
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ СМЕНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ (НА ПРИМЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ)¹

Фролов Даниил Петрович, д-р экон. наук, проф.

Шелестова Дилдарахон Абдисамадовна, канд. экон. наук, доц.

Волгоградский государственный университет, Университетский пр-т, 100, Волгоград, Россия, 400062; e-mail: ecodev@mail.ru; dilja80@mail.ru.

Цель: преодоление методологических противоречий теории технологического развития. *Обсуждение:* проведен критический анализ методологических противоречий и затруднений, связанных с исследованием развития технологий общего применения, технологических укладов и научно-технического прогресса в целом, а также конвенционально структурирующих трансформирующуюся научную картину экономического мира в качестве ее осевых принципов. *Результаты:* обоснована необходимость активизации исследования методологических конвенций, акцентирующих внимание на влиянии технологически связанных институций и трансакционных технологий на развитие технологий общего применения, в частности, нанотехнологий.

Ключевые слова: Технологическое развитие, нанотехнологии, технологии общего применения, трансакционные технологии, технологически связанные институции.

DOI: 10.17308/meps.2015.3/1194

Введение

Стратегическая задача комплексной инновационной модернизации экономики современной России актуализирует проблему определения приоритетов и ориентиров долгосрочной стратегии социально-экономического развития. Очевидна невозможность в среднесрочной перспективе отказа от функции мирового экспортера топливно-энергетических ресурсов и минерального сырья. Однако затягивание структурной перестройки экономики создает импульсы расширенному воспроизводству институциональных «ловушек» и накоплению дисфункций в хозяйственном механизме, сужая «окно возможностей» роста глобальной конкурентоспособности. В этой ситуации

¹ Выполнено в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ (тема НИР № 2018).

необходим переход к экономике, основанной на знаниях, способной объединить интересы бизнеса, государства и общества.

Концептуальной основой инновационной политики выступает доктрина «очаговой» модернизации, связанная с ускоренным развитием нанотехнологий и формированием наноиндустрии [8]. Вместе с тем наноиндустриализация – это превращенная, специфически искаженная форма объективно назревшей комплексной реиндустриализации российской экономики. Искусственная гипертрофия статуса нанотехнологий в реалиях поливариантности технологического прогресса может иметь целый ряд негативных эффектов [11]. Наноиндустриализация – не единственно возможная форма, а лишь одно из приоритетных, магистральных направлений реиндустриализации отечественной хозяйственной системы.

Всемирный экономический кризис ознаменован процессом завершения первого этапа глобализации в общих чертах и перехода его в качественно новое состояние. Вместе с тем, кризис наглядно показал несостоятельность неоклассической теории экономического роста, выявив ее нормативную и прогностическую дисфункции, и придал мощный толчок развитию институциональной и эволюционной экономики. При этом акцент внимания ученых и политиков смещен на кардинальные технологические изменения, понимаемые как главный центр преодоления посткризисной рецессии и выхода на траекторию интенсивного экономического развития. Основные надежды связаны с прогрессом нанотехнологий и их конвергенцией с биологическими, информационными и когнитивными технологиями (NBIC-конвергенция) [17, 21]. Однако «постнеоклассический» анализ технологической эволюции сталкивается с целым рядом методологических противоречий и затруднений, конвенционально структурирующих трансформирующуюся научную картину экономического мира в качестве ее осевых принципов.

Технологический детерминизм

Принцип технологического детерминизма выражается в признании доминирующей роли технологий в экономическом развитии и отведении остальным факторам подчиненного, второстепенного значения. Институты – наиболее «слабое звено» многочисленных концепций и теорий технологического прогресса. Усиливающий свое влияние технологический детерминизм является существенным методологическим препятствием и затрудняет сложный анализ развития и конкуренции технологий широкого применения [13, 15].

Более того, современный технологический детерминизм, по сути, является модифицированной версией концепции базиса и надстройки К. Маркса. Превалирующий тип производственных отношений есть техноэкономическая парадигма, технологический уклад. И продолжает консервативно воспроизводиться идея К. Маркса о подчиненности институциональной надстройки технологическому базису [14, 15].

Особого внимания заслуживает позиция основоположника эволюци-

онной экономики Р. Нельсона о целесообразности разделения технологического и институционального детерминизма в теории экономического роста. Отталкиваясь от предыдущей классификации Д. Норта и Дж. Уоллиса предложение Нельсона Р. дифференцировать на два класса технологий (физические и социальные), поддержал Т. Эггертссон. Так, «физические» включают технологии в традиционном понимании (способы и средства производства материальных благ), «социальные» обеспечивают снижение транзакционных издержек в экономике, а также охватывают все основные формы проявления экономических институций такие как «правила игры» Д. Норта, «способы управления» О. Уильямсона, процедуры коллективного выбора и действия Дж. Бьюкенена. Главным преимуществом классификации является возможность расширения технологических концепций экономической эволюции за счет их дополнения институциями в равном гносеологическом статусе с технологиями. К недостатку можно отнести метафоричность понятия «физических» технологий, оттеняющего их химические, биологические и конвергентные видовые группы. Кроме того, как сам признает Р. Нельсон, редукция институций к социальным технологиям искажает их реальное содержание, что в конечном итоге разделяет эти понятия. Тем более что эволюционисты и институционалисты игнорируют существенную роль административных, управленческих, маркетинговых, посреднических и финансовых технологий в прогрессе рыночной экономики. Их волны имеют иную размерность, чем волны традиционных технологий, и нуждаются в специальных исследованиях [13, 15].

Коэволюция «физических» и социальных технологий

Принцип коэволюции «физических» и социальных технологий основывается на конвенциональном сохранении доминантного статуса технологического детерминизма в эволюционной теории при его содержательном институциональном расширении. В целом технологиями признаются способы использования взаимосвязанных методов и инструментов для повышения эффективности определенной деятельности, из характера которой и должна исходить их классификация. Вследствие чего целесообразно методологически более конкретное разграничение на трансформационные (Tf) и транзакционные (Ta) технологии, основой которой послужила теория метапроизводственной функции [4].

Трансформационные технологии связаны с различными видами преобразовательной деятельности, направленной на изменение материальных свойств объекта воздействия. Именно эта группа технологий находится под пристальным вниманием институциональных и эволюционных экономистов, которые достаточно буквально восприняли общую трактовку Т. Веблена о том, что «процесс кумулятивных изменений, который должна принимать во внимание экономическая наука, представляет собой последовательность изменений в методах делания дел, т.е. в методах обращения с материальными средствами существования» [13, 14]. Транзакционные технологии соотносятся с осуществлением взаимодействий экономических агентов и

способствуют повышению эффективности и результативности их коммуникаций и трансакций. К этой группе относятся правовые, управленческие, финансовые, торговые, транспортные, маркетинговые и др.

Отметим, что технологии Tf – и Та находят применение и в производстве, и в обращении, и в потреблении, поэтому Та-технологии жестко не привязаны к видам деятельности, реализуемые в пределах транзакционного сектора. Следовательно, технологическим прогрессом признается коэволюция Tf – и Та технологий, их кластеров и генераций на всех уровнях строения глобальной экономической системы. Потому как база научных знаний о принципах их действия скудна и поверхностна, фокус внимания следует сосредоточить на исследованиях Та-технологий [16].

Дискретность технологического развития

Принцип дискретности технологического развития связан с непрекращающимися попытками аналитического разделения этого процесса на ограниченные временными рамками этапы (волны) и фазы (паузы), характеризующиеся сменой конгломератов взаимосвязанных и взаимозависимых технологий. По мнению С. Глазьева, глобальным экономическим кризисом признается результат замещения доминирующих технологических укладов, однако, с точки зрения К. Перес, это «переломный момент» в эволюции старой техноэкономической парадигмы, а, по гипотезе В. Полтеровича, кризисом признается затянувшейся смена технологий широкого применения («инновационная пауза»). Идея технологических «пауз» и «разрывов», как и концепция технологических циклов (волн) примерно одинаковой длительности противоречат ключевому принципу эволюционной экономики – неравномерной непрерывности экономической эволюции [9, 12]. Тем самым допускается линеаризация принципиально нелинейного развития технологий с его континуальностью и асинхронностью. При этом гипотеза об инновационной паузе Полтеровича, как и предшествовавшая ей идея «технологического пата» Г. Менша, – абстракции высокого порядка, не находящие эмпирического подтверждения. По сути, технологической эволюцией является наслаивание, напластование, «прогрессирующее наложение» новых технологий на старые, т.е. их кумулятивную коэволюцию. Вместе с тем при мультискоростном характере технологического развития невозможно выделение ключевых технологий, поскольку наиболее передовые из них не обязательно являются лидерами по вкладу в объем и прирост ВВП, что увеличивает риск субъективизма при определении границ и доминант длинных волн (проявляющиеся в работах К. Перес). Реальна технологическая многоукладность, а не смена «эпох», «парадигм» и технологий широкого применения.

Консервативность институциональной среды

Основой принципа консервативности институциональной среды является широкое распространение признания негативной роли институтов в технологическом развитии. Однако каждый последующий технологический уклад, формируемый в рамках сложившейся институциональной системы,

не только мешает и тормозит «прорывным» технологиям, но и создает условия и для их появления. Развитие инфраструктуры не может запаздывать по сравнению с эволюцией «инновационных парадигм» М. Хирука. Новый уклад или парадигма не может развиваться без институтов и инфраструктуры, предприятий и профессий и т.д. На этапе становления законов еще нет, но новые нормы уже возникают, и, согласно Й. Шумпетера, развитие есть изменение границ нормы [15].

Согласно Т. Эггертссона, новые коммуникационные технологии, повышая эффективность транзакций, порождают инновационные модели организации, которые «открывают дорогу» трансформационным нововведениям. Так, например, по информации Lux Research (2011 г.), корпоративные социальные сети являются на сегодняшний день одним из мощных «катализаторов» развития экологически нейтральных химических технологий, обеспечивая эффективную кооперацию и координацию лабораторий, стартапов, университетов, корпораций и финансовых структур. При этом фокус внимания исследователей прикован не столько к смене доминантных трансформационных технологий, сколько к их согласованности с развитием транзакционных технологий. Это нашло отражение в модели Hype Cycle for Emerging Technologies, регулярно формируемой исследовательской компанией Gartner (1995 г.), где представлены и транзакционные технологии, и трансформационные [13, 15].

Перес К., делая акцент исключительно на инертности и сопротивляемости переменам социоинституциональной структуры [10], оставляет без внимания инновационную функцию институтов. В частности, как совершенствование Тf-технологий открывает новые возможности для бизнеса, что порождает дополняющие Та-технологии, так и инновационные Та-технологии приводят к производственным инновациям. На данный момент нанотехнологиями признается новое поколение проблемных инноваций с потенциально огромным, но неопределенным потенциалом, многочисленными и практически не изученными рисками, требующее колоссальных капиталовложений без явных гарантий рыночного успеха. Их широкое применение сопровождается опережающим развитием нормативно-правовой базы и проактивным маркетингом, невнимание к которым стало ключевой причиной коммерческого краха технологий инженерии генетически модифицированных организмов.

Любая Тf-технология – это основа развития Та-технологий. Новые информационно-коммуникационные технологии, такие как технологии шопинга или приложения для смартфонов, меняют модели потребительского поведения. Ведь «самое важное, что надо знать о любой технологии, – как она меняет людей» [5], общественные отношения и институты.

Поскольку nanoиндустрия – это самый медленный и сложный сектор, и сказать точно, как она будет развиваться, и к чему приведет это развитие сложно, но при использовании многовариантного компаративного анализа

моделирования системы, а именно сценарного подхода, возможно определение некоторых направлений развития экономики нанотехнологий (рис.).

Одной из существенных методологических проблем технологического детерминизма является проблема подмены реального содержания экономической эволюции – прогресса общественного разделения и кооперации труда, т.е. системной дифференциации и интеграции видов и форм человеческой деятельности (совершенствование способов, методов и инструментария их осуществления). «Методы делания дел» заслоняют и сдвигают на второй план саму деятельность, реализации которой они способствуют. Согласно убеждениям Дж. Меткафа, «упускается из виду одна важная сторона инноваций, а именно – добавление новых видов деятельности в рамках поведения отдельного потребителя» [7], в том числе потребителя инвестиционных товаров. Выполнение людьми различных статусных функций жизнедеятельности (институций) [3] 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 разнотипные институции, импонирует позиция Б. Лоусби: «совокупное множество взаимосвязанных видов потребительской деятельности может быть представлено... как поддающийся выявлению стиль жизни» [6] и соответствующий ему «распространенный образ мысли» [1], формирующий систему «общих убеждений» агентов [18]. Огромный потенциал информационно-коммуникационных технологий широкого применения связан как раз с созданием ими массива новых институций, в том числе высококвалификационных профессий и устойчивых форм проведения досуга. Интернет предложил новый набор социальных институций, статусов и ролей, моделей и норм поведения, которые оказались широко востребованными. Ключевое значение имеют технологии, меняющие не только материальную, но и социальную среду. Сомнительно, в частности, что нанотехнологии могут создать новые форматы общественных отношений. Более того, новые технологические уклады не обязательно порождают новые социально-экономические институты и уклады.

С точки зрения эволюционного реализма, основой являются те институции, осуществлению которых служат не только транзакционные, но и трансформационные технологии. Радикальность технологической инновации состоит в том, создает ли она новый вид деятельности или, напротив, помогает осуществлению уже сложившейся институции. Масштаб применения новой технологии связан с тем, сколько агентов осуществляют обеспечиваемые ей виды деятельности, каковы место и роль этих институций в экономической системе. 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 [15].

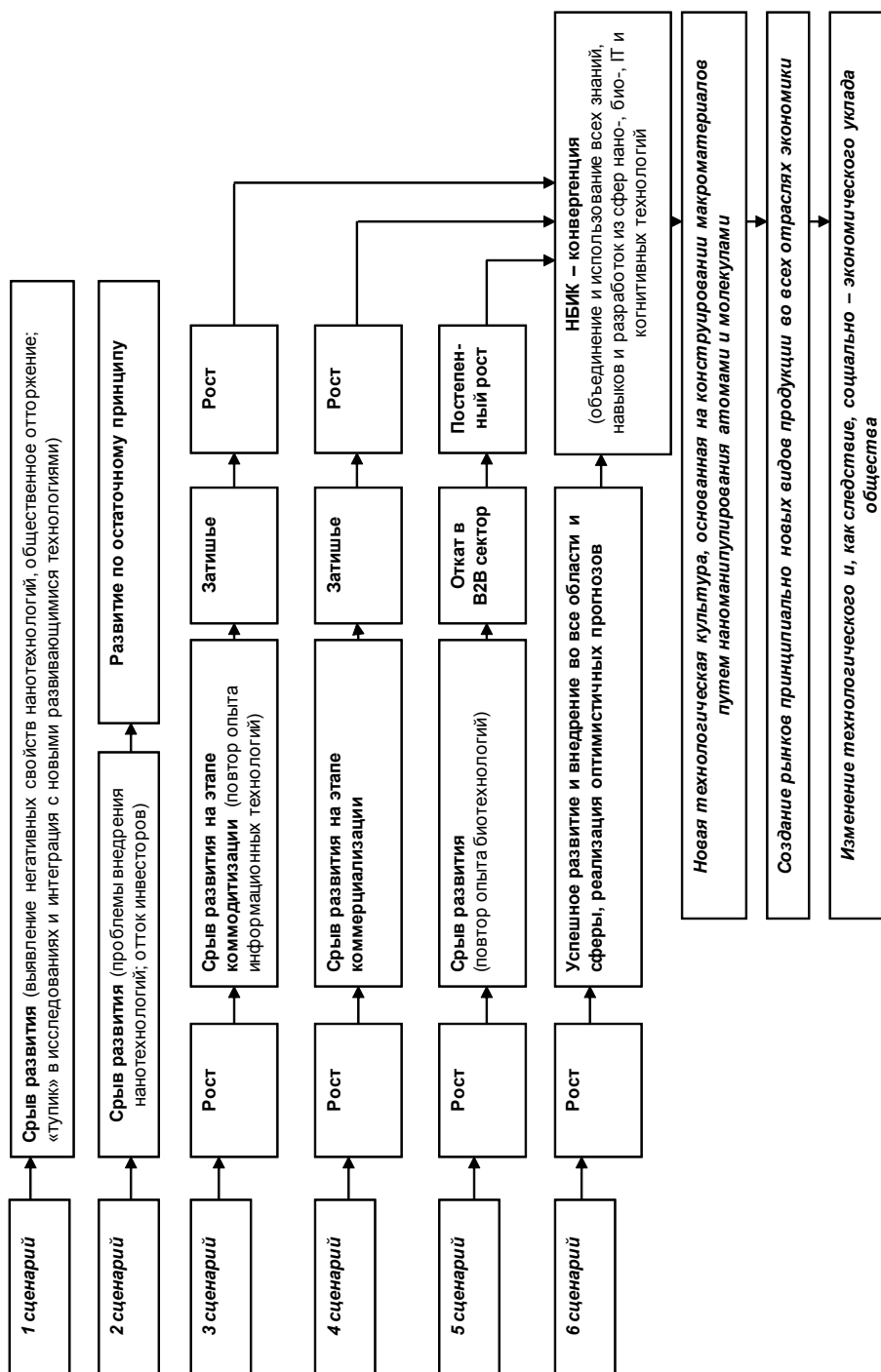


Рис. Сценарии развития наноиндустрии

Смена лидирующих технологических укладов, «кластеров» и «парадигм» содержательно представляет собой процесс 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 как поколенческие группы технологически связанных отраслевых институций национального и глобального масштаба выступают «проводниками» базисных технологий и институциональными «предпринимателями». Так называемые технологические и, шире, социально-экономические уклады представляют собой внешние формы проявления макро- и мегагенераций [13, 15].

Научный поиск в области высоких технологий далеко не институционально нейтральный процесс. Огромная капиталоемкость научного бизнеса требует активного поиска дополнительных финансовых ресурсов и сплоченного лоббирования своих исследовательских программ в расчете на поддержку государства или крупного бизнеса. Происходит переплетение и сращивание статусных интересов различных «стейкхолдеров» новой технологии – исследователей, научных фондов, промышленного бизнеса, политических деятелей, венчурных инвесторов, рейтинговых агентств, экспертных организаций, маркетинговых компаний, СМИ и т.д. В частности, историю лоббирования идеи нанотехнологий как ключевого фактора конкурентоспособности США излагает К. Локк [20], еще более детально описывают этот процесс К. Жоаким и Л. Плеввер [2]. В свою очередь, NBIC-конвергенция – это амбициозный мегапроект межотраслевой интеграции крупного, наукоемкого, высокотехнологичного бизнеса, а никак не «объективный» процесс интеграции и синергии естественных нанонаук. Нарисованная М. Роко и соавторами «стрела NBIC» [19] нацелена на лоббирование увеличения бюджетных расходов на широкий спектр исследований в сфере высоких технологий и их эффективное «освоение».

Заключение

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 крайне болезненный социальный процесс. Успех или неудача новых

технологий обусловлена поддержкой заинтересованных в ней социальных групп влияния. Смена технологических укладов – это всегда процесс жесткой институциональной конкуренции [16].

Преодоление выявленных методологических противоречий теории технологического развития предполагает обсуждение и закрепление методологических конвенций, акцентирующих внимание на роли трансакционных технологий и технологически связанных институций в развитии новых технологий общего применения, в частности, нанотехнологий.

Список источников

1. Веблен Т. *Теория праздного класса*. Москва, Прогресс, 1984.
2. Жоахим К., Плевер Л. *Нанонауки. Невидимая революция*. Москва, Коллибри, 2009.
3. Иншаков О.В., Фролов Д.П. Эволюционная перспектива экономического институционализма // *Вопросы экономики*, 2010, no. 9, с. 63-77.
4. Иншаков О.В. *Экономическая генетика и наноэкономика*. Волгоград, Изд-во ВолГУ, 2007.
5. Ланир Дж. *Вы не гаджет. Манифест*. Москва, Астрель, 2011.
6. Лоусби Б. Познание, воображение и институты как факторы формирования спроса // *Рост потребления и фактор разнообразия: новейшие исследования западных и российских эволюционистов*. Москва, Дело, 2007, с. 13-36.
7. Меткаф Дж. Потребление, предпосылки и эволюционный подход // *Рост потребления и фактор разнообразия: новейшие исследования западных и российских эволюционистов*. Москва, Дело, 2007, с. 96-128.
8. Механизмы реализации стратегии формирования наноиндустрии в регионах России, под ред. О.В. Иншакова. Волгоград, изд-во ВолГУ, 2009.
9. *Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике*, под ред. С.Ю. Глазьева, В.В. Харитоновой. Москва, «Тривант», 2009.
10. Перес К. *Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания*. Москва, Дело, 2011.
11. Фролов Д.П., Стратулат В.П. Развитие наноиндустрии и экономическая безопасность // *Экономист*, 2010, no. 12, с. 19-25.
12. Фролов Д.П. Теория кризисов после кризиса: технологии versus институты // *Вопросы экономики*, 2011, no. 7, с. 17-33.
13. Фролов Д.П. Институты и технологические изменения: роль технологически связанных институций // *Экономические системы*, 2014, no. 2, с. 12-18.
14. Фролов, Д.П. Методологические мифологемы теории технологической эволюции // *Экономический анализ: теория и практика*, 2013, no. 11, с. 12-19.
15. Шелестова Д.А. *Институциональное развитие экономики знаний в современной России*. Дисс. Волгоград, 2013.
16. Эггертссон Т. Знания и теория институциональных изменений // *Вопросы экономики*, 2011, no. 7, с. 4-16.
17. *Экономические проблемы развития революционных технологий: нанотехнологии*, рук. авт. колл. В.Л. Макаров, А.Е. Варшавский. Москва, Наука, 2012.
18. Aoki M. Endogenizing institutions and institutional changes // *Journal of Institutional Economics*, 2007, vol. 3, no. 1, pp. 1-31.
19. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, ed. by M.C. Roco, W.S. Bainbridge. Kluwer Academic Publishers, 2003.
20. Loc C. Nanotechnology: Small wonders // *Nature*, 2010, no. 467, pp. 18-21.
21. *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020: Retrospective and Outlook*, ed. by M. Roco, C. Mirkin, M. Hersam. Springer, 2010.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF THE TECHNOLOGICAL STRUCTURES CHANGE (ON THE EXAMPLE OF NANOTECHNOLOGY)

Frolov Daniil Petrovich, Dr. Sc. (Econ.), Prof.

Shelestova Dildarachon Abdisamadovna, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.

Volgograd State University, University ave, 100, Volgograd, Russia, 400062;
e-mail: ecodev@mail.ru; dilja80@mail.ru.

Purpose: overcoming the methodological contradictions of the technological development theory. *Discussion:* we analyzed some methodological difficulties and contradictions related to the study of general-purpose technologies, technological structures, scientific and technological progress as a whole, as well as conventionally structuring morphing scientific picture of the economic world as its axial principles. *Results:* the authors justified the necessity of activating the methodological conventions research focused on the impact of technology-related institutions and transaction technology to the development of technologies in common use, such as nanotechnology.

Keywords: technological development, nanotechnology, general-purpose technologies, transaction technology, technology-related institutions.

References

1. Veblen T. *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institutions*. Macmillan, 1899.
2. Joachim C., Plevert L. *Nanosciences: La Revolution Invisible*. Paris, Editions du Seuil, 2008. (In Fr.)
3. Inshakov O.V., Frolov D.P. Evoliutsionnaia perspektiva ekonomicheskogo institutsionalizma. *Voprosy ekonomiki*, 2010, no. 9, pp. 63-77. (In Russ.)
4. Inshakov O.V. *Ekonomicheskaiia genetika i nanoekonomika*. Volgograd, VolGU Publ., 2007. (In Russ.)
5. Lanier J. *You Are Not a Gadget: A Manifesto*. Vintage, 2009.
6. Lousbi B. *Poznanie, voobrazhenie i instituty kak faktory formirovaniia sprosa. Rost potrebleniia i faktor raznoobraziia: noveishie issledovaniia zapadnykh i rossiiskikh evoliutsionistov*. Moscow, Delo, 2007, pp. 13-36. (In Russ.)
7. Metkaf Dzh. *Potreblenie, predpochteniiia i evoliutsionnyi podkhod. Rost potrebleniia i faktor raznoobraziia: noveishie issledovaniia zapadnykh i rossiiskikh evoliutsionistov*. Moscow, Delo, 2007, pp. 96-128. (In Russ.)
8. Inshakov O.V. *Mekhanizmy realizatsii strategii formirovaniia nanoindustrii v regionakh Rossii*. Volgograd, VolGU Publ., 2009. (In Russ.)
9. Glaz'ev S.Iu., Kharitonov V.V. *Nanotekhnologii kak kliuchevoi faktor novogo tekhnologicheskogo uklada v ekonomike*. Moscow, Trovant, 2009. (In Russ.)
10. Perez C. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Edward Elgar Pub. 2003.
11. Frolov D.P., Stratulat V.P. Razvitie nanoindustrii i ekonomicheskaiia bezopasnost'. *Ekonomist*, 2010, no. 12, pp. 19-25. (In Russ.)

12. Frolov D.P. Teoriia krizisov posle krizisa: tekhnologii versus instituty. *Voprosy ekonomiki*, 2011, no. 7, pp. 17-33. (In Russ.)
13. Frolov D.P. Instituty i tekhnologicheskie izmeneniia: rol' tekhnologicheski svyazannykh institutsii. *Ekonomicheskie sistemy*, 2014, no. 2, pp. 12-18. (In Russ.)
14. Frolov, D.P. Metodologicheskie mifologemy teorii tekhnologicheskoi evoliutsii. *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika*, 2013, no. 11, pp. 12-19. (In Russ.)
15. Shelestova D.A. *Institutsional'noe razvitie ekonomiki znaniy v sovremennoi Rossii*. Diss. Volgograd, 2013. (In Russ.)
16. Eggertsson T. Knowledge and the theory of institutional change. *Journal of Institutional Economics*, 2009, vol. 5, no. 2, pp. 4-16.
17. Makarov V.L., Varshavskii A.E. *Ekonomicheskie problemy razvitiia revoliutsionnykh tekhnologii: nanotekhnologii*. Moscow, Nauka, 2012. (In Russ.)
18. Aoki M. Endogenizing institutions and institutional changes. *Journal of Institutional Economics*, 2007, vol. 3, no. 1, pp. 1-31.
19. Roco M.C. (ed.), Bainbridge W.S. (ed.) *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Kluwer Academic Publishers, 2003.
20. Loc C. *Nanotechnology: Small wonders*. Nature, 2010, no. 467, pp. 18-21.
21. *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020: Retrospective and Outlook* / Ed. by M. Roco, C. Mirkin, M. Hersam. Springer, 2010.