ISSN 2311-875X (Online)
ISSN 2073-2872 (Print)

Экономическая политика государства

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ: МИРОВОЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ*

Даниил Петрович ФРОЛОВ[a,•], Анна Викторовна ЛАВРЕНТЬЕВА[b], Иван Дмитриевич ПОЛЫНЦЕВ[c]

[a] доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой маркетинга,
Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация
ecodev@mail.ru

[b] ассистент кафедры маркетинга,
Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация
lavra.ne@mail.ru

[c] аспирант кафедры мировой и региональной экономики,
Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация
ivan.polyntsev@gmail.com

• Ответственный автор

История статьи:
Принята 11.11.2015
Одобрена 02.12.2015

УДК 338.49
JEL: B41, B52

Ключевые слова:
стейкхолдеры, наноиндустрия, институциональные аномалии, дисфункции институтов, нано-специфичные институты

Аннотация

Предмет. Предметом исследования является мировой и российский опыт формирования устойчивых форм отклонения институтов развития наноиндустрии от их нормального функционирования (институциональных аномалий) в широком контексте проблем институционализации новых технологических укладов.

Цели. Систематизация институциональных аномалий в процессе многоэтапной эволюции технологий широкого применения и базирующихся на них технологических укладов; выявление дисфункций институтов развития наноиндустрии в РФ и разработка рекомендаций по их нивелированию.

Методология. Статья базируется на применении институционального, эволюционного и функционального методов анализа.

Результаты. Установлено, что на этапе распознования первого признания и начала лоббирования нанотехнологий проявились: различные формы гетерономии, то есть сосуществования институтов предшествующего и нового укладов (в том числе институциональные «дыры», «пустоты», «разломы» и т.д.); гипогенезия (недостаточное развитие) институтов, поддерживающих новый уклад; высокие риски формирования нечетких институтов. Показано, что институциональные аномалии формирования наноиндустрии в РФ включают: негативный эффект path dependence, связанный с закреплением модели догоняющего развития; дефицит и нечеткость нормативных институтов (неразвитость терминологии и классификации нанотехнологий и продукции наноиндустрии, отсутствие профессиональных стандартов и др.); иррациональные ментальные модели (дефицит доверия, технофобии и др.); гипогенезию и дисфункции институтов развития в связи с высокими темпами их внедрения и слабой комплементарностью.

Выводы. Различные институты развития наноиндустрии характеризуются специфичными дисфункциями, в частности, консервативной инвестиционной политикой, инвестированием действующих бизнесов вместо стартапов, манипулированием отчетностью и статистическими данными, избыточной многофункциональностью и др. Для нивелирования институциональных аномалий в сфере наноиндустрии решающее значение имеет вовлечение в процесс ее регулирования максимально широкого круга стейкхолдеров и формирование нано-специфичных институтов.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

Институциональные аномалии (устойчивые формы отклонения институтов от их нормального функционирования) формируются не только поступательно, медленно «подтачивая» действующие институты и закрепляя различные формы выхода регулярностей поведения агентов за пределы социальных норм, но и революционным образом, сопровождая радикальные инновации. Становление нового технологического уклада в начале XXI в. является, на наш взгляд, примером отставания скорости институционализации от темпов прогресса «прорывных» технологий, что привело к быстрому возникновению комплекса разнообразных институциональных аномалий. Наноиндустрия, по мнению большинства экспертов, может стать межотраслевым базисом нового уклада, поэтому анализ аномальных форм ее институционализации имеет как теоретическую,

* Статья подготовлена при поддержке РГНФ, грант № 15-12-34012 а(р).

так и практическую значимость. Тем более что изучение негативных форм и эффектов институционального развития наноиндустрии является предметом пока что небольшого числа работ.

Нанотехнологии – крайне широкий термин, относящийся ко многим высоким технологиям, оперирующим с предельно малыми объектами, размеры которых варьируются в диапазоне нескольких сотен нанометров. Суть нанотехнологий состоит в том, что в наномасштабе классические законы физики уступают место квантовым законам, действие которых часто приводит к появлению у материалов совершенно новых, часто уникальных свойств. Нанотехнологии, как полагают многие эксперты, способны стать основной технологией широкого применения (ТШП) подобно электричеству, паровому двигателю и компьютерам [1, 2]. Специфика такого рода технологий связана с их применимостью во множестве отраслей экономики (промышленности, сельском хозяйстве, торговле, связи, транспорте, здравоохранении, образовании и др.), что создает мультипликативный эффект воздействия на другие технологии, способствуя повышению производительности труда и ведя к значительным социальным изменениям. При этом, будучи продуктивными в долгосрочном периоде, в кракто- и среднесрочном периодах ТШП могут привести к болезненным структурным сдвигам в экономике и предполагают крупные капиталовложения, прежде всего в инфраструктуру.

Наноиндустрия представляет собой формирующийся межотраслевой комплекс производственных и сервисных видов экономической деятельности, связанных с массовым созданием, сбытом и обслуживанием нанопродукции – нанотрансформированных и наносодержащих товаров, нанотехнологических работ и услуг – а также расширением их ресурсной (в том числе интеллектуальной, инструментальной, информационной и инфраструктурной) базы. Институционализация наноиндустрии является одним из ключевых факторов ее успешного утверждения в качестве «ядра» нового уклада.

Институционализация ТШП и индустрий, базирующихся на их основе, является многоступенчатым процессом и включает ряд этапов [3], с каждым из которых связаны достаточно типичные аномалии институционального характера.

1. *Этап неформальной, стохастичной институционализации ТШП* включает определение направления научного поиска, проведение фундаментальных исследований, осуществление изобретений, создание научных коллективов, расширение присутствия в информационном пространстве. Коллаборация (творческое сотрудничество) носит на этом этапе неформальный характер, ресурсная база исследований нестабильна, цели и перспективы исследований нечетки и неочевидны. Для данного этапа характерны прежде всего ментальные аномалии, порождаемые инерцией общественных в целом и внутринаучных стереотипов, связанных с приоритетными направлениями исследований, а также оценкой перспектив новых открытий и изобретений [4]. Показателен в этом смысле пример нанотехнологий: хотя основополагающая концепция сканирующего туннельного микроскопа – основного инструмента изучения наночастиц – была разработана еще в 1981 г., в середине
1990-х гг. данной проблематикой во всем мире занимались лишь несколько научных групп [3].

2. *Этап распознания, первого признания и начала лоббирования ТШП* связан с проведением фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских работ, продвижением их результатов, привлечением влиятельных лоббистов и созданием групп влияния, разработкой прогнозов и докладов о потенциале и перспективах новой ТШП. На этом этапе уже возникают различные формы гетерономии, то есть сосуществования институтов предшествующего и нового укладов, в том числе институциональные «дыры», «пустоты», «разломы» и т.д. Кроме того, для данного этапа характерна гипогенезия (недостаточное развитие) институтов, поддерживающих новый технологический уклад: отсутствуют коалиции и группы интересов, программы исследований и стратегии государственной поддержки и т.д. При этом высоки риски формирования нечетких институтов. В частности, в процессе разработки Национальной нанотехнологической инициативы США понятие нанотехнологий все больше и больше размывалось в целях повышения бюджетного финансирования максимально широкого круга прорывных исследований [3].

3. *Этап активной государственной поддержки, комплексной формальной институционализации и экспансии ТШП* включает разработку стратегических документов (инициатив, стратегий, программ) исследований и инфраструктурного

развития, включение новой ТШП в состав приоритетов научно-технического развития и соответствующие изменения политики бюджетного и внебюджетного (грантового и венчурного) финансирования, формирование специализированных структур (центров, институтов, кафедр и др.) и институтов развития.

Данный этап характеризуется рисками развития «провалов» государства, в том числе некорректным определением состава приоритетных направлений бюджетной поддержки. Даже форсайт-прогнозы, создаваемые на основе привлечения широкого круга экспертов, не способны реалистично предвидеть будущее зарождающихся технологий в связи с фундаментальной неопределенностью перспектив их развития, областей практического применения и коммерциализации. Отмечается, что форсайты часто становятся своего рода «трансляторами интеллектуальной моды», то есть актуального набора завышенных ожиданий в отношении наиболее быстро развивающихся технологий («массовой технологической мифологии») [5]. Так, в 1960-х гг. массовый характер носили ожидания быстрого освоения космоса, колонизации Луны и создания орбитальных производств, а также хозяйственного освоения дна Мирового океана, развития сверхзвуковых пассажирских авиаперевозок и др. В 1970-х гг. преобладали ожидания, связанные с интенсивной «зеленой революцией» и решением проблемы голода на планете [5]. В 1980-х гг. массовые ожидания связывались с созданием искусственного интеллекта и масштабного применения робототехники как в сфере производства, так и в сервисе и в быту. Эти завышенные ожидания как иррациональные стереотипы общественного сознания закрепляются в устойчивых аномальных формах ментальных институтов.

Кроме того, различные заинтересованные группы, связанные с новой ТШП, зачастую лоббируют специфичные направления исследований и разработок, в которых они имеют конкурентные преимущества, а не стремятся создать объективную картину технологического развития в ходе форсайта. Отсутствие объективных критериев идентификации технологических и отраслевых приоритетов государственной поддержки *«может привести лишь к тому, что в качестве приоритетных будут выделены сектора, обладающие максимальными лоббистскими возможностями»* [6], что исказит траекторию технологического развития экономики под влиянием рентоориентированного поведения отраслевых лобби.

Данный этап, кроме того, характеризуется высокой вероятностью нецелевого использования институтов, в том числе манипулирования и маскировки ими научно-исследовательской и бизнес-деятельности, имеющей достаточно опосредованное отношение к новой ТШП. Это объективно связано с тем, что любые инновационные технологии являются результатом технологической эволюции и обычно имеют многопоколенческую структуру. Недостаточный учет этого обстоятельства на этапе формальной институционализации ТШП приводит к нечеткости институтов (в том числе законов, стратегий и т.д.), позволяя оппортунистически манипулировать ими и получать бюджетную поддержку исследований и разработок достаточно традиционного характера.

В частности, применяемая в КНР классификация биоиндустрии учитывает биотехнологии разных поколений – традиционные, современные и будущие. Например, к традиционным относятся технологии зимолиза (ферменты), традиционной китайской медицины (экстракты, мази и др.) и биологически активные добавки (нутриенты, функциональные пищевые продукты и т.д.), тогда как в состав перспективных (будущих) биотехнологий включены биочипирование, клонирование, геномные технологии, нанобиотехнологии, биоэнергетика, разработка биокомпьютеров и т.д. [7]. Очевидно, что объемы и формы государственной поддержки соответствующих индустрий значимо различаются.

Напротив, в Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г. биоиндустрия и биотехнологии дифференцированы только в отраслевом аспекте, что заведомо создает риск распыления бюджетных средств на поддержку принципиально разных поколений биотехнологий. Аналогично, в сфере нанотехнологий только начинается процесс их дифференциации в ходе учета, прогнозирования и поддержки. Эксперты подчеркивают, что большинство прогнозов развития нанотехнологий обращено в основном на эволюционные нанотехнологии, связанные с миниатюризацией[1]. Таковы, например, технологии производства полупроводников, нанопорошков и др.,

[1] Рынок нано: от нанотехнологий − к нанопродуктам / под ред. Г.Л. Азоева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 319 с.

исследования в области которых ведутся начиная с 1950-х гг. Революционные же нанотехнологии связаны с реализацией молекулярной самосборки и конструирования объектов на атомарном уровне («атом-за-атомом»). Таким образом, даже при упрощенной бинарной (двоичной) классификации обнаруживается необходимость более детализированного подхода к регулированию наноиндустрии. Кроме того, на этапе ранней институционализации утвержденные стандарты и стратегии с излишне жесткими направлениями и целями развития ТШП влекут рост риска замыкания (*lock in*) технологической эволюции на субоптимальной траектории; другими словами, излишняя конкретизация на данном этапе губительна и может привести к аномальной институционализации ТШП.

Одной из специфических форм институциональных аномалий в сфере высоких технологий является аномальная коллаборация. Коллаборация представляет собой креативную кооперацию в инновационной сфере, связанную с совместными исследованиями и разработками, результатом которой является получение общего интеллектуального продукта. Однако конфиденциальнсть коммерческой информации и проприетарная (базирующаяся на частной собственности и патентном праве) природа нанотехнологий и наноматериалов является значительным препятствием сотрудничества, стимулируя оппортунистическое поведение. Вместе с тем без коллаборации нанотехнологических компаний, включая привлечение университетов и научно-исследовательских институтов, получение существенных научно-прикладных результатов практически невозможно, поскольку инновационные процессы в наноиндустрии являются капиталоемкими и предполагают коллективное использование сложного и дорогостоящего оборудования, а также образование команд исследователей, инженеров и маркетологов для разработки востребованных рынком предложений. Именно поэтому формируются искаженные модели коллаборации, характеризующиеся сложным балансом сотрудничества, оппортунизма и мошенничества.

Кроме того, следует акцентировать риск возникновения специфичного межинституционального разрыва на рассматриваемом этапе эволюции ТШП. На этапе зарождения технологического уклада (и соответствующей ТШП) новаторы действуют в условиях жестких ресурсных и, в частности, финансовых ограничений, что становится мотивом их кооперации, создания неформальных групп и институтов. С расширением информационного поля новой ТШП и началом ее широкой государственной поддержки кредиторы (банки, венчурные фонды и т.д.) все чаще обращают свое внимание на новаторов и все активнее поддерживают их проекты. В результате потребность новаторов в институтах неформальной кооперации отпадает и они переходят к конкурентной борьбе в формально-правовом поле [8]. От уровня издержек перехода от доминирования неформальных институтов к превалированию формальных в значительной степени зависит успешность рассматриваемого этапа институционализации новой ТШП.

4. *Этап подключения крупного частного капитала, «технопурги» и «стадного эффекта»* предполагает качественное повышение инвестиционной активности частного бизнеса на фоне сверхоптимистичных прогнозов развития ТШП, резкого роста количества стейкхолдеров (от исследователей до спекулянтов), «бума» стартапов, формирования новых рынков и углубления их нишевой структуры – с выходом на переоценку потенциала ТШП, реалистичную корректировку прогнозов и рационализацию объемов и структуры инвестиций. Основной институциональной аномалией на данном этапе является «провал» рынка, в частности венчурных инвестиций и фондового рынка.

Так, в конце 1990-х гг. под влиянием всеобщей эйфории в преддверии наступления «новой экономики», предсказываемой множеством экспертов, начался бурный рост курсов акций интернет-компаний (доткомов), завершившийся в 2000 г. обвалом индекса NASDAQ. При этом инвесторы были готовы вкладывать средства фактически в любые проекты, связанные с информационными технологиями (IT) и электронной коммерцией, а стартапы направляли большую часть привлеченных инвестиций в рекламу и продвижение брендов. Причем данная тенденция характерна не только для IT, но и для любых развивающихся технологий, претендующих на роль ТШП [9].

Завышенные ожидания, основанные на безоглядной вере в непрерывный технологический прогресс [10], кумулятивно усиливаются и ведут к раздуванию финансовых «пузырей», что впоследствии негативно отражается на темпах и направлениях развития ТШП. Кроме того, на данном этапе высок риск дисфункций механизма

коммерциализации инноваций, базирующихся на новой ТШП, в основе которых лежит «эффект перелета» (*overshooting effect*). Суть этого эффекта состоит в предложении рынку товаров, технологические параметры которых значительно превышают потребности целевых аудиторий [11]. В частности, в сфере IT потребности пользователей не подчиняются закону Мура, согласно которому производительность компьютеров растет экспоненциально и удваивается каждые два года [12]. В результате такого расхождения возникает момент, когда излишне функциональные модели компьютерной техники становятся невостребованными и вытесняются с рынка более дешевыми аналогами.

На данном этапе могут проявиться дефекты и нечеткость нормативно-правовой базы и дисфункции институтов развития, что связано с высокой инертностью и, соответственно, низкой адаптивностью институциональной структуры по сравнению с технологической структурой хозяйственного уклада. Например, в случае нанотехнологий дефекты и дисфункции системы регулирования обусловлены отсутствием общепринятых и точных определений нанотехнологических компаний и продукции, что затрудняет сбор информации и приводит к неадекватным стратегическим решениям. В связи с быстрым развитием нанотехнологий регулятивные меры осуществляются в режиме перманентного отставания, при этом не успевает накопиться эмпирическая база по рискам наноинноваций, в частности их токсичности, экологической опасности, канцерогенным и тератогенным эффектам и т.д. [13]. Проблема состоит в том, что многие из действующих правовых актов и регулирующих документов в области пищевой продукции, химикатов, косметических средств и др. в принципе применимы к наноматериалам, однако неясно, насколько эффективным будет их применение и нуждаются ли они в адаптации. Результатом может стать рост нечеткости регулятивных институтов и повышение издержек рыночной адаптации нанотехнологий.

На современном этапе развития системы регулирования основные усилия и решения сфокусированы на национальном и региональном уровнях, тогда как международные аспекты координации и регламентации нанотехнологического развития крайне редко оказываются в центре международного сотрудничества. Тем самым закладывается основа будущего институционального «разрыва» [14], поскольку глобализация нанонауки и быстрый рост международной торговли нанопродукцией в среднесрочной перспективе потребует транснациональной координации и гармонизации существующих правовых режимов в направлении выработки единого глобального режима регулирования наноиндустрии. Несмотря на наличие общих (универсальных) черт, подходы к регулированию нанотехнологий и конкретные правовые режимы в разных странах существенно различаются (в частности у ЕС и США), что повышает риск проявления эффекта *path dependence*, который будет препятствовать международной конвергенции (сближению) систем регулирования. Поскольку новые риски нанотехнологий могут быть выявлены уже в процессе их широкого использования, регулятивные институты будут постоянно меняться. Вполне вероятно, что уже в среднесрочной перспективе потребуется принятие рамочной международной конвенции, подобной Венской конвенции об охране озонового слоя и Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой.

5. *Этап социальной институционализации связан с общественным признанием и «укоренением» ТШП или ее отторжением и выживанием*. На данном этапе институционализации новой ТШП ключевую роль играет ее соответствие общественным ожиданиям, представлениям, убеждениям и ценностям, в связи с чем трудно переоценить значение имиджа, репутации и социального капитала (то есть ресурса поддержки лояльной социальной базы). В случае новой ТШП на этапе ее широкомасштабного внедрения и применения в разнообразных сферах жизнедеятельности люди сталкиваются (как и в случае любого кардинально нового явления) с тотальной неопределенностью, которая стимулирует возникновение ментальных аномалий: иррациональных убеждений, негативных стереотипов и технофобий. В частности, в 1980-х гг. массовый характер приобрели «радиофобия» и ожидание «сворачивания» исследований и проектов в области энергетики [5], в 1990-х гг. деструктивные стереотипы сформировались в отношении генной инженерии и генетически модифицированных организмов, что существенно затормозило прогресс биотехнологий.

Заблуждения относительно новой ТШП имеют тенденцию достаточно быстро перерастать в массовые стереотипы, изменение которых представляет собой крайне сложную задачу.

Именно поэтому Т. Эггертссон считает принципиально важным, хотя и наиболее часто игнорируемым инструментом институционализации инновационных технологий убеждение, направленное на создание новых и изменение сложившихся общественных взглядов и представлений [15]. Социальная легитимизация (признание и одобрение) ТШП означает наличие у нее мощной социальной базы, которая позволяет, с одной стороны, осуществлять массовое производство востребованных рынков высокотехнологичных товаров потребительского назначения, высокий спрос на которые будет обеспечен формированием новых норм, моделей и стандартов потребления. С другой стороны, «укоренение» ТШП в обществе означает расширение базирующихся на ней или связанных с ней видов и способов деятельности (профессий, моделей потребления и проведения досуга, видов бизнеса и т.д.), то есть институций. Например, успех интернет-технологий в значительной степени связан с их глубокой интеграцией в систему общественного разделения и кооперации жизнедеятельности, что привело не только к широкому спектру специальностей и профессий, видов электронного бизнеса и сервиса, но и к формированию многочисленных форм поведения, связанных с Интернетом (вебсерфинг, покупки в интернет-магазинах, онлайн-банкинг, блоггинг, ролевые онлайн-игры, общение в социальных сетях, использование мобильных приложений для саморазвития и т.д.), благодаря чему эти технологии стали основой рутинизированных (опривыченных) практик повседневной жизни массы людей.

Вместе с тем новые ТШП часто генерируют деструктивные модели поведения. Так, *«сеть может подчеркивать и негативные поведенческие схемы или даже создавать непредвиденные социальные патологии»* [16], такие как граббинг (перехват интернет-трафика), спаминг (массовая рассылка рекламных сообщений), фишинг (незаконное получение логинов и паролей), троллинг (размещение провокационных сообщений), кардинг (хищение средств с электронных счетов и банковских карт) и др. Нанотехнологии, в свою очередь, могут привести к появлению новых видов мошенничества, незаконного сбора информации и даже терроризма. Широкое применение био- и нанотехнологий охватывает значительный круг экологических и этических проблем, игнорирование которых способно стать в перспективе фактором торможения развития наноиндустрии [17, 18].

Например, наноматериалы являются «невидимым» компонентом множества потребительских товаров, уже предлагающихся на рынке (от спортивного оборудования и бытовой техники до строительных материалов и косметики), поэтому обнаружение значимых рисков, присущих какой-либо отдельной нанотехнологии или даже конкретному наноматериалу, может перенестись в массовом сознании на все нанотехнологии и наноиндустрию в целом, что способно привести к резкому падению спроса и сжатию рынков сбыта. Тем не менее прогнозы и доклады, стратегии и программы развития нанотехнологий практически не затрагивают проблему их одобрения обществом [19] и, шире, их социальной институционализации, что может с высокой вероятностью выразиться в развитии ментальных аномалий и патологий (технофобий).

Содержательные коммуникации, формирующие взаимоотношения и обмен мнениями стейкхолдеров, представляются особенно необходимыми для социальной институционализации нанотехнологий, к которым общественность относится крайне скептично. Традиционный подход к взаимодействию науки и общества, основанный на донесении до общества результатов научного прогресса, становится все менее предпочтительным. Общественность негативно воспринимает снисходительно-объясняющий тон ученых, поэтому требуется более тонкий подход, основанный на понимании наукой потребностей и представлений общества, в том числе его иллюзий и фобий. Необходим интерактивный диалог с различными социальными группами, предполагающий их заинтересованное вовлечение в поле нанонауки. Кроме того, если печатные СМИ склонны подчеркивать положительные стороны нанотехнологий и связанные с ними сенсационные открытия, то население в большей степени беспокоят порождаемые ими риски. Очевидно, что фактор риска является важнейшей коммуникационной проблемой, в частности, связанной с субъективным восприятием и оценкой реальных рисков нанотехнологий. Доказательная эмпирическая база, подтверждающая их наличие и особенности для разных нанотехнологий и наноматериалов, все еще находится в стадии формирования, поэтому обществу нужны веские доводы и честное обсуждение негативных аспектов нанотехнологического прогресса.

Обобщенно институциональные аномалии, характерные для различных этапов институционализации новых технологий широкого

применения и базирующиеся на них технологических укладов представлены в табл. 1.

Риски возникновения специфичных институциональных аномалий характерны не только для каждого из указанных этапов, но и для процессов перехода от одного из них к другому. Например, К. Перес акцентирует наличие институционального «разрыва», связанного с рекомпозицией (реструктуризацией) системы институтов после обрушения финансового «пузыря» и коррекции рынка. По ее мнению, *«продолжительность спада будет зависеть от способности общества и власти к установлению и направлению институциональных изменений на восстановление доверия»* [9]. Аналогично при переходе от доминирования государства к превалированию частного капитала нечеткость и дисфункциональность регулирующих ТШП институтов становится критически значимым фактором определения траектории дальнейшего технологического развития.

Таким образом, институциональные аномалии сопровождают формирование и развитие любых ТШП, но именно случай нанотехнологий представляется показательным, поскольку они имеют высокий потенциал широчайшего использования в самых разных видах и областях деятельности и при создании огромного количества продуктов.

Институционализация нанотехнологий в России происходит согласно общей многоэтапной логике этого процесса, но имеет явно выраженную особенность, связанную с догоняющим характером развития наноиндустрии по сравнению с большинством стран мира, развивающих или еще создающих инновационную экономику.

Предпосылки и импульсы развития наноиндустрии сформировались в условиях многочисленных общесистемных институциональных аномалий, заложенных в ходе либерально-рыночных реформ. Прежде всего произошло резкое сужение монетарного диапазона (финансовой базы) научно-исследовательских институтов и подразделений.

Бюджетные расходы на НИР и НИОКР сократились с 2,43% ВВП в 1992 г. до 0,24% в 2000 г. и постепенно повышались, достигнув в 2013 г. 0,64% ВВП. Внутренние затраты компаний на исследования и разработки начиная с 2000 г. (на фоне благоприятной внешнеэкономической ситуации, в частности стабильного роста цен на нефть) росли довольно медленно. Не случайно в 2012 г. Россия занимала в рейтинге стран мира по совокупным (государственным и частным) расходам на НИОКР лишь 32-е место (1,16% ВВП), уступая многим развивающимся странам.

В постсоветский период наблюдалась явно выраженная тенденция сокращения количества организаций, осуществлявших НИОКР и занятых в научно-технологической сфере. Общее число организаций, выполняющих научные исследования и разработки, сократилось в 1995–2013 гг. на 11,2%, однако столь небольшой спад не должен вводить в заблуждение, поскольку он объясняется ростом числа вузов, прежде всего в частном секторе (на 69,9%). Одновременно количество конструкторских бюро сократилось на 39,6%, научно-исследовательских институтов – на 24,7%, проектных и проектно-изыскательских институтов – на 84,1% (более чем в 6 раз). При этом *«…в ходе приватизации отраслевых НИИ, КБ и НПО многие из них устратили свою опытную базу. С исчезновением организаций, занятых внедрением результата разработок в производство, завершился демонтаж существовавшей ранее инновационной системы страны (и в прошлом недостаточно сильной)»* [20]. Результатом явилась комплексная дисфункция институционального механизма взаимосвязи науки и производства, которая стала тормозящим фактором формирования институтов и механизмов коммерциализации инноваций. Кроме того, с середины 1990-х гг. численность научных работников уменьшилась на 31,5%, в том числе количество исследователей – на 28,9% и стабилизировавшись на уровне показателей СССР 1960-х гг. [20].

Целенаправленные попытки придать импульс инновационному развитию экономики России предпринимаются с начала 2000-х гг. В середине 2000 г. была представлена концепция социально-экономического развития РФ на период до 2010 г., подготовленная Центром стратегических разработок и получившая неофициальное название «Стратегия-2010». Один из ее ключевых разделов был посвящен инновационному развитию как необходимому условию модернизации экономики. Однако на фоне роста мировых цен на энергоносители и быстрого подъема российской экономики данная задача была отодвинута на периферию государственного внимания.

Вместе с тем в 2002 и 2006 гг. были изданы Указы Президента РФ «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня

критических технологий Российской Федерации», определившие ориентиры и приоритеты технологического развития. В конце второго срока президентства В. Путина была издана президентская инициатива «Стратегия развития наноиндустрии» (2007 г.), в которой констатировался революционный характер нанотехнологий, ведущий к формированию наномира, ставились задачи развития наноиндустрии, среди которых фигурировала ликвидация избыточных институциональных, правовых и экономических барьеров развития рынков нанопродукции и наноуслуг, а также определялся комплекс институтов развития наноиндустрии[2]. В 2007–2008 гг. были приняты федеральная целевая программа «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 гг.» и Программа развития наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 г., а с 2010 г., согласно постановлению Правительства РФ, началось формирование национальной нанотехнологической сети.

В 2009 г. Президентом РФ Д. Медведевым была утверждена Концепция социально-экономического развития РФ на период до 2020 г., основанная на концепции человеческого развития. В данном стратегическом документе были установлены новые целевые ориентиры модернизации и поэтапного перехода к инновационному типу экономического развития. В 2011 г. был подписан Федеральный закон № 254-ФЗ о внесении изменений в закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике». В текст закона были внесены существенные дополнения, связанные с определением ключевых терминов, относящихся к инновационной деятельности, а также гл. IV п. 1 «Государственная поддержка инновационной деятельности», в которой фиксировались основные цели и принципы такой поддержки, субъекты и формы ее предоставления, порядок оценки эффективности и перечень критических технологий. Было установлено восемь таких технологий:

1) безопасность и противодействие терроризму;

2) индустрия наносистем;

3) информационно-телекоммуникационные системы;

4) науки о жизни;

5) перспективные виды вооружения, военной и специальной техники;

6) рациональное природопользование;

7) транспортные и космические системы;

8) энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика[3].

Однако ранг (уровень) приоритетности данных технологий и соответствующих направлений научно-технического развития определен не был, что до сих пор создает некоторые сложности при распределении ограниченных бюджетных ресурсов.

С начала 1990-х гг. в РФ функционировали Российский фонд фундаментальных исследований и Фонд Бортника, финансировавшие, соответственно, фундаментальные разработки и наукоемкие стартапы. В конце 1990-х гг. появились первые частные венчурные фонды, которые в 1997 г. объединились в Российскую ассоциацию венчурного инвестирования. В 2006–2007 гг. были учреждены Российская венчурная компания и ОАО «Внешэкономбанк», функции которых были связаны с финансовой поддержкой крупных инновационных проектов. В 2007 г. был создан основной институт развития наноиндустрии – ГК «Российская корпорация нанотехнологий» (РОСНАНО), которая была учреждена Федеральным законом от 19.07.2007 № 139-ФЗ[4], и Правительство РФ внесло имущественный взнос в размере 130 млрд руб. для обеспечения ее деятельности.

Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» в редакции 2011 г. предусмотрены различные формы поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности, в том числе финансовой (специальные фонды, субсидии, гранты, кредиты и т.д.). В Налоговый кодекс РФ были внесены изменения, согласно которым с 2012 г. фирмы получили возможность резервировать 3% суммы подоходного налога на цели проведения НИОКР[5].

[2] Президентская инициатива «Стратегия развития наноиндустрии»: поручение Президента РФ от 24.04.2007 № Пр-688.

[3] Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации: Указ Президента РФ от 07.07.2011 № 899. URL: http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx

[4] О Российской корпорации нанотехнологий: Федеральный закон от 19.07.2007 № 139-ФЗ. URL: http://rg.ru/2007/07/25/nano-korporacia-dok.html

[5] О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» и ст. 251 ч. 2 Налогового кодекса Российской Федерации в части уточнения правового статуса фондов поддержки научной, научно-

Вместе с тем, по мнению С. Глазьева, формирование в России нового технологического уклада невозможно без трехкратного увеличения расходов на науку и инновации, что, в свою очередь, предполагает радикальное повышение нормы накопления в экономике[6]. В 2011 г. Минэкономразвития России представило новый проект стратегии инновационного развития под названием «Инновационная Россия – 2020»[7], согласно которому предполагалось увеличение доли инновационной продукции в общем объеме промышленного производства до 25–35% с примерно 5% в 2010 г. Однако реалистичность поставленной цели вызывает обоснованные сомнения.

Нельзя сказать, что предпринимаемые федеральными властями меры, направленные на стимулирование инновационного предпринимательства и коммерциализации инноваций, не приносят значимых результатов. Так, по данным В. Полтеровича, к 2014 г. в России функционировало более 70 технопарков, свыше 120 бизнес-инкубаторов, более 100 центров трансфера технологий, более 10 особых экономических зон [21]. По состоянию на начало 2015 г. в структуру национальной нанотехнологической сети входили 13 нанотехнологических центров, 87 научно-исследовательских центров, 141 центр коллективного пользования и научно-образовательный центр, 258 научно-производственных предприятий, 11 инвестиционных фондов и венчурных компаний, 80 проектных компаний ГК «РОСНАНО»[8]. Наблюдается и положительная динамика основных индикаторов развития наноиндустрии РФ (табл. 2), однако очевидно, что этот процесс происходит со значительным торможением и институциональными искажениями.

Наноиндустрия РФ испытывает негативное влияние эффекта *path dependence* в связи с догоняющим характером своего развития: если в США Национальная нанотехнологическая инициатива была принята в 1999 г., а в Евросоюзе, Японии и многих других странах аналогичные стратегические акты были утверждены в начале 2000-х гг., то в России президентская инициатива «Стратегия развития наноиндустрии» появилась лишь в 2007 г. В результате институционализация отечественной наноиндустрии проходит к ускоренном режиме, что обусловливает высокую концентрацию, взаимное наложение и усиление институциональных аномалий.

Так, создание инфраструктурных институтов и институтов развития в сжатом периоде 2007–2011 гг. привело к их функциональному дублированию, гипогенезии (недоразвитию) и искаженным формам реализации на практике. Приоритеты институциональной политики государства в инновационном секторе быстро и противоречиво меняются: с региональных кластеров (2007 г.) акцент был перенесен на технологические платформы (2011 г.), а в настоящее время уже рассматривается проект внедрения технологических инновационных платформ (аналога европейских ETIPs). При этом игнорируются как отсутствие объективной готовности хозяйствующих субъектов к использованию этих трансплантированных институтов, так и сжатый период, отводимый на их адаптацию, что приводит к атрофии и функциональному «перерождению».

Дисфункции ведущих институтов развития российской наноиндустрии систематизированы в табл. 3. В значительной степени они являются следствием аномально высоких темпов институционализации наноиндустрии в сочетании с завышенными целевыми ориентирами ее развития.

Противодействие аномализации социальных, правовых и экономических институтов, упорядочивающих применение нанотехнологий, может быть реализовано по ряду направлений с учетом опыта институционализации других ТШП.

Следует разработать концепцию, стратегию и «дорожную карту» институциональных изменений в инновационном секторе на основе эволюционного подхода, учитывающего реалистичные сроки адаптации новых институтов [22] и необходимость достижения комплементарности их функций.

Необходим выход на новое качество диалога различных стейкхолдеров наноиндустрии – эти дискуссии должны носить своеобразный

технической и инновационной деятельности: Федеральный закон от 20.07.2011 № 249-ФЗ. URL: http://rg.ru/2011/07/26/nauka-nalog-dok.html

[6] *Глазьев С.* О стратегии модернизации и развития экономики России в условиях глобальной депрессии. URL: http://glazev.ru/econom_polit/269

[7] Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/doc20120210_04

[8] Рассчитано по данным портала «Российская национальная нанотехнологическая сеть». URL: http://rusnanonet.ru/nns

«мезохарактер», то есть быть одновременно междисциплинарными, межотраслевыми, межведомственными и международными. Это требование обусловлено синтетическим характером нанотехнологий, природа которых принципиально не может быть осмыслена в рамках одной научной дисциплины или применительно к одной отрасли хозяйства. Однако действующие институты и механизмы технологического регулирования, созданные в основном еще в индустриальную эпоху, направлены на создание и поддержание жестких междисциплинарных, межотраслевых и иных барьеров, отгораживающих различные сферы жизни общества друг от друга. Именно поэтому все эти институты по сути имеют аномальный характер по отношению к нанотехнологиям как новой норме технологического развития.

Целесообразно стремиться к созданию нано-специфичных институтов и систем регулирования, по возможности избегая применения универсальных подходов, в равной степени применимых для любых высоких технологий; это прежде всего связано с уникальной широтой диапазона применимости нанотехнологий. При этом разрабатываемые правовые акты, стандарты и регламенты в области нанотехнологий должны быть максимально синхронизированы с темпами их развития, то есть они не должны быть ни преждевременными, ни запоздалыми.

Вместе с тем следует учитывать, что теоретическая и эмпирическая информация, на основе которой создаются регулятивные правила и механизмы, до сих пор недостаточна и нестабильна. Все еще ограничены научные знания о нанотехнологиях, особенно о связанных с ними рисках; имеет место дефицит междисциплинарных и межотраслевых экспертов в области нанонауки, поскольку их подавляющее большинство компетентно только в области своей дисциплины или отрасли. Именно поэтому решающее значение имеет вовлечение в процесс создания институтов и механизмов регулирования наноиндустрии максимального круга стейкхолдеров, в том числе представителей органов-регуляторов, естественных и гуманитарных научных дисциплин, различных отраслей промышленного бизнеса и сферы услуг, структур и групп гражданского общества, причем как в качестве активных участников, так и в роли наблюдателей, поскольку различные стейкхолдеры в разной степени задействованы в наноиндустриализации.

Таблица 1

Институциональные аномалии разных этапов институционализации нового технологического уклада

Этап	Содержание этапа	Институциональные аномалии
1. Этап неформальной, стохастичной институционализации ТШП	Проведение фундаментальных исследований, расширение информационного присутствия, развитие неформальных институтов коллаборации и финансирования	Ментальные аномалии (инерция общественных и внутринаучных стереотипов относительно перспектив технологического прогресса)
2. Этап распознавания, первого признания и начала лоббирования ТШП	Осуществление фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских работ, продвижение их результатов, создание групп влияния, разработка прогнозов и докладов	Гетерономия институтов старого и нового укладов (институциональные «дыры», «пустоты», «разломы» и т.д.), гипогенезия нормативных и структурных институтов, создание нечетких правил и стратегий
3. Этап активной государственной поддержки, комплексной формальной институционализации и экспансии ТШП	Разработка стратегических документов (инициатив, стратегий, программ) исследований и инфраструктурного развития, включение новой ТШП в состав приоритетов бюджетного финансирования, формирование инфраструктурных институтов (центров, кафедр, лабораторий, технопарков, бизнес-инкубаторов и др.) и институтов развития	«Провалы» государства, в том числе некорректное определение приоритетов бюджетной поддержки; модели рентоориентированного поведения отраслевых лоббистов; нецелевое использование институтов (маскировка псевдоинноваций); чрезмерно жесткое регулирование и стандартизация, замыкание (*lock in*) на субоптимальной траектории развития ТШП; искаженные модели коллаборации; завышенные общественные ожидания; «разрыв» при переходе от неформальных институтов к формальным
4. Этап подключения крупного частного капитала и рыночной институционализации ТШП	Качественное повышение инвестиционной активности частного бизнеса на фоне сверхоптимистичных прогнозов развития ТШП, резкого роста количества стейкхолдеров, «бума» стартапов, формирования новых рынков	«Провалы» рынка, в частности рынка венчурных инвестиций и фондового рынка; дисфункции институтов развития и коммерциализации инноваций; дефекты и нечеткость нормативно-правовой базы; «ловушка» перманентного отставания системы регулирования от прогресса

	– с выходом на переоценку потенциала ТШП, реалистичную корректировку прогнозов и рационализацию объемов и структуры инвестиций	ТШП; международные институциональные «разрывы» в связи с преобладанием национальных систем регулирования
5. Этап социальной легитимизации ТШП	Общественное признание и экспансия ТШП или ее отторжение и маргинализация	Ментальные аномалии (иррациональные убеждения, негативные стереотипы и технофобии)

Источник: составлено авторами

Таблица 2

Динамика основных показателей наноиндустрии в Российской Федерации в 2008–2013 гг.

Показатель	2008	2009	2010	2012	2013
Число организаций, выполнявших исследования и разработки, связанные с нанотехнологиями, ед.	463	465	480	489	486
Численность исследователей, выполнявших исследования и разработки, связанные с нанотехнологиями, чел.	14 873	14 500	17 928	19 865	17 893
Внутренние затраты на исследования и разработки, связанные с нанотехнологиями, млн руб.	1 1026,2	15 113,1	21 283,7	26 360,2	21 808,1

Источник: составлено авторами на основании данных: Российский статистический ежегодник – 2014. М.: Росстат, 2013. С. 481; Российский статистический ежегодник – 2011. М.: Росстат, 2012. С. 547

Таблица 3

Дисфункции ключевых институтов развития наноиндустрии в Российской Федерации

Институты развития	Основные дисфункции
ГК «РОСНАНО»	Консервативная инвестиционная политика, инвестирование действующих бизнесов вместо стартапов, манипулирование отчетностью и статистическими данными
НИЦ «Курчатовский институт»	Эклектика мегапроекта NBICS-конвергенции, монополизация рынка нанотехнологических НИР, «поглощение» академических институтов (ИТЭФ и др.)
Российская венчурная компания	Узкий горизонт инвестирования, дефицит конкуренции между созданными при участии РВК венчурными фондами, небольшой размер венчурных фондов (до 1 млрд руб.)
Внешэкономбанк	«Распыленность» технологических и отраслевых приоритетов, избыточная многофункциональность
Фонд «Сколково»	Высокий уровень бюрократизации (отчетность), отсутствие нанотехнологий в числе приоритетов
Российский научный фонд	Недостаточная прозрачность экспертизы
Российский фонд фундаментальных исследований	Непрозрачность экспертизы, наличие преимуществ у экспертов (постоянные грантополучатели)
Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд Бортника)	Ограниченный объем финансовых ресурсов, жесткость условий реализации проектов (сжатые сроки), ограниченность финансово-экономических компетенций экспертов

Источник: составлено авторами

Список литературы

1. *Глазьев С.Ю.* Новый технологический уклад в современной мировой экономике // Международная экономика. 2010. № 5. С. 5–27.

2. *Иншаков О.В.* Стратегия и тактика государственной политики развития наноиндустрии в России. М.; Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2010. 36 с.

3. *Фролов Д.П.* Институциональная логика технологического прогресса (случай нанотехнологий) // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). 2012. Т. 4. № 1. С. 49–64.

4. *Connolly R.* State Industrial Policy in Russia: The Nanotechnology Industry // Post-Soviet Affairs. 2013. Vol. 29. № 1. P. 1–30.

5. *Белоусов Д.Р., Солнцев О.Г., Хромов М.Ю.* Построение долгосрочного научно-технологического прогноза для России методом «форсайт» // Проблемы прогнозирования. 2008. № 1. С. 18–33.

6. *Мау В.А.* Экономические реформы в России: итог и перспективы. В кн.: Куда пришла Россия?.. Итоги социетальной трансформации / под общ. ред. Т.И. Заславской. М.: Изд-во МВШСЭН, 2003. С. 63–75.

7. *Zhe L., Lifeng G., Xinghua Z.* Definitions, R&D Activities and Industrialization of Biotechnology in China // Asian Biotechnology and Development Review. 2009. Vol. 11. № 2. P. 29–43.

8. *Сергиенко Я.* О финансовом механизме длинноволновых технико-экономических изменений // Вопросы экономики. 2004. № 1. С. 66–73.

9. *Perez C.* Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham: Edward Elgar, 2002. 224 p.

10. *Полтерович В.* Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики. 2009. № 6. С. 4–23.

11. *Christensen C.M.* The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997. 225 p.

12. *Карр Н.Дж.* Блеск и нищета информационных технологий: Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом. М.: Секрет фирмы, 2005. 176 с.

13. *Латышевская Н.И., Стрекалова А.С.* Экологические и гигиенические проблемы нанотехнологического прогресса // Гигиена и санитария. 2012. № 5. С. 8–11.

14. *Falkner R., Jaspers N.* Regulating Nanotechnologies: Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap // Global Environmental Politics. 2012. Vol. 12. № 1. P. 30–55.

15. *Эггертссон Т.* Знания и теория институциональных изменений // Вопросы экономики. 2011. № 7. С. 4–16.

16. *Ланир Дж.* Вы не гаджет. Манифест. М.: Астрель; CORPUS, 2011. 320 с.

17. *Allhoff F.* On the Autonomy and Justification of Nanoethics // Nanoethics. 2007. Vol. 1. № 3. P. 185–210.

18. *Allhoff F.* Risk, Precaution, and Emerging Technologies // Studies in Ethics, Law and Society. 2009. Vol. 3. № 2. P. 1–27.

19. *Хульман А.* Экономическое развитие нанотехнологий: обзор индикаторов // Форсайт. 2009. Т. 3. № 1. С. 30–47.

20. *Гражданкин А.И., Кара-Мурза С.Г.* Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950–2013 гг. М.: Научный эксперт, 2015. 728 с.

21. *Полтерович В.М.* Куда идти: двадцать четыре тезиса // Экономическая наука современной России. 2014. № 3. С. 7–16.

22. *Roland G.* Understanding institutional change: fast-moving and slow-moving institutions // Studies in Comparative International Development. 2004. Vol. 38. № 4. P. 109–131.

ISSN 2311-875X (Online)
ISSN 2073-2872 (Print)

Economic Policy of the State

INSTITUTIONAL ISSUES OF DEVELOPING THE NANOTECHNOLOGY INDUSTRY: GLOBAL AND RUSSIAN PRACTICES

Daniil P. FROLOV[a,•], Anna V. LAVRENT'EVA[b], Ivan D. POLYNTSEV[c]

[a] Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation
ecodev@mail.ru

[b] Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation
lavra.ne@mail.ru

[c] Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation
ivan.polyntsev@gmail.com

[•] Corresponding author

Article history:
Received 11 November 2015
Accepted 2 December 2015

JEL classification: B41, B52

Keywords: nanotechnology industry, institutional anomalies, malfunction, institutions, stakeholders, nano-specific institutions

Abstract

Importance The research focuses on the global and domestic practices of forming sustainable forms of the nanotechnology institutions' deviation from their normal operations (institutional anomalies) in a broad understanding of institutionalization of new technological modes.

Objectives The research pursues the systematizing of institutional anomalies as part of multi-phased evolution of general-purpose technologies and respective technological modes; identifying malfunction of the nanotechnology institutions' development in the Russian Federation and articulating recommendations for eliminating it.

Methods The research draws upon institutional, evolutionary, and functional methods of analysis.

Results Once nanotechnologies were initially recognized and lobbied, there appeared various forms of heteronomy, hypogenesis of institutions, which maintained the new mode; high risks of fuzzy institutions. Institutional anomalies were proved to include the negative effect of path dependence, deficiency and fuzziness of regulatory institutions, unreasonable mental models, hypogenesis and malfunction of development institutions with high implementation pace and low complementarity.

Conclusions and Relevance Various nanotechnology development institutions have specific malfunction, such as conservative investment policies, investment in the existing businesses instead of startups, manipulation of financial reporting and statistical data and excessive multifunctionality etc. To neutralize the institutional anomalies in nanotechnologies, it is critical to involve as many stakeholders as possible in its regulatory process, thus forming nano-specific institutions.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

Acknowledgments

The research was supported by the Russian Foundation for Humanities, project No. 15-12-34012 a(p).

References

1. Glaz'ev S.Yu. Novyi tekhnologicheskii uklad v sovremennoi mirovoi ekonomike [A new technological mode in the contemporary global economy]. *Mezhdunarodnaya ekonomika = International Economics*, 2010, no. 5, pp. 5–27.

2. Inshakov O.V. *Strategiya i taktika gosudarstvennoi politiki razvitiya nanoindustrii v Rossii* [The strategy and tactics of governmental policies for the nanotechnology development in Russia]. Moscow, Volgograd, VSU Publ., 2010, 36 p.

3. Frolov D.P. Institutsional'naya logika tekhnologicheskogo progressa (sluchai nanotekhnologii) [The institutional logic of technological progress: A nanotechnology case)]. *Zhurnal institutsional'nykh issledovanii = Journal of Institutional Studies*, 2012, vol. 4, no. 1, pp. 49–64.

4. Connolly R. State Industrial Policy in Russia: The Nanotechnology Industry. *Post-Soviet Affairs*, 2013, vol. 29, no. 1, pp. 1–30.

5. Belousov D.R., Solntsev O.G., Khromov M.Yu. Postroenie dolgosrochnogo nauchno-tekhnologicheskogo prognoza dlya Rossii metodom 'forsait' [Making a long-term and scientific and technological forecast for Russia with the foresight method]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2008, no. 1, pp. 18–33.

6. Mau V.A. *Ekonomicheskie reformy v Rossii: itog i perspektivy. V kn.: Kuda prishla Rossiya? Itogi sotsietal'noi transformatsii* [Economic reforms in Russia: results and prospects. In: Where has Russia come? Results of the societal transformation]. Moscow, MVShSEN Publ., 2003, pp. 63–75.

7. Zhe L., Lifeng G., Xinghua Z. Definitions, R&D Activities and Industrialization of Biotechnology in China. *Asian Biotechnology and Development Review*, 2009, vol. 11, no. 2, pp. 29–43.

8. Sergienko Ya. O finansovom mekhanizme dlinnovolnovykh tekhniko-ekonomicheskikh izmenenii [On the financial mechanism of long-wave technological and economic changes]. *Voprosy Ekonomiki*, 2004, no. 1, pp. 66–73.

9. Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham, Edward Elgar, 2002, 224 p.

10. Polterovich V. Gipoteza ob innovatsionnoi pauze i strategiya modernizatsii [The innovation pause hypothesis and the strategy of modernization]. *Voprosy Ekonomiki*, 2009, no. 6, pp. 4–23.

11. Christensen C.M. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, Harvard Business School Press, 1997, 225 p.

12. Carr N.G. *Blesk i nishcheta informatsionnykh tekhnologii: Pochemu IT ne yavlyayutsya konkurentnym preimushchestvom* [Does IT matter? Information Technology and the Corrosion of Competitive Advantage]. Moscow, Sekret firmy Publ., 2005, 176 p.

13. Latyshevskaya N.I., Strekalova A.S. Ekologicheskie i gigienicheskie problemy nano-tekhnologicheskogo progressa [Ecological and hygienic issues of the nanotechnological progress]. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation*, 2012, no. 5, pp. 8–11.

14. Falkner R., Jaspers N. Regulating Nanotechnologies: Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap. *Global Environmental Politics*, 2012, vol. 12, no. 1, pp. 30–55.

15. Eggertsson T. Znaniya i teoriya institutsional'nykh izmenenii [Knowledge and the theory of institutional change]. *Voprosy Ekonomiki*, 2011, no. 7, pp. 4–16.

16. Lanier J. *Vy ne gadzhet. Manifest* [You are Not a Gadget: A Manifesto]. Moscow, Astrel', Corpus Publ., 2011, 320 p.

17. Allhoff F. On the Autonomy and Justification of Nanoethics. *Nanoethics*, 2007, vol. 1, no. 3, pp. 185–210.

18. Allhoff F. Risk, Precaution, and Emerging Technologies. *Studies in Ethics, Law and Society*, 2009, vol. 3, no. 2, pp. 1–27.

19. Hullman A. Ekonomicheskoe razvitie nanotekhnologii: obzor indikatorov [Economic development of nanotechnology: A review of indicators]. *Forsait = Foresight-Russia*, 2009, vol. 3, no. 1, pp. 30–47.

20. Grazhdankin A.I., Kara-Murza S.G. *Belaya kniga Rossii. Stroitel'stvo, perestroika i reformy: 1950–2013 gg* [The White Book of Russia. Building, restructuring and reforms: 1950–2013]. Moscow, Nauchnyi ekspert Publ., 2015, 728 p.

21. Polterovich V.M. Kuda idti: dvadtsat' chetyre tezisa [Whither we go? Twenty four statements]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii = Economics of Contemporary Russia*, 2014, no. 3, pp. 7–16.

22. Roland G. Understanding Institutional Change: Fast-Moving and Slow-Moving Institutions. *Studies in Comparative International Development*, 2004, vol. 38, no. 4, pp. 109–131.