

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АДАПТАЦИИ МОДЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА К РОССИЙСКИМ УСЛОВИЯМ*

Александр Вячеславович ПАХОМОВ^а, Елена Анатольевна ПАХОМОВА^б,
Ольга Владимировна РОЖКОВА^с

^а кандидат экономических наук, доцент, заместитель генерального директора по экономике и финансам АО «НПК «Дедал» (предприятие ГК «Росатом»), Дубна, Российская Федерация»
pakhomov_av@dedal.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 5477-8574

^б доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры экономики, Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация
uni-dubna@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 3500-1423

^с аспирантка кафедры экономики, Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация
olga_r2006@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 6691-6956

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 16.10.2017

Получена в доработанном виде 14.11.2017

Одобрена 20.12.2017

Доступна онлайн 15.03.2018

УДК 330.43

JEL: B49, C10

Ключевые слова: модели инновационных процессов, институциональный фундамент, концепция «тройной спирали»

Аннотация

Предмет. Изучение процессов взаимодействия трех основных структурных элементов (государство – наука – бизнес) посредством анализа содержания инновационного процесса в основных зарубежных и российских моделях инновационного процесса и концепциях инновационных систем.

Цели. Выработка научно-методических рекомендаций по адаптации к российским реалиям моделей инновационного процесса на основе их анализа и оценки сильных и слабых сторон.

Методология. Методической основой исследования являются фундаментальные и прикладные работы зарубежных и российских ученых по моделям инновационного процесса, концепции «тройной спирали» Г. Ицковица и Л. Лейдесдорфа, институциональным основам управления инновациями.

Результаты. Синтез рассмотренных подходов позволил содержательно переосмыслить для отечественных условий общепринятые модели инновационного развития шести поколений, предложить изменения в модель инновационного процесса, определяющую структурные преобразования на основе концепции модели тройной спирали, состоящую из последовательных этапов и точек принятия решений на пересечении трех пространств: знаний, согласия, инноваций.

Выводы. Показано, что отечественные исследования по моделированию инновационного процесса пока еще фрагментарны, требуют дальнейшего углубления и разработки системы подходов, позволяющих выявить все институциональные процессы и обосновать целесообразность введения тех или иных структурных элементов в российскую инновационную систему. Существующие модели пока не соответствуют экономическому содержанию взаимодействия секторов, а институциональные разрывы между действующими институтами и сформировавшимися практиками усугубляют имеющиеся перекосы.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Для цитирования: Пахомов А.В., Пахомова Е.А., Рожкова О.В. Методический подход к адаптации моделей инновационного процесса к российским условиям // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2018. – Т. 14, № 3. – С. 520 – 540.
<https://doi.org/10.24891/ni.14.3.520>

Введение

Предпринятые за последние годы усилия федерального правительства в области инновационного развития принесли определенные положительные результаты: согласно рейтингу Мирового банка *Doing Business*, измеряющему успешность государственных мер по обеспечению деловой среды, за период с 2011 г. Россия сократила свое отставание от стран-лидеров в два раза, а по рейтингам *Global Innovation Index* и *Global Competitiveness Index* – в полтора¹.

Ключевая причина того, что результаты оказались более скромными, чем ожидалось, заключается в том, что эффект от государственных инициатив может принимать отложенный и/или локальный характер, в дополнение к так называемому «эффекту колеи», выражающемуся в инерционной зависимости систем от прежней траектории развития [1].

Временным лагом между созданием благоприятной среды и устойчивым потоком коммерческих инноваций особенно характеризуются начинания в сфере науки, образования и корпоративные инновации, поэтому фокус на крупные компании (в том числе с государственным участием), доля которых в национальной экономике составляет 79%, позволил бы значительно ускорить формирование соответствующих экосистем и улучшить отдельные показатели инновационной активности: так, только 3% патентов доходят до стадии коммерциализации, а на этапе первоначального выживания происходит отсеивание 90% стартапов².

В связи с этим становится актуальным выбор подходов к строительству отечественной инновационной системы, соответствующей современному этапу развития и мировым тенденциям во взаимодействии трех определяющих структурных элементов

(государство, наука и бизнес) и разработанной с учетом ее институциональных особенностей.

Модели инновационного процесса

В русле настоящего исследования представляется целесообразным для начала рассмотреть данное взаимодействие через анализ содержания инновационного процесса [2] в различных моделях.

В эволюции теоретических подходов к исследованию структуры инновационных процессов, получившей свое начало в теории экономической динамики Й. Шумпетера [3], концепции рассеянного знания Ф.А. Хайека [4] и активное развитие в 1950-е гг., нашли свое отражение институциональная теория Д. Норта [5] и информатизация деятельности, что привело к появлению идей Э. фон Хиппеля³, Г. Хэмела и К. Прахалада [6], открытым и сетевым инновациям Г. Чесбро [7], П. Глура [8], формирующим определенные экосистемы.

Процесс создания инновации может осуществляться линейным и нелинейным способами, получившими в англоязычной литературе названия *mode 1* и *mode 2* [9]. В связи с этим модели инновационного процесса разделяют на линейные (совмещенные и цепные), с последовательными этапами создания инновационной продукции, и нелинейные (интегрированные), допускающие параллельность осуществления действий по созданию инновационной продукции и учитывающие характер взаимодействия субъектов инновационного процесса.

В общей сложности выделяют пять основных поколений моделей инновационного процесса [10]:

- 1) «толкающую» модель, представляющую собой последовательность этапов от разработки инновации до ее внедрения;
- 2) «тянущую» модель, представляющую инновационный процесс как реакцию на потребности рыночной среды;

¹ Работа подготовлена при поддержке РФФИ в рамках проекта № 16-06-00054 «Инструментально-методический подход к адаптации модели тройной спирали для условий России с учетом исторической ретроспективы».

² Национальный доклад «Об инновациях в России». URL: <http://innovation.gov.ru>

³ Там же.

³ Хиппель Э. Инновации – бесплатно. Управление инновациями. URL: <http://hbr-russia.ru/innovatsii/upravlenie-innovatsiyami/a11125>

- 3) «интерактивные» модели, учитывающие взаимосвязи между различными участками и участниками процесса;
- 4) «интегрированные», или японские модели [11], включающие формы межфункционального сотрудничества на основе новых принципов организации инновационного процесса [12] и участвующие в формировании рыночного спроса;
- 5) стратегические сети, имеющие мультиинституциональный характер, складывающийся в результате взаимодействия трех систем (новатора, организации и внешней среды) [13].

Особенностями моделей пятого поколения являются гибкость организационных структур, внимание к качеству и другим неценовым факторам, использование информационно-коммуникационных технологий. Обострившаяся с конца 1990-х гг. глобальная конкуренция интеллектуальной и производительной сил положила в основу моделей шестого поколения знания и обучение [14], выступающие главным источником конкурентных преимуществ, и механизмы управления нематериальными активами.

К модификациям моделей первых поколений относят так называемую «воронку» С. Уилрайта и К. Кларка [15] и «ворота» Р. Купера [16], включающие этапы и межфункциональные механизмы отбора перспективных идей и выделения ресурсов для их последующей реализации⁴, а также «цепную» модель Клайна – Розенберга [17], описывающую разнообразие источников инноваций.

Многообразие внутренних инновационных процессов на предприятии, одновременно реализующем несколько инноваций, описывается в так называемой «статистической модели» К. Тервиша и К. Ульриха, внутренним фактором в которой выступает кумулятивный поток инвестиций в новинки, а критерием оценки – «вероятность

успеха новшества», сопоставленная с этапом инновационного процесса [18].

В аспекте влияния на рост конкурентоспособности мезосистем разработана динамическая модель инновационного развития М.В. Шинкевич [19], основанная на высоком потенциале теории цепочек добавленной стоимости и выделении институциональных факторов.

Таким образом, из приведенной краткой эволюции основных моделей инновационных процессов ведущих зарубежных и отечественных исследователей можно выделить основные положения их развития:

- развитие моделей идет по пути расширения участников инновационного процесса: начиная с источника, будь то научная или рыночная среда, и заканчивая формированием мультиинституциональных структур, испытывающих влияние сетевых эффектов (масштаба, разнообразия, обучения на практике [20]), потому что «способность к действию рассредоточена между различными носителями и проявляется на неоднородных структурных уровнях: в отраслевых правительственных агентствах, частных компаниях и социальных сетях» [21];
- из результата фундаментальных и прикладных исследований научно-технический продукт превращается в рыночный товар с новыми потребительскими свойствами [22];
- признание потребителя в качестве источника инноваций привело к возникновению различных форматов мониторинга потребительских предпочтений и целых концепций (как, например, Customers Relationship Management), что особенно выражено на рынке товаров народного потребления;
- новая модель инновационного процесса должна представлять собой не совокупность отдельных организационных структур и механизмов, а особую институционально-организационную среду, развивающуюся систему с горизонтальным управлением [23];

⁴ По такому принципу осуществляют свою деятельность Проектные и Ассортиментные комитеты, Технико-экономические и Художественные советы.

- большинство рассматриваемых моделей отличается поверхностным взглядом на процесс коммерциализации инноваций, в то время как практический опыт предприятий, выводящих на рынок новинки, свидетельствует о том, что разработанный и доведенный до этапа внедрения инновационный продукт далеко не всегда оказывается востребованным;
- успеху в долгосрочной перспективе способствует регулярный отлаженный процесс, направленный на реализацию возникающих шансов и выражающийся в успешном создании и запуске инноваций, в основе которого должна лежать способность к обучению, измеряемая скоростью освоения и применения новых знаний: начиная с процессов отбора и анализа идей и информации из различных областей знаний и заканчивая координацией усилий сторон по их практическому внедрению.

Схематическое изображение типов моделей было неоднократно представлено в научной литературе, поэтому в данной работе кратко коснемся их сравнительных характеристик. Для начала следует отметить, что, несмотря на большое количество разработанных моделей, до сих пор нет единодушия в выборе одной универсальной, что обусловлено, с одной стороны, разнообразием подходов и процессов управления инновациями, а с другой – недостатком соответствующих исследований.

Очевидно, что преимуществом преобладающих линейных моделей являются их относительная простота, позволяющая последовательно рассмотреть этапы инновационного процесса, и понимание причинно-следственных связей: чем больше масштаб НИОКР – тем больше количество внедренных инноваций.

В то же время не принимаются во внимание следующие факторы:

- комплексность и многофункциональность понятия «инновации»⁵;

⁵ Ряд отечественных исследователей до сих пор придерживается точки зрения, что инновации исполняют роль медиатора между наукой и процессами экономического развития или инструмента и т.д.

- детерминированность большинства моделей, что заставляет участников использовать самые упрощенные последовательные варианты или создавать свои собственные⁶;
- необходимость равно уделять внимание как процессам, так и «входам», «выходам» и конечному результату;
- высокая степень неопределенности и рисков в процессах создания инноваций;
- специфика, структура и динамика организационной среды (включая тренды глобальной экономики);
- влияние социальных, политических, демографических, культурных и прочих факторов;
- влияние жестко конкурентных глобальных рынков;
- необходимость обратной связи между различными этапами процесса и задействованными участниками;
- многообразие эффектов от внедрения инновации;
- взаимодействие не только производственных, но и институциональных секторов;
- повышение уровня сложности и затрат ресурсов при управлении параллельными процессами;
- различные сроки жизни инноваций, пренебрежение инновационным развитием, или «необратимыми структурными изменениями экономического объекта, вследствие которых формируется новое качественное состояние», согласно «фрактальной модели» А.Б. Титова, А.Е. Карлика и др. [24], в пользу конъюнктурных новинок, так называемых «маркетинговых инноваций» и незначительных усовершенствований;
- важность единого понимания целей и, как следствие, – отсутствие стратегий их

⁶ Mahdi S. Search strategy in product innovation process: theory and evidence from the evolution of agrochemical lead discovery process. DPhil Thesis, Unpublished. SPRU. UK, University of Sussex, 2002.

достижения участниками «инновационной сети», представляющей собой «ограниченное число явных связей с предпочтительными партнерами с целью снижения статической и динамической неуверенности» [25];

- необходимость создания организационно-экономических механизмов коммерциализации, распространения и общественного признания инноваций, включая их отбор для последующего стимулирования и вывода на новые области применения;
- противоречивость и непрозрачность зон ответственности участников инновационной сети.

Концепция национальной инновационной системы (НИС)

Модель тройной спирали, ТС (*The Triple Helix Model*), появившаяся одновременно с еще целым рядом концепций инновационных систем (К. Фримен, 1987, Великобритания [26]; Б.-А. Лундваль, 1992, Швеция [27]; П. Кук, 1992, США [28]; Р. Нельсон, 1993, США [29]; М.Е. Портер, 1998, США [30] и др.) – межфирменных, отраслевых [31], региональных, национальных, глобальных [31] – отличается от них характером взаимодействия трех институциональных секторов (государства, науки и бизнеса) и их ролью в инновационном процессе [32] и даже применяется научной общественностью для описания механизмов функционирования макроэкономических систем.

Формирующаяся инновационная система состоит из элементов единой экономической системы с собственными ресурсами и вектором развития, ограничивающих друг друга в институциональных отношениях и формирующих ожидания друг друга в функциональных; взаимосвязей между ними (сетевых взаимодействий) и их совместных функциональных пространств (пересечения трех множеств), что обеспечивает рост производительности на базе непрерывных инноваций [33].

Переход экономической системы к инновационному росту и более устойчивой

траектории развития осуществляется скачкообразно [34] посредством внутренней трансформации структурных элементов и восприятия ими функций друг друга, формирования парных взаимодействий и элементов-«посредников» в рамках единых коммуникационных сетей, создавая матрицы любого масштаба на новом витке спирали [35] как вглубь, так и вширь, «*решающим поворотом... на основе приобретенного опыта на более высокой ступени*»⁷. Инновационный потенциал системы тем выше, чем больше локальных «тройных спиралей» образуется, а значит, чем больше развита сетевая партнерская среда, что особенно важно для разработок, имеющих не только академический, но и промышленный потенциал.

По мнению авторов концепции ТС, на определенном этапе каждый из трех элементов в отдельности перестал давать необходимый результат, в то время как их взаимодействие по форме стало напоминать спираль ДНК [32, 36], а по сути, превратилось в проектное, способное привлекать множество различных участников, требующее согласования интересов сторон и высокого уровня ответственности (в том числе, перед обществом) и направленное на практическое применение результатов. Очевидно, что следствием данного проектного характера являются трудности в организации управления такими системами.

Институциональный подход (линия Г. Ицковица) опирается на экономическую социологию и исследует характер взаимодействия элементов на разных стадиях эволюции экономических систем и уровнях связей. На сочетании теории социальных систем и теории коммуникаций основан эволюционный подход (линия Л. Лейдесдорфа), исследующий динамику и взаимное влияние социальных функций и дополненный математической формализацией модели [37].

Расширение парадигмы концепции и добавление новых структурных элементов,

⁷ Энгельс Ф. Анти-Дюринг. Диалектика природы. URL: http://fictionbook.ru/author/fridrih_yengels/anti_dyuring_dialektik_a_prirodyi/read_online.html

например, экономических секторов или общества [38], обосновано тем, что социум выступает конечным пользователем инноваций, однако увеличение числа спиралей требует четкой функциональной спецификации, иначе затрудняется качественный анализ и делается невозможным количественный [39] – с учетом нелинейного характера связи между понесенными на создание инноваций затратами и полученным эффектом.

Отечественных исследований, посвященных моделированию инновационных систем, пока относительно немного, в то время как за рубежом активно развиваются различные подходы к описанию структуры и функций всей системы, отдельных ее элементов и их влияния, а также эконометрические модели⁸.

Авторский подход

В результате анализа моделей инновационного процесса и мультиспиральных модификаций концепции «тройной спирали» попытаемся выявить определенные закономерности и сформулировать принципиальные подходы и предпосылки для НИС, испытывающей влияние [40] институциональных, межотраслевых, межрегиональных, социальных разрывов⁹: на уровне образования и науки – в целях формирования инновационного поколения как залога успешного будущего страны; на уровне предпринимательства – в целях формирования взаимосвязи между развитием науки и внедрением разработок в производство; на уровне общества – в целях формирования потребителя и внутреннего спроса, стимулирующего к новым разработкам и внедрениям.

К разрывам в экономической интеграции, возникающим при переходе от простых к

более сложным уровням взаимодействия, обеспечивающих функционирование множества разнообразных агентов, предлагается относить следующее:

- разрывы, природа которых лежит во взаимодействии различных иерархических уровней;
- разрывы, вызванные отсутствием современных форм, методов и инструментов управления (например, управление проектами, стратегическое планирование);
- разрывы, обусловленные противоречивостью и разницей в уровнях сложности института и институциональной среды;
- разрывы, вызванные отсутствием и/или половинчатостью нормативной и методической базы;
- разрывы, связанные с формальным и/или дискриминационным характером экономического стимулирования инновационно ориентированного поведения контрагентов;
- разрывы, появившиеся вследствие неоправданного и неподготовленного внедрения иностранных институтов в отечественную практику хозяйствования.

В любом пространстве необходимо формировать «экосреду», включающую взаимные ожидания и требования элементов и допускающую приспособление старых форм хозяйствующих субъектов к новым условиям на микро-, мезо-, макроуровнях для выявления источников развития, реализации преимуществ концепции «тройной спирали» и воспроизводства сетевого уклада, в связи с чем естественно предположить, что ресурсом становится социальная активность, или перспектива «снизу вверх» (рис. 1).

Формирование такой культуры для развития взаимосвязей между властью, наукой, бизнесом и обществом, позволяющей установить баланс между дифференциацией и интеграцией партнеров, представляет собой нетривиальную задачу по причине влияния сохранившихся с советских времен подходов к взаимодействию и современных реалий: организационное разнообразие цепочек

⁸ Fagerberg J., Feldman M., Srholec M. Technological Dynamics and Social Capability: US and Europe. URL: <http://janfagerberg.org/technological-dynamics-and-social-capability-us-states-and-european-nations>

⁹ Рожкова О.В. Инструментально-методический подход к анализу моделей инновационного развития: материалы V международной научной конференции «Институциональная трансформация экономики: пространство и время» Молодежная секция. Кемерово: Изд-во Кемеровского гос. ун-та, 2017. С. 54–57.

производства знания, изоляция научной среды, старение человеческого капитала, высокие транзакционные издержки, отсутствие у предприятий долгосрочных стимулов к развитию, обособленность сырьевого комплекса, ориентация на незначительные усовершенствования и предпочтение готовых решений иностранного происхождения.

В то же время российский лауреат Нобелевской премии по физике 2000 г. академик РАН Ж.И. Алферов как-то отметил, что население РФ по сравнению с СССР вдвое меньше, а научных работников вдвое больше, в то время как результаты научного труда мало заметны, и рост происходит не в области фундаментальных наук, а в общественных¹⁰.

Условия для формирования в социуме определенного уровня элит, включая научную и творческую, создает государственная политика, обеспечивающая парадигму национальной экономики. В государственной деятельности требуются реформы, потому что понимание трагических ошибок прошлого не гарантирует их предотвращения, в то время как невнимание к ним не позволяет выработать национальную модель, сохраняющую ведущую роль государственного сектора, но сдерживающую бюрократию от узурпации власти.

На каждом витке «спирали» генерируемые идеи проходят следующую цепь, состоящую из функциональных областей, исполняемых инфраструктурой как последовательно, так и параллельно, что в случае с пакетом инициатив дает возможность сэкономить на эффекте масштаба: маркетинг – наука и технологии – исследования и разработки – производство – сбыт – маркетинг (рис. 2).

Координация и преодоление точек принятия решений на пересечении секторов «государство – наука – бизнес» обеспечивается институциональными элементами-«посредниками» (рис. 3), осуществляющими процедуры по исследованию потенциальных рынков, экспертизе и защите объектов

интеллектуальной собственности, сертификации, патентованию, лицензированию, продвижению. Бизнес и государство осуществляют также посредническую функцию между наукой и обществом, обеспечивая развитие тех секторов науки, которые удовлетворяют современные и потенциальные потребности общества.

В случае добавления структурообразующих элементов и, как следствие, модификаций тройной спирали данная схема в другом разрезе может выглядеть следующим образом (рис. 4).

Инструментальное наполнение модели представляется на данном этапе не столь очевидным в силу сложности моделируемых взаимоотношений. Каждая спираль по отдельности представляет самостоятельный процесс и имеет собственные измерительные параметры¹¹.

Академического представления об институтах пространств недостаточно, и при попытке переложить это представление в концепциях и моделях на реальные объекты в отечественных условиях оказывается, что между объектами, относящимися как к одному, так и к различным институтам, наблюдаются разрывы, что затрудняет разработку действующих механизмов организационного взаимодействия¹². Кроме того, наличие подобных разрывов может обуславливать погрешности количественных оценок инструментария, выступающего предметом наших исследований.

Фокус внимания государства по поддержке и регулированию инноваций может быть направлен на определение отраслевых, рыночных, технологических приоритетов, ускорение цикла перехода от фундаментальных к прикладным

¹¹ Истомина С.В., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А. Перспективы развития модели тройной спирали в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 12. С. 119–132.

¹² Для облегчения понимания дадим приблизительную аналогию: мы представляем различия между институтом и объектом как между «совокупностью норм, правил, ценностей, устойчивых форм поведения, учреждений» и «местом, где человек занимается какой-либо организованной деятельностью». URL: <http://dic.academic.ru>

¹⁰ Третьяков В.Т. Ху из элита. URL: <http://allpravda.info/khu-iz-elita-43552.html>

исследованиям, создание и стимулирование элементов-«посредников», пересмотр отраслевых требований и стандартов и бенчмаркинг с мировыми, помощь в привлечении крупных «игроков» для совместных разработок и координацию деятельности образовавшихся альянсов.

Сокращение к 2022 г. функций государства в сфере образования (за исключением административной) предусматривает сближение этого элемента с бизнесом в программах подготовки профессиональных кадров под определенные деловые задачи, что может привести к переходу на глобальные образовательные платформы, ликвидации национальных традиционных моделей образовательных систем (Образование – 2030)¹⁵ и появлению так называемых «людей одной кнопки», при том, что значительная доля отечественного крупного бизнеса (а по ряду отраслей – подавляющая) – это представительства транснационального бизнеса или мощные оффшорные структуры, бенефициаров которых выявить достаточно трудно.

Решением проблемы может стать диверсификация размеров бизнеса, потому что ставка исключительно на малый бизнес в соответствии с национальными программами поддержки не может выступать альтернативой крупной промышленности, в которой заключается сила национальной экономики, и само поле деятельности небольших предприятий, даже в специализированных «нишах», сформированных серьезными «игроками», – это их обслуживание и поддержка, под угрозой вытеснения с рынка или поглощения.

Отечественные системы поддержки инновационного развития как на федеральном, так и на местном уровнях пока находятся в стадии становления и ориентированы на стимулирование отдельных элементов: направлений исследований, экономических зон, технопарков, бизнес-инкубаторов, инновационно-технологических центров, кластеров и т.д. По данным Российской

¹⁵ Официальный сайт Агентства Стратегических Инициатив. URL: <http://asi.ru/news/2475>

кластерной обсерватории ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, для поддержки малого и среднего предпринимательства в рамках программ Минэкономразвития РФ с 2010 г. в регионах формируются центры кластерного развития, курирующие кластерные инициативы в нескольких десятках субъектов, на которые уже выделено более 1 млрд руб.¹⁴.

Однако в целом эффективность всего частного сектора в сопоставлении с государственным находится пока вообще под большим вопросом, поскольку за прошедшие десятилетия созидательного (за редким исключением), с «нуля», труда исполнено очень мало, а в основном все сводится к приватизации и перераспределению месторождений природных ископаемых и уникальных предприятий и попыткам разделить остатки государственной собственности. Существование сложившихся неформальных сетевых отношений структурных элементов мало изучено, поскольку трудно поддается классификации, в том числе по причине теневых схем взаимодействия, деятельность которых сопряжена с перераспределением бюджетных потоков.

Курс на импортозамещение реализуется только в некоторых отраслях (в первую очередь в пищевой промышленности) и пока зачастую заключается в импорте с упаковкой и переклеиванием этикеток, потому что в РФ практически не производится машинное оборудование, и все производства вынуждены работать на импортном. Для производства собственного нужно восстановить систему технического и специального образования, стимулировать национальные исследования и разработки, в том числе как условие для международных компаний по выходу на рынок. Однако на это требуются годы и поколения, в то время как в условиях «локального кризиса»¹⁵, усугубленного событиями на Украине и падением цен на нефть, обострения конкуренции и изменения

¹⁴ Официальный сайт Российской кластерной обсерватории. URL: <http://cluster.hse.ru>

¹⁵ Кудрин А.Л. Кто не работает с «цифрой», тот все потеряет. URL: <http://fingazeta.ru/opinions/kto-ne-rabotaet-s-tsifroy-tot-vse-poteryaet-205912>

моделей потребительского поведения ключевым параметром становится скорость воспроизводства инновационного цикла.

В условиях отсутствия устойчивого спроса на продукцию большинство предприятий реального сектора не чувствуют уверенности в конъюнктуре рынка, что усугубляет дисбаланс между предложением и спросом на инновации.

Представляется целесообразным:

- описать посредством содержательных имен категорий (аспект, целеполагание, процесс, структура, свойства, упорядочение¹⁶) и согласовать единый терминологический аппарат, характеризующий инновационную деятельность, ее условия и результаты на микро-, мезо- и макроуровнях с выделением «инновационной среды», «инновационной инфраструктуры», «инновационных проектов», «инновационной продукции» в совокупности обладающими свойствами, не присущими каждому элементу в отдельности и обеспечивающими полный жизненный цикл инновации;
- внедрить рекомендации по детализации процедур оценки инициатив и отбора проектов, позволяющие учесть региональные и рыночные компетенции, взаимосвязи, внутренние противоречия, роль, риски многочисленных участников инновационной сети¹⁷ (рис. 5);
- сформировать и заложить в основу экономико-математического моделирования перечень индикаторов¹⁸ и способы

¹⁶ Соколовский В.Р. Границы кластера в семиотическом аспекте: материалы международной научно-практической конференции «Институциональные и финансовые механизмы развития территориальных кластеров и технологических платформ». Дубна, 11–12.11.2016.

¹⁷ Лившиц В.Н., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А. Финансовый менеджмент. Основы оценки эффективности инвестиционных проектов. Дубна: Изд-во Международного ун-та природы, общества и человека «Дубна», 2011. 183 с.

¹⁸ Широко распространенное соотношение количества патентов, приведенное в данной работе в качестве показателя, и цитируемости в научных изданиях с уровнем затрат на НИОКР не является в полной мере достоверным, поскольку может отражать отрасли их создания и использования, но никак не соответствует степени коммерциализации разработок.

формализации, позволяющие провести количественную и качественную оценку содержательного наполнения инновационной сферы РФ по двум группам параметров, характеризующим уровень выгоды для участников и эффективность решения социально-экономических задач. Для измерения уже формируются рейтинг инновационного развития субъектов РФ и рейтинг инновационных регионов для целей эффективности и управления на основании нескольких групп показателей, характеризующих социально-экономические условия, научно-технический потенциал, характеристики и качество инновационной деятельности региона¹⁹;

- внедрить в принципы финансирования разделение затрат по методике многоуровневой последовательной детализации [41], способствующей не только решению проблем, имеющих в отечественной промышленности и росту качества исследований, но и развитию различных форм предприятий.

Важно отметить, что высокие затраты на исследования и разработки²⁰ не гарантируют инновационности продукции, поскольку показатель наукоемкости, отражающий их долю в выручке, может характеризовать даже устаревшую продукцию, если это – результат деятельности высокотехнологичных секторов экономики. Обязательным для выделения финансирования должно стать условие получения прибыли, достаточной для покрытия затрат на жизненный цикл инновации. Предлагаемая нами в рамках концепции «тройной спирали» модель инновационного процесса позволяет сократить время, требуемое на оценку возможности коммерциализации инновации, что дает возможность значительно снизить затраты ресурсов и избежать реализации лишенных перспектив инновационных

¹⁹ Ассоциация инновационных регионов России. URL: <http://i-regions.org>

²⁰ Составляющие наряду с показателями эффективности расходов на НИОКР, процента коммерциализируемых идей, количества инновационных стартапов, производительности инновационных компаний и др. показателями панель измерения Национального доклада «Об инновациях в России».

проектов, приняв решение на возможно более ранних стадиях.

Представление интегрированной модели инновационного процесса в виде блок-схемы (рис. 6) позволяет в другом разрезе провести анализ факторов запуска инновационного процесса и его хода и выявить критические участки.

Выводы

В рамках поставленной в исследовании цели была предпринята попытка решить следующие задачи: содержательно переосмыслить для отечественных условий общепринятые модели инновационного развития шести поколений, предложить структурные преобразования моделей инновационного процесса на основе концепции ТС в целях дальнейшей разработки инструментария, позволяющего задавать составляющим элементам количественные оценки и выявлять «слабые звенья» для их последующей необходимой корректировки.

Элементы (социальные и институциональные), важные для реализации национальных экономических интересов, могут быть распределены по трем группам: 1) инновационная составляющая, обеспечивающая экономический рост; 2) инвестиционная составляющая, обеспечивающая развитие в долгосрочной перспективе; 3) составляющая устойчивого

развития, обеспечивающая рост конкурентоспособности отечественных производств и продукции.

Направлением приложения усилий сторон должны стать не организационные меры, а многофункциональные преобразования, направленные на одновременное решение нескольких задач: стимулирование междисциплинарности, коммерциализацию результатов НИОКР до этапа новых промышленных идей и разработок, развитие кооперации, восстановление многоступенчатой системы подготовки кадров, включающей системы непрерывного образования, профессиональной переподготовки и повышения квалификации, образовательные стандарты. Непоследовательность, частичность реформ вместо комплексных преобразований и преодоления разрывов усиливают риск попадания в институциональные ловушки.

Представляется, что предлагаемая модель обладает потенциалом к применению любыми субъектами инновационной инфраструктуры (стартапами и компаниями ранней стадии, малыми и средними предприятиями, крупным бизнесом) и участниками (промышленными предприятиями любого типа, вузами и НИИ, государственными и общественными структурами, инфраструктурой) и может стать определенным вкладом в теорию инновационного менеджмента.

Рисунок 1
Взаимосвязь структурных элементов

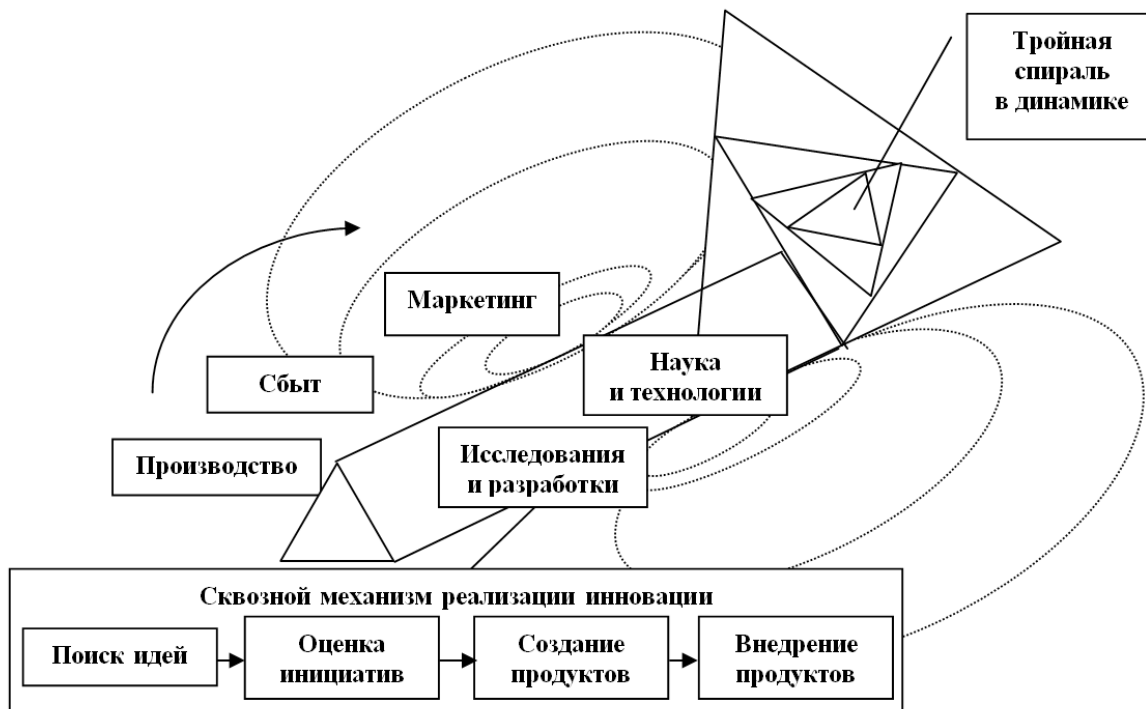
Figure 1
Relationships among structural elements



Источник: авторская разработка

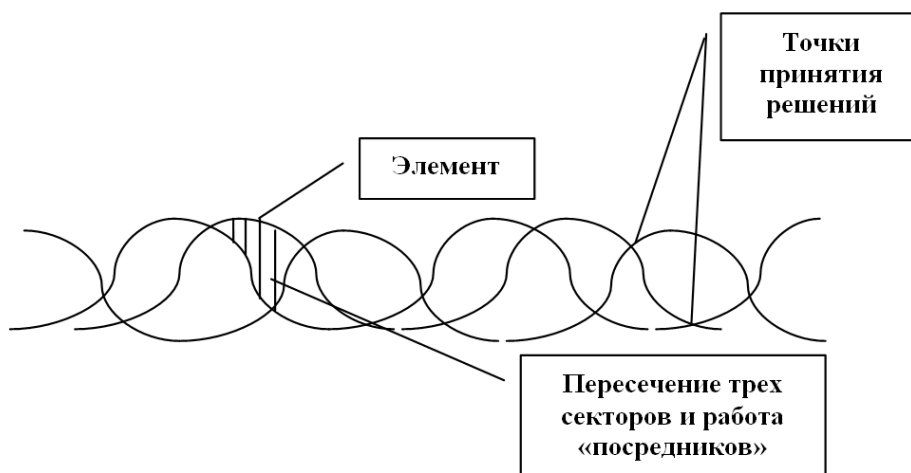
Source: Authoring

Рисунок 2
Модель инновационного процесса
Figure 2
The innovation process model



Источник: авторская разработка
Source: Authoring

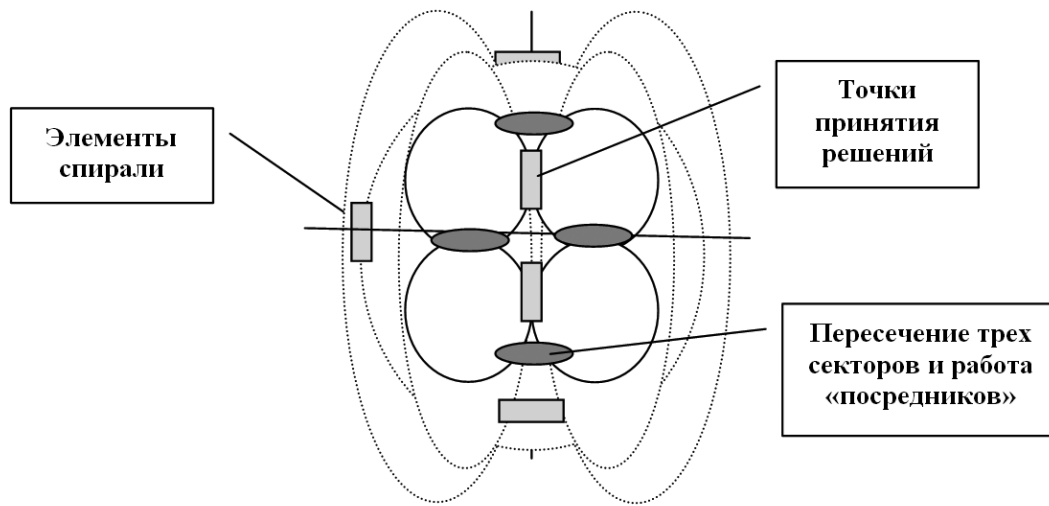
Рисунок 3
Инновационный поток
Figure 3
An innovation flow



Источник: авторская разработка
Source: Authoring

Рисунок 4
Инновационный поток для четверной спирали

Figure 4
An innovation flow for the quadruple helix

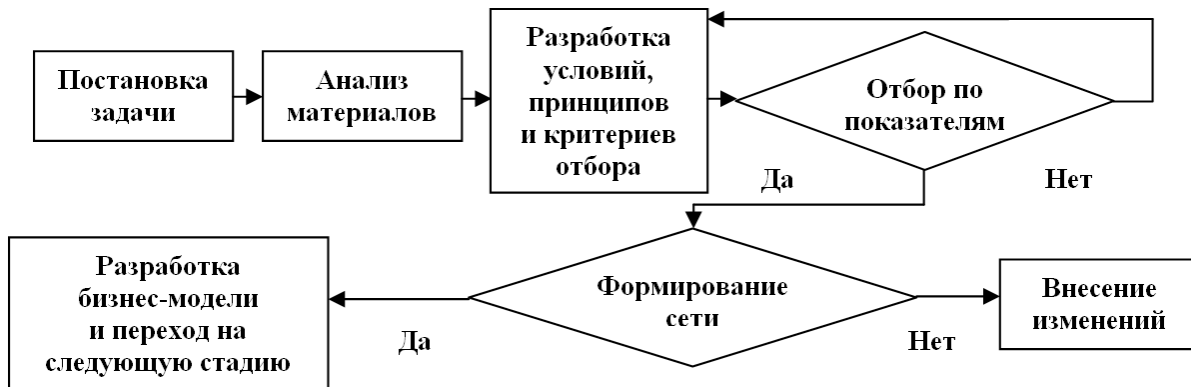


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5
Блок-схема выбора участников инновационного процесса

Figure 5
The flow chart for choosing actors of the innovative process

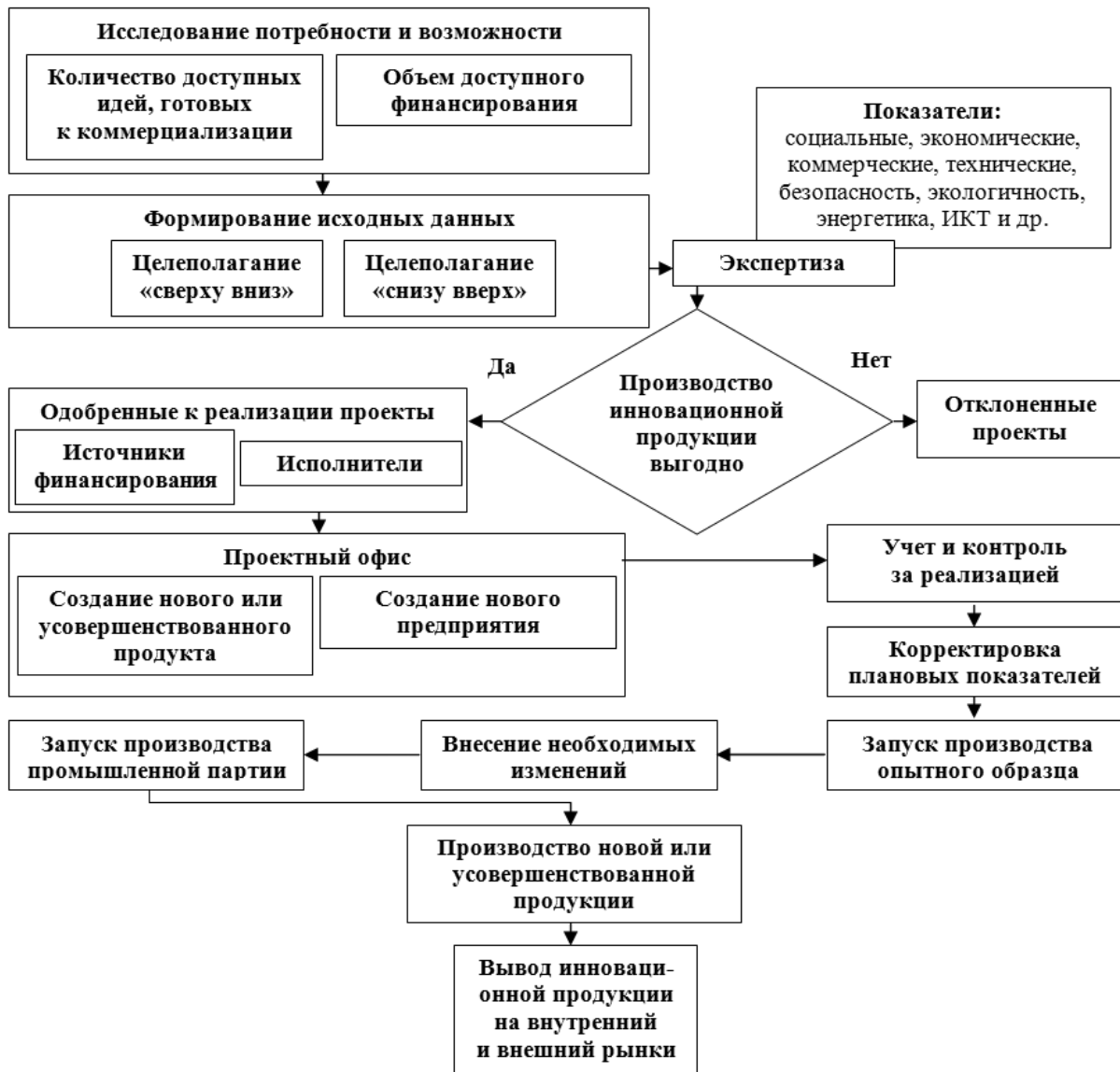


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 6
Блок-схема динамики инновационного процесса

Figure 6
The flow chart of the innovation process trends



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Аузан А.А. «Колея» российской модернизации // *Общественные науки и современность*. 2007. № 6. С. 54–60.
2. Малышева Т.В., Мураткин С.Г., Шинкевич А.И. Приоритеты и перспективы оптимизации инвестиционной деятельности для мезоэкономических воспроизводственных профилей с сырьевой ориентацией // *Экономический вестник Республики Татарстан*. 2009. № 4. С. 32–36.
3. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 455 с.
4. Хайек Ф.А. Индивидуализм и экономический порядок. Челябинск: Социум, 2011. 394 с.
5. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.
6. Хамел Г., Прахалад К.К. Конкурируя за будущее. Создание рынков завтрашнего дня. Москва: Олимп-Бизнес, 2002. 288 р.
7. Чесбро Г. Открытые инновации. Создание прибыльных технологий. М.: Поколение, 2007. 336 с.
8. Gloor P. *Swarm Creativity. Competitive Advantage through Collaborative Innovation Networks*. Oxford University Press, 2006. 212 p.
9. Дежина И.Г., Киселева В.В. Государство, наука и бизнес в инновационной системе России. М.: ИЭПП, 2008. 227 с.
10. Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // *International Marketing Review*. 1994. Vol. 11. Iss. 1. P. 7–31.
URL: <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
11. Kodama F. *Emerging patterns of innovation sources of Japan's technological edge*. Boston: Harvard Business School Press, 1995. 302 p.
12. Imai K.-I., Nonaka I., Takeuchi H. *Managing the New Product Development Process: How Japanese Companies Learn and Unlearn*. Boston: Harvard Business School Press, 1985. 284 p.
13. Оппенлендер К. Технический прогресс. М.: Прогресс, 1981. 176 с.
14. Carlsson B., Stankiewicz R. On the nature and composition of technological systems // *Journal of Evolutionary Economics*. 1991. Vol. 1. Iss. 2. P. 93–118.
15. Wheelwright S.C., Clark K.B. *Revolutionizing product development: Quantum leaps in speed, efficiency and quality*. New York: The Free Press, 1992. 364 p.
16. Cooper R.G. *Winning at new products. Accelerating the process from idea to launch*. Cambridge (MA): Perseus Publishing, 2001. 416 p.
17. Kline S.J., Rosenberg N. An overview of innovation. In: *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington: National Academy Press, 1986. 640 p.
18. Terwiesch C., Ulrich K. *Innovation Tournaments: Creating and Selecting Exceptional Opportunities*. Boston: Harvard Business School Press, 2009. 304 p.

19. *Шинкевич М.В., Шинкевич А.И.* Институционализация устойчивого инновационного развития мезосистем: модели и технологии управления: монография. Казань: Изд-во Казанского национального исследовательского ун-та, 2011. 332 с.
20. *Сморodinская Н.В.* Тройная спираль как новая матрица экономических систем // *Инновации*. 2011. № 4. С. 166–178.
21. *Майлс Й.* Форсайт в области нанотехнологий // *Форсайт*. 2010. № 4. С. 20–36.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/forsayt-v-oblasti-nanotekhnologiy-kak-issledovat-sferu-zanyatosti-i-professionalnye-kompetentsii>
22. *Малинецкий Г.Г.* Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы. М.: Красанд, 2011. 432 с.
23. *Мильнер Б.З., Орлова Т.М.* Организация создания инноваций: горизонтальные связи и управление: монография. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 288 с.
24. *Карлик А.Е., Титов А.Б., Алексеев А.А. и др.* Инновационные аспекты развития предприятий. СПб: Изд-во СПбГУЭиФ, 2009.
25. *Freeman C.* Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues. The Economics of Hope. London: Pinter, 1992. P. 93–120.
26. *Freeman Ch., Clark J., Soete L.* Unemployment and the Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development. Greenwood Press, 1982. 214 p.
27. *National Systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning.* London: Pinter, 1992. 342 p.
28. *Cooke P.* Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe // *GeoForum*. 1992. Vol. 23. Iss. 3. P. 365–382.
URL: [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(92\)90048-9](https://doi.org/10.1016/0016-7185(92)90048-9)
29. *Nelson R.* National Innovation Systems: A comparative analysis. Oxford University Press, 1993. 560 p.
30. *Porter M.E.* The Competitive Advantage of Nations: With a New Introduction. Free Press, 1998. 896 p.
31. *Edquist C.* Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations. London, UK: Pinter Publisher, 1997. 249 p.
32. *Ицковиц Г.* Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии: монография. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2010. 237 с.
33. *Сморodinская Н.В.* Инновационная экономика: от иерархий к сетевому укладу // *Вестник ИЭ РАН*. 2013. № 2. С. 87–111.
34. *Иванова Н.И.* Научная и инновационная политика. Россия и мир. 2011–2012. М.: Наука, 2013. 480 с.
35. *Metcalfe A.S.* Examining the Trilateral Networks of the Triple Helix: Intermediating Organizations and Academy–Industry–Government Relations // *Critical Sociology*. 2010. Vol. 36. Iss. 4. P. 503–519. URL: <https://doi.org/10.1177/0896920510365920>

36. *Etzkowitz H., Leydesdorff L.* The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University–Industry–Government relations // *Research Policy*. 2000. Vol. 29. Iss. 2. P. 109–123. URL: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
37. *Ivanova I., Leydesdorff L.* Rotational Symmetry and the Transformation of Innovation Systems in a Triple Helix of University–Industry–Government Relations // *Technological Forecasting and Social Change*. 2014. Vol. 86. P. 143–156. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.022>
38. *Carayannis E.G., Campbell D.F.J.* 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem // *International Journal of Technology Management*. 2009. Vol. 46. No. 3/4. P. 201–234. URL: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
39. *Leydesdorff L.* The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory models for analyzing the knowledge-based economy // *Journal of the Knowledge Economy*. 2012. Vol. 3. Iss. 1. P. 25–35.
40. *Гохберг Л.М.* Статистика науки. М.: ТЕИС, 2003. 478 с.
41. *Пахомов А.В.* Некоторые методы оценки финансово-экономического состояния предприятия // *Экономика и математические методы*. 2002. Т. 38. № 1. С. 57–65.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

THE METHODOLOGICAL APPROACH TO ADAPTING MODELS OF THE INNOVATIVE PROCESS TO THE RUSSIAN ENVIRONMENT

Aleksandr V. PAKHOMOV^a, Elena A. PAKHOMOVA^{b*}, Ol'ga V. ROZHKOVA^c

^a Dedal, Rosatom Corporation, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation
pakhomov_av@dedal.ru
ORCID: not available

^b Dubna State University, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation
uni-dubna@mail.ru
ORCID: not available

^c Dubna State University, Dubna, Moscow Oblast, Russian Federation
olga_r2006@mail.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 16 October 2017
Received in revised form
14 November 2017
Accepted 20 December 2017
Available online
15 March 2018

JEL classification: B49, C10

Keywords: model,
innovative process,
institutional basis,
Triple Helix

Abstract

Importance In this research we study the interaction of three main structural components (University – Industry – Government) by analyzing the substance of the innovative process in principal foreign and Russian models of the innovative process and concepts of innovative systems.

Objectives We formulate scientific and methodological recommendations for adapting the innovative process models to the Russian environment by analyzing them and evaluating their strengths and weaknesses.

Methods The methodological framework comprises fundamental and applied researches of foreign and Russian scientists into models of the innovative processes, the Triple Helix concept by H. Etzkowitz, L. Leydesdorff, institutional principles of innovation management.

Results Having synthesized the analyzable approaches, we presented the national adaptation of generally accepted models of innovative development kept by six generations, suggested how the innovation process model should be modified.

Conclusions and Relevance We demonstrate that national researches into modeling of the innovative process are still fragmented, requiring further studies and a set of approaches to identifying all institutional processes and substantiating certain structural elements to be introduced into the Russian innovative system. The existing models are not yet compliant with the economic substance of sectoral interaction, while institutional gaps among institutions and practices aggravate them.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

Please cite this article as: Pakhomov A.V., Pakhomova E.A., Rozhkova O.A. The Methodological Approach to Adapting Models of the Innovative Process to the Russian Environment. *National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 3, pp. 520–540.
<https://doi.org/10.24891/ni.14.3.520>

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research as part of project No. 16-06-00054, *The Instrumental and Methodological Approach to Adapting the Triple Helix Model to Russia in Line with Historical Retrospect*.

References

1. Auzan A.A. [The track of Russian modernization]. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'* = *Social Sciences and Contemporary World*, 2007, no. 6, pp. 54–60. (In Russ.)
2. Malysheva T.V., Muratkin S.G., Shinkevich A.I. [The priorities and prospects of optimization of investment activity for mezo-economic reproduction structures with raw orientation]. *Ekonomicheskii Vestnik Respubliki Tatarstan = Economic Bulletin of the Republic of Tatarstan*, 2009, no. 4, pp. 32–36. (In Russ.)
3. Schumpeter J.A. *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya* [Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine untersuchung über unternehmergewinn, kapital, kredit, zins und den konjunkturzyklus]. Moscow, Progress Publ., 1982, 455 p.
4. Hayek F.A. *Individualizm i ekonomicheskii poryadok* [Individualism and Economic Order]. Chelyabinsk, Sotsium Publ., 2011, 394 p.
5. North D. *Instituty, institutsional'nye izmeneniya i funktsionirovanie ekonomiki* [Institutions, Institutional Change and Economic Performance]. Moscow, Fond ekonomicheskoi knigi Nachala Publ., 1997, 180 p.
6. Hamel G., Prahalad C.K. *Konkuriruya za budushchee. Sozdanie rynkov zavtrashnego dnya* [Competing for the Future. Creating Tomorrow's Markets]. Moscow, Olimp-Business Publ., 2002, 288 p.
7. Chesbrough H. *Otkrytye innovatsii. Sozdanie pribyl'nykh tekhnologii* [Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology]. Moscow, Pokolenie Publ., 2007, 336 p.
8. Gloor P. *Swarm Creativity: Competitive Advantage through Collaborative Innovation Networks*. Oxford University Press, 2006, 212 p.
9. Dezhina I.G., Kiseleva V.V. *Gosudarstvo, nauka i biznes v innovatsionnoi sisteme Rossii* [State, Science and Business in Russia's innovation system]. Moscow, IEPP Publ., 2008, 227 p.
10. Rothwell R. Towards the Fifth-Generation Innovation Process. *International Marketing Review*, 1994, vol. 11, iss. 1, pp. 7–31.
URL: <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
11. Kodama F. *Emerging Patterns of Innovation Sources of Japan's Technological Edge*. Boston, Harvard Business School Press, 1995, 302 p.
12. Imai K.-I., Nonaka I., Takeuchi H. *Managing the New Product Development Process: How Japanese Companies Learn and Unlearn*. Boston, Harvard Business School Press, 1985, 284 p.
13. Oppenländer K. *Tekhnicheskii progress* [Investitionsinduzierter technischer Fortschritt]. Moscow, Progress Publ., 1981, 176 p.
14. Carlsson B., Stankiewicz R. On the Nature and Composition of Technological Systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1991, vol. 1, iss. 2, pp. 93–118.
15. Wheelwright S.C., Clark K.B. *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency and Quality*. New York, Free Press, 1992, 364 p.
16. Cooper R.G. *Winning at New Products. Accelerating the Process from Idea to Launch*. Cambridge, MA, Perseus Publishing, 2001, 416 p.

17. Kline S.J., Rosenberg N. An Overview of Innovation. In: *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington, National Academy Press, 1986, 640 p.
18. Terwiesch C., Ulrich K. *Innovation Tournaments: Creating and Selecting Exceptional Opportunities*. Boston, Harvard Business School Press, 2009, 256 p.
19. Shinkevich M.V., Shinkevich A.I. *Institutsionalizatsiya ustoichivogo innovatsionnogo razvitiya mezosistem: modeli i tekhnologii upravleniya: monografiya* [Institutionalization of sustainable innovative development of mesosystems: Management and technologies of governance: a monograph]. Kazan, Kazan National Research Technological University Publ., 2011, 332 p.
20. Smorodinskaya N.V. [The Triple Helix as a new matrix of economic systems]. *Innovatsii = Innovation*, 2011, no. 4, pp. 166–178. (In Russ.)
21. Miles I. [Nanotechnology Foresight: How Can We Explore Employment and Skills Implications?]. *Forsait = Foresight and STI Governance*, 2010, no. 4, pp. 20–36.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/forsayt-v-oblasti-nanotehnologiy-kak-issledovat-sferu-zanyatosti-i-professionalnye-kompetentsii> (In Russ.)
22. Malinetskii G.G. *Proekty i riski budushchego. Kontseptsii, modeli, instrumenty, prognozy* [Projects and risks of the future. Concepts, models, tools, forecasts]. Moscow, Krasand Publ., 2011, 432 p.
23. Mil'ner B.Z., Orlova T.M. *Organizatsiya sozdaniya innovatsii: gorizontal'nye svyazi i upravlenie: monografiya* [Organizing the creation of innovation: Horizontal ties and management: a monograph]. Moscow, INFRA-M Publ., 2013, 288 p.
24. Karlik A.E., Titov A.B., Alekseev A.A. et al. *Innovatsionnye aspekty razvitiya predpriyatii* [Innovative aspects of corporate development]. St. Petersburg, St. Petersburg State University of Economics and Finance Publ., 2009.
25. Freeman C. *Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues. The Economics of Hope*. London, Pinter, 1992, pp. 93–120.
26. Freeman Ch., Clark J., Soete L. *Unemployment and the Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development*. Greenwood Press, 1982, 214 p.
27. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London, Pinter, 1992, 342 p.
28. Cooke P. Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe. *GeoForum*, 1992, vol. 23, iss. 3, pp. 365–382.
URL: [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(92\)90048-9](https://doi.org/10.1016/0016-7185(92)90048-9)
29. Nelson R. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, 1993, 560 p.
30. Porter M.E. *The Competitive Advantage of Nations: With a New Introduction*. Free Press, 1998, 896 p.
31. Edquist C. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London, UK, Pinter Publisher, 1997, 249 p.
32. Etzkowitz H. *Troinaya spiral'. Universitety–predpriyatiya–gosudarstvo. Innovatsii v deistvii* [The Triple Helix. Universities–Enterprises–State. Innovation in Action]. Tomsk, TUSUR University Publ., 2010, 237 p.

33. Smorodinskaya N.V. [Innovation economy: from hierarchies to network order]. *Vestnik IE RAN = Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 2013, no. 2, pp. 87–111. (In Russ.)
34. Ivanova N.I. *Nauchnaya i innovatsionnaya politika. Rossiya i mir. 2011–2012* [Research and innovation policy. Russia and the world. 2011–2012]. Moscow, Nauka Publ., 2013, 480 p.
35. Metcalfe A.S. Examining the Trilateral Networks of the Triple Helix: Intermediating Organizations and Academy–Industry–Government Relations. *Critical Sociology*, 2010, vol. 36, iss. 4, pp. 503–519. URL: <https://doi.org/10.1177/0896920510365920>
36. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations. *Research Policy*, 2000, vol. 29, iss. 2, pp. 109–123.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
37. Ivanova I., Leydesdorff L. Rotational Symmetry and the Transformation of Innovation Systems in a Triple Helix of University–Industry–Government Relations. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, vol. 86, pp. 143–156.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.022>
38. Carayannis E.G., Campbell D.F.J. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 2009, vol. 46, no. 3/4, pp. 201–234. URL: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
39. Leydesdorff L. The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N -Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy. *Journal of the Knowledge Economy*, 2012, vol. 3, iss. 1, pp. 25–35.
40. Gokhberg L.M. *Statistika nauki* [Statistics of science]. Moscow, TEIS Publ., 2003, 478 p.
41. Pakhomov A.V. [Some methods of evaluating financial and economic state of an enterprise]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2002, vol. 38, no. 1, pp. 57–65. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.