004).

Hirooka, M. (2006). Complexity in discrete innovation systems // *E:CO*. Vol. 8. No. 2.
Internet matters: The Net's sweeping impact on growth, jobs, and prosperity / McKinsey
Global Institute. May 2011. (http://www.mckinsey.com/mgi/publications/internet_matters/pdfs/MGI_internet_matters_full_report.pdf).

Loc, C. (2010). Nanotechnology: Small wonders // *Nature*. No. 467. (<http://www.nature.com/news/2010/100901/full/467018a.html>).

Nelson, R.R. (2002). Bringing institutions into evolutionary growth theory // *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 12. No. 1–2.

Nelson, R.R. (2008). What enables rapid economic progress: What are the needed institutions? // *Research Policy*. Vol. 37. No. 1.

North, D. and Wallis, J. (1994). Integrating institutional change and technological change in economic history: a transaction cost approach // *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. Vol. 150. No. 4.

OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010. (http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-en).

Palmberg, C., Dernis, H. and Miguet, C. (2009). Nanotechnology: an Overview Based on Indicators and Statistics / STI Working Paper 2009/7.

Perez, C. (2002). Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham: Edward Elgar.

Perez, C. (2004). Technological Revolutions, Paradigm Shifts and Socio-institutional Change // *Globalization, Economic Development and Inequality: An alternative Perspective* / E. Reinert (ed.). Cheltenham: Edward Elgar; Northampton.

Perez, C. (2009). Technological revolutions and techno-economic paradigms. TOC/ TUT Working Paper. No. 20.

Pisano, G. (2006). Science Business: Promise, Reality, and the Future of Biotechnology. Boston: Harvard Business School Press.

Roco, M. (2003). Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science / Ed. by M.C. Roco, W.S. Bainbridge; National Science Foundation. Kluwer Academic Publishers.

Roco, M. (2010). Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020: Retrospective and Outlook / Ed. by M. Roco, C. Mirkin, M. Hersam. Springer.

The Big Downturn? Nanogeopolitics / ETC Group. 2010. (<http://www.etcgroup.org/en/node/5245>).