ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

Экономическое развитие

ИННОВАЦИОННО-ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Игорь Николаевич ДУБИНА[a], Ольга Владимировна КОЖЕВИНА[b], Анна Александровна ЧУБ[c,•]

[a] доктор экономических наук, доцент кафедры международной экономики, математических методов и бизнес-информатики, Алтайский государственный университет, Барнаул, Российская Федерация
igor_dubina@yahoo.com

[b] доктор экономических наук, доцент научно-образовательного центра исследования эффективности и результативности управления, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
ol.kozhevina@gmail.com

[c] доктор экономических наук, доцент кафедры стратегического и антикризисного менеджмента, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация
AACHub@fa.ru

• Ответственный автор

История статьи:
Принята 10.07.2015
Принята в доработанном виде 22.08.2015
Одобрена 08.02.2016

УДК 332.1
JEL: O43, P25

Аннотация

Предмет и тема. В современных условиях уровень устойчивости развития любой социально-экономической системы определяется ее способностью генерировать и воспринимать различного рода инновации. В связи с этим особую актуальность приобретают проблемы формирования и эффективного функционирования пространственных инновационно-предпринимательских экосистем, представляющих собой сложные модели отношений экономических субъектов, участвующих в процессе создания и реализации инноваций и технологий, в рамках которых формируется специфическая институциональная среда, способствующая активизации инновационных процессов.

Цели. Целью статьи является формулировка основных теоретических положений исследования, которое в практической части ориентировано на разработку модели устойчивого развития пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы в условиях высокого уровня риска и неопределенности внешней среды.

Методология. Представление процесса устойчивого развития с позиций нелинейной динамики позволило определить его как динамическую устойчивость открытых систем, достигаемую за счет информационного обмена. На основе институционального подхода обозначена роль институциональной среды как адаптивного механизма пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы, который нивелирует функциональную и информационную разобщенность ее подсистем, обеспечивая тем самым процесс устойчивого развития на принципах системного компромисса. Исходя из тезиса о том, что способность к адаптации представляет собой главную содержательную сущность исследования многокритериальных задач, в качестве основы моделирования процесса устойчивого развития избраны теоретическая концепция тройной инновационной спирали, описывающая взаимодействие науки, государства и бизнеса при осуществлении инновационной деятельности, а также формальные методы из областей теории игр, оптимального распределения ресурсов, проектирования и проведения деловых управленческих игр.

Результаты. Сформулировано понятие пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы, обозначена роль институциональной среды в обеспечении процесса ее устойчивого развития, выявлены внешние и внутренние факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на данный процесс, выбран математический инструментарий, позволяющий смоделировать возможные направления развития пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы в условиях риска и неопределенности.

Выводы и значимость. Формирование оптимальной институциональной среды, обеспечивающей компромиссную реализацию не совпадающих целей экономических субъектов с различными статусами и функциями, выступает в качестве адаптационного механизма пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы, которая функционирует в условиях неопределенности внешней среды, способствует сбалансированности развития подсистем, повышая устойчивость и эффективность.

Ключевые слова:
инновационно-предпринимательская экосистема, устойчивое развитие, инновации, адаптивная институциональная среда, системный компромисс

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

В условиях глобальной политической, экономической и финансовой нестабильности, а также санкционных ограничений одной из наиболее важных стратегических задач, стоящих перед Российской Федерацией и ее субъектами, является достижение устойчивого развития на

инновационной основе, так как обеспечение конкурентоспособной экономики невозможно без внедрения новых технологий, которые становятся главной основой эффективности производства, улучшения качества товаров и услуг, ключевым условием повышения уровня жизни населения.

Зарубежная практика показывает, что страны, осуществляющие своевременное развитие человеческого, научно-технологического, производственного потенциала в перспективных направлениях формирования инновационной экономики, получают принципиальные конкурентные преимущества [1, 2], реализация которых позволяет экономическим субъектам (регионам, отраслям, предприятиям) обеспечить опережающий и устойчивый рост.

Также международный опыт свидетельствует, что скорость перехода к новому типу общественного воспроизводства и эффективность функционирования экономики инноваций определяются прежде всего интенсивностью развертывания инновационных процессов, формированием адекватной институциональной среды и планированием инновационного развития на территориальном уровне [3].

К сожалению, в настоящее время достаточно сложно говорить о существенных практических результатах, достигнутых в сфере инновационного развития экономики российских регионов.

Одна из основных проблем заключается в том, что структура российского сектора исследований и разработок не в полной мере отвечает потребностям системы обеспечения национальной безопасности и растущему спросу со стороны ряда сегментов предпринимательского сектора на передовые технологии.

В предпринимательской среде доминируют отсталые технологические уклады, низким остается уровень восприимчивости компаний к новым технологическим решениям, в значительной части организаций инновационная деятельность осуществляется ситуативно. Кроме того, предлагаемые результаты исследований и разработок не находят применения в российской экономике ввиду несбалансированности национальной инновационной системы.

Как показал анализ выборки субъектов Российской Федерации, в которую вошли наиболее и наименее инновационно активные регионы (табл. 1), отобранные путем ранжирования 83 субъектов по среднему уровню инновационной активности организаций[1], рассчитанной за 2011–2013 гг., степень дифференциации в инновационном развитии субъектов Российской Федерации остается крайне высокой. Так, разрыв в уровне инновационной активности организаций между самым инновационным регионом (Магаданская область) и субъектом с самым низким уровнем инновационной активности (Чеченская Республика) составляет 92 раза, в среднем же выделенные группы различаются в 5,5 раза.

Более того, существенна разница и в уровнях инновационной активности организаций между субъектами внутри каждой группы. В Магаданской области, занимающей первое место среди регионов-лидеров, доля организаций, осуществлявших технологические, маркетинговые инновации в два раза выше, чем в Республике Мордовия, расположившейся на десятой позиции.

Аналогичная ситуация наблюдается и в группе регионов-аутсайдеров. Доля инновационных организаций в Чеченской Республикой (83-е место) в 19 раз ниже, чем в Кемеровской области (74-е место).

Расчеты специалистов Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» также подтверждают вывод о высокой степени дифференциации российских регионов по уровню инновационного развития. Согласно итоговому российскому региональному инновационному индексу разница между Москвой, занимающей первое место с индексом 0,585 и Чеченской Республике, оказавшейся на последнем месте (индекс 0,156) составляет 3,57 раза (рис. 1).

Авторы солидарны с позицией отечественных специалистов [4–8], которые полагают, что переход России к экономике инноваций и обеспечение устойчивых тенденций социально-экономического роста при сохранении низкого уровня инновационной активности организаций и неравномерности инновационного развития территорий, являются крайне затруднительными.

Выступая сторонниками анализа проблем экономического развития с точки зрения

[1] В статье уровень инновационной активности организаций определяется согласно методологии Федеральной службы государственной статистики и рассчитывается как отношение числа организаций, осуществлявших технологические, организационные или маркетинговые инновации, к общему числу обследованных за определенный период времени организаций в регионе.

нелинейной динамики, авторы полагают, что в целях решения задачи обеспечения устойчивого развития российских регионов и страны в целом перспективным является использование основных положений концепции инновационно-предпринимательских экосистем [9].

Понятия инновационной экосистемы (ИЭС) и инновационно-предпринимательской экосистемы (ИПЭС) являются современным «гибридом» соответствующих понятий из областей экономики и биологии. Помимо основных участников (субъектов) таких экосистем (правительство, вузы и научно-исследовательские центры, предприятия и предприниматели, инновационные менеджеры, инвесторы, потребители инноваций и др.) в это понятие входит и комплекс условий, обеспечивающих их взаимодействие.

Понятия ИЭС и ИПЭС все активнее входят в современный научный оборот. Так, в международной исследовательской базе EBSCO Research на момент подготовки данной статьи (июль 2015 г.) было индексировано 152 научных статьи, использующих эти термины, Web of Science – 156 статей, Scopus – 2 089 публикаций. В то же время, учитывая общее количество публикаций по теме инноваций и инновационного развития (в названных базах данных таких публикаций насчитывается сотни тысяч), следует отметить, что подобные понятия пока еще не являются общепризнанными и широко распространенными.

Инновационно-предпринимательская экосистема – это многослойная, мультимодальная и многосторонняя система, охватывающая взаимодополняющие и усиливающие друг друга инновационные институты и кластеры знаний, которые основаны на человеческом и интеллектуальном капитале, сформированном под воздействием социального капитала и подкрепляемом капиталом финансовым [10]. Ее подсистемы состоят из «строительных блоков» – объединений инновационных сетевых структур и кластеров знаний. Эти блоки группируются во фракталы знаний и инновационные структуры на основе объединения запасов и потоков человеческого, социального, интеллектуального и финансового капиталов [10].

В силу разноуровневости ИПЭС в них присутствуют и соэволюционируют различные парадигмы знаний, а также способы их получения и использования.

Суть концепции ИПЭС состоит в том, что на примере анализа закономерностей развития биологических систем живой природы изучается класс сложных динамических систем любого типа (биологических, социальных, экономических и др.), важнейшим свойством структуры которых является относительная устойчивость. При этом последняя рассматривается не как устойчивость равновесных структур типа кристаллических образований, а как «сохранение в изменении», то есть динамическая устойчивость открытых систем, достигаемая за счет информационного обмена.

Указанный тезис формулируется исходя из предпосылки о том, что абсолютно устойчивая система не способна к развитию, так как, подавляя все отклонения, при любом внешнем или внутреннем воздействии она возвращается к точке равновесия, поэтому для перехода к новой структуре система в какой-то момент должна стать неустойчивой. Однако перманентная неустойчивость – это другая крайность, которая также вредна для системы, как и гиперустойчивость, ибо она исключает «память» системы (наследственность), то есть адаптивное закрепление полезных для выживания в данной среде характеристик.

Согласно мнению многих ученых, право на существование имеют только устойчивые системы (неустойчивые сразу распадаются), но развиваются только те из них, которые способны на какой-то период времени становиться неустойчивыми под влиянием возмущений, влекущих за собой появление у системы новых признаков. Именно в неустойчивом, неравновесном состоянии система способна к самоорганизации, в нем активизируются процессы самоускорения, реакции на изменения и адаптацию посредством развертывания «петли положительной обратной связи».

Таким образом, «развитие через неустойчивость» обеспечивает устойчивость на более высоком уровне, ввиду того что структура системы, трактуемая как наследственность, способна сохранять идентичность и одновременно адаптироваться к происходящим изменениям и воздействию новых условий.

В настоящее время положения указанной концепции получили достаточно широкое распространение в западных странах [11–13], однако российские исследователи в основном рассматривают ее применительно к проблематике

активизации инновационной деятельности в вузах[2] [14, 15].

Таким образом, перспективы и возможности использования теории инновационно-предпринимательских экосистем в качестве концептуальной основы формирования источников устойчивого развития субъектов Российской Федерации изучены недостаточно, что и обусловливает актуальность исследований в этой предметной области.

По нашему мнению, приложение концепции инновационно-предпринимательских экосистем на уровень территории (региона, страны) возможно следующим образом.

Прежде всего целесообразно сформулировать понятие пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы, которую следует определить как сложную открытую динамическую систему, в рамках которой формируется специфическая институциональная среда адаптивного типа, учитывающая стратегические задачи данной системы и способствующая активизации процессов расширенного воспроизводства инноваций, технологий и человеческого капитала.

Использование формулировки «пространственная инновационно-предпринимательская экосистема» представляется в данном случае наиболее корректным с той точки зрения, что при необходимости это даст возможность применять ее к образованиям различного уровня (государства, региона, кластера, предприятия).

Основываясь на позиции D. Jackson [12], которая в рамках инновационной экосистемы выделяет исследовательскую и коммерческую экономику, устойчивое развитие пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы представим как процесс ее поступательного движения, в рамках которого на основе организационно-экономических связей между экономическими субъектами формируется специфическая институциональная среда адаптивного типа, позволяющая ей в динамических условиях сохранять сбалансированное соотношение между исследовательской и предпринимательской подсистемами (рис. 2).

Под институциональной средой адаптивного типа будем понимать определенным образом упорядоченную совокупность институтов, организаций и их взаимосвязей, образующих институциональное пространство инновационно-предпринимательской экосистемы, обусловленное влиянием процессов внутренней интеграции экономических субъектов, экзогенных факторов, где на основе системы стимулов и механизмов регулирования обеспечиваются нивелирование функциональной, а также информационной разобщенности элементов экосистемы, ориентация ее движения в направлении устойчивого развития путем формирования побудительных мотивов к интеграции организаций, входящих в состав исследовательской и предпринимательской подсистем, и стимулирования инновационной деятельности экономических субъектов.

В состав институциональной среды предлагается включить:

- формальные институты (правовые нормы), регулирующие как инновационную, так и предпринимательскую деятельность;
- неформальные институты, существующие в форме морально-нравственных норм поведения граждан и культуры предпринимательства;
- органы общественного принуждения и контроля, представленные судебной системой, силовыми структурами и общественными организациями;
- инфраструктурные организации (венчурные фирмы, инвестиционные фонды и др.);
- коммуникационные каналы, представляющие собой реальные или виртуальные линии связи и институциональные сети, по которым происходит движение информационных потоков между элементами пространственной ИПЭС [16].

При этом в числе экзогенных и эндогенных факторов, оказывающих влияние на поведение экономических субъектов, осуществляющих свою деятельность в рамках пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы, следует выделить:

- прямую государственную поддержку и управление инновационной деятельностью на макроуровне и мезоуровне;

[2] *Иванова А.В.* Формирование предпринимательской экосистемы университета: новые вызовы // Сборник трудов международной научно-практической конференции. Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 63–69.

- преференции на ранних этапах создания бизнеса;
- поддержку НИОКР и инновационного предпринимательства в рамках частно-государственного партнерства;
- страхование финансовых рисков;
- льготы для инвесторов (бизнес-ангелов);
- правовое поле стартапов;
- самоорганизацию процессов и отношений;
- развитие бизнес-компетенций;
- моделирование принятия решений в бизнес-системе;
- согласованность с трендами устойчивого развития;
- предпринимательский климат, формируемый на основе развития инфраструктуры и предпринимательской культуры.

Воздействие указанных факторов ведет к возрастанию компонентов и связей системы, усложнению институциональной среды и инфраструктуры, что вызывает необходимость в согласовании интересов и принятии решений с учетом ограниченности ресурсов, несовпадении ожиданий и высокого уровня неопределенности. В связи с этим возможность адаптации пространственной ИПЭС существенно снижается. С ограничением адаптивных процессов тесно связан принцип компромисса, заключающийся в невозможности одновременного поддержания всех функций и подсистем целостного организма на оптимальном уровне.

Следует подчеркнуть, что компромиссная реакция является не очень хорошим приспособлением к строго определенному фактору. Однако в условиях неопределенности внешних воздействий такая реакция означает некоторую приспособляемость к различным факторам, с которыми может встретиться данная система [17].

Основным вопросом при анализе пространственной ИПЭС является вопрос о том, как ее основные участники могут взаимодействовать друг с другом для эффективного производства и реализации новых идей, в том числе в условиях рисков и неопределенности социально-экономической среды, посредством нелинейного, многоэтапного, конструктивного диалога для достижения системного компромисса их интересов, целей и стратегий. В поиске ответа на этот вопрос обратимся как к теоретическим исследованиям формирования и развития пространственной ИПЭС, так и к формальным методам из областей теории игр, оптимального распределения ресурсов, проектирования и проведения деловых управленческих игр.

В качестве одной из первых концептуальных моделей ИПЭС может рассматриваться концепция так называемой тройной спирали инноваций (Triple Helix), описывающая взаимодействие науки, государства и бизнеса при осуществлении инновационной деятельности [18]. Основой ИПЭС, согласно этой модели, является многоуровневое и нелинейное взаимодействие науки (университеты), промышленности (предприятия) и государства (правительство). Данная концепция отражает «поворот» от доминирующей в индустриальной экономике диады «промышленность – государство» к повышению роли университетов и тройному спиральному взаимодействию в триаде «наука – промышленность – государство», в котором университеты проявляют себя не только как генераторы знаний в классическом понимании, но и как инициаторы инноваций [19].

Авторы данной концепции акцентировали «многослойное сетевое взаимодействие» и «смешанную организацию» в ИПЭС. Позднее концепция тройной спирали расширялась за счет включения гражданского общества с такими элементами, как средства массовой информации, культурные нормы и ценности [10]. Добавление четвертой спирали аргументировалось тем, что на ИПЭС оказывают влияние культура и ценности общества, с одной стороны, и способы формирования и трансляции общественного мнения средствами массовой коммуникации, с другой. В качестве пятой спирали исследователи также добавляли природную окружающую среду, изменение которой также оказывает влияние на ИПЭС [20]. Такое развитие исходной прототипной модели ведет к концепции N-компонентной инновационной спирали [21].

Одним из ключевых моментов ИПЭС, так же как в биологической экосистеме, является обеспечение ее устойчивого равновесного состояния. В этом контексте мы считаем целесообразным обращение к теоретико-методологическим принципам теории игр, которая определяется как логико-

математическая теория разработки стратегических решений в условиях конкуренции, риска и неопределенности, теория оптимального и эффективного рационального поведения, теория разрешения конфликтов и поиска компромиссов [22].

Применение теории игр предполагает, что каждый игрок (лицо, принимающее решение) стремится к достижению собственной цели (например, максимизации прибыли, доли рынка или социального благосостояния), но при этом учитывает, как может и будет действовать другой игрок. В частности, при анализе, моделировании и проектировании ИПЭС могут использоваться такие фундаментальные принципы теории игр, как аллоцентризм и равновесие Нэша.

Аллоцентризм характеризует стремление человека ставить себя на место других людей, чтобы лучше понять их мотивы и интересы; это фокусирование внимания и действия в первую очередь на других людях. Равновесие Нэша – это такая стратегическая ситуация (конфигурация стратегий игроков), из которой ни один игрок не заинтересован выходить, то есть в такой ситуации ни у одного из игроков нет стимула изменять выбранную стратегию. Джон Нэш, лауреат Нобелевской премии по экономике 1993 г., математически доказал, что любая игра с конечным числом игроков и конечным числом стратегий имеет равновесие с указанными ранее свойствами. С практической точки зрения это означает, что если у нас есть информация о стимулах и других поведенческих детерминантах игроков, мы можем определить их оптимальные (наилучшие) стратегии с точки зрения равновесной конфигурации по Нэшу [23].

Одной из новых и перспективных концепций принятия решений, базирующихся на теории игр, является принцип системного компромисса. Компромисс в самом широком смысле означает соглашение на основе взаимных уступок, разрешающее некий конфликт и в определенной степени удовлетворяющее все стороны. Понятие и принцип системного компромисса были впервые сформулированы (математически) в работах [24, 25].

Применение этого принципа направлено на многокритериальное решение проблем межуровневых конфликтов в социально-экономических системах, участники которой располагают неполной и асимметричной информацией о множествах выбора решений. Особенностью подхода, в отличие от классических принципов теории игр, является то, что наряду с множествами локальных стратегических переменных, контролируемых отдельными участниками систем, учитываются общие переменные, полным правом независимого выбора которых не обладает ни один из участников. При этом участники асимметрично информированы относительно множества общих переменных и в общем случае никто из них не располагает полной информацией.

Такой подход предполагает необходимость передачи и обмена информацией на всех уровнях системы, расширение многовариантного сотрудничества и сокоординации всех участников, оптимизации распределения и перераспределения их полномочий, разрешения как внутриуровневых, так и внутрисистемных противоречий. На основе такого подхода рассматриваются сложные конфликты, разрешение которых требует значительных усилий и затрат средств, изменения стратегических парадигм и режимов функционирования.

Безусловно, ИПЭС является такой системой, что делает актуальным применение принципа системного компромисса для анализа, моделирования и проектирования ее эффективного функционирования.

Для поиска вариантов реализации системного компромисса в ИПЭС была разработана базовая формальная теоретико-игровая модель взаимодействия основных субъектов ИПЭС. За основу взята концепция тройной инновационной спирали с дополнительным включением в нее инвесторов и непосредственных потребителей инноваций.

Также была разработана соответствующая деловая игра «От лаборатории – к рынку» для обучения, моделирования и анализа способов и возможностей взаимодействия субъектов ИПЭС на многосторонней основе через многоуровневую коммуникацию для достижения системного компромисса в условиях риска и неопределенности.

Основные цели создания и проведения игры «От лаборатории – к рынку»:

1) создание игровой образовательной платформы для понимания действий основных участников инновационного процесса (государство, университеты, бизнес, инвесторы, потребители инноваций), которые могут и должны

взаимодействовать для достижения компромисса путем эффективного диалога в предпринимательской и инновационной среде, подразумевающей риски и неопределенность;

2) разработка инструмента моделирования процесса принятия решений основными заинтересованными игроками в условиях риска и неопределенности за счет анализа возможных стратегий и разработок новых комбинаций стратегических решений в процессе взаимодействия участников игры для определения оптимальных или субоптимальных стратегий университетов по продвижению и реализации их научно-исследовательских проектов;

3) подготовка платформы для взаимодействия реальных участников инновационного процесса и разработка тактики и стратегии их действий.

Участники деловой игры:

- государство (регулятор ИПЭС, инициатор проектов, инвестор) – 1 группа;
- университеты (инициатор проектов, ученые и разработчики технологий) – 2–4 группы;
- предприниматели (инноваторы, реализующие разработки) – 2–4 группы;
- инвесторы – 2–4 группы;
- потребители инноваций (потребители инноваций, инвестор) – 1 группа.

Существует пул инновационных проектов (требующих НИОКР, массового тиражирования и коммерциализации), характеризуемых ожидаемыми затратами и доходностью. Каждая группа участников имеет определенные ресурсы. Частью ресурсов группа может распоряжаться самостоятельно, другой частью – по согласованию и в координации с некоторыми другими участниками. Каждая группа может взаимодействовать с другими группами. Результаты такого взаимодействия определяют выбор проектов и успешность их реализации.

В этой игре одновременно существуют сотрудничество и конкуренция. Цель каждой группы заключается в выборе наилучшего решения для удовлетворения собственных интересов, но с учетом потребностей и мотивов других игроков (теоретико-игровой принцип аллоцентризма).

Формально игра задается следующими входными параметрами:

- n – количество игроков (групп);
- R_i – количество ресурсов, доступных игроку i, $i = 1,\ldots, n$;
- m – количество инновационных проектов в игре;
- $CD_{\min j}$, $CD_{\max j}$ – соответственно минимальные и максимальные затраты на разработку проекта j, $j = 1,\ldots, m$;
- $CI_{\min j}$, $CI_{\max j}$ – соответственно минимальные и максимальные затраты на производство и реализацию инновационного проекта j;
- ER_j – ожидаемый доход от проекта j;
- α – доходность инвестиций в безрисковый проект.

В реальных ситуациях инновации сопровождаются риском и неопределенностью. Эта игра имитирует риски и неопределенности на всех рассматриваемых этапах с использованием случайных переменных (μ, φ, ξ).

Решения игроков:

- X_{ij} – ресурсы, направляемые игроком i для разработки проекта j, $i = 1,\ldots, n$; $j = 1,\ldots, m$;
- Y_{ij} – ресурсы игрока i для реализации проекта j, $i = 1,\ldots, n$; $j = 1,\ldots, m + 1$;
- Y_{im+1} – ресурсы, направляемые игроком i в безрисковый проект.

Выходные параметры игры:

- $FD_j = \Sigma_i X_{ij}$ – ресурсы для разработки проекта j;
- p_j – вероятность успешного развития проекта j, $0 \le p_j \le 1$; $p_j = (FD_j - CD_{\min j}) / (CD_{\max j} - CD_{\min j})$;
- μ – случайная величина, полученная с помощью функции RAND () MS Excel, $0 \le \mu \le 1$; при $\mu \le p$ проект успешно разрабатывается и потенциально может принести результат для инвестора; если $\mu > p$, проект не может быть разработан и инвестор не получит прибыли от проекта;
- $F_{ij} = \Sigma_i Y_{ij}$ – ресурсы для реализации проекта j;
- q_j – вероятность успешного развития проекта j, $0 \le q_j \le 1$; $q_j = (F_{ij} - CI_{\min j}) / (CI_{\max j} - CI_{\min j})$;

- φ – случайная величина, полученная с помощью функции RAND () MS Excel, $0 \leq \varphi \leq 1$; если $\varphi \leq q$, проект успешно реализуется и приносит доход инвестору; если $\varphi > q$, проект не будет реализован;
- ξ – случайная величина, которая характеризует коммерческий успех реализованного проекта, полученная с помощью функции RAND () MS Excel или НОРМРАСП (...);
- RR_j является реальным доходом, полученным от проекта j, и может отличаться от ожидаемого дохода ER_j; например, если ξ генерируется RAND (), $0 \leq \xi \leq 1$, результат может быть вычислен как $RR_j = ER_j$ (1,5 ξ), и в этом случае реальный доход может отличаться от ожидаемого дохода на 50% в большую и меньшую стороны;
- доход игрока i от инвестирования в безрисковый проект: $NR_i = Y_{im+1}$ (1 + α);
- общий доход, полученный от венчурных (инновационных) проектов: $TRI = \Sigma_j RR_j$ (i = 1,…, n; j = 1,..., m);
- общий доход в игре (ВВП): $TR = TRI + \Sigma_i NR_i$.

Основываясь на такой формализации, можно рассчитать результаты всех игроков в соответствии с их целевыми функциями.

С помощью этой игры предоставляется возможность проанализировать поведение всех основных участников ИПЭС при разных наборах исходных данных и условий. В конечном итоге мы получаем большое количество возможных ситуаций, можно прогнозировать результаты тех или иных решений игроков.

Эта игра разрабатывалась в Университете им. Мартина Лютера (Галле, Германия) в рамках программы академической мобильности DAAD и тестировалась в студенческих группах Алтайского государственного университета. Пилотная игра с участием репрезентативных игроков, представляющих реальных участников ИРЭС, была организована и проведена при поддержке IREX на базе Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана и Московской школы управления Сколково в мае 2015 г.

Пилотная игра, в частности, отчетливо показала значительный коммуникационный барьер между основными участниками ИПЭС, нежелание и неготовность поиска и выхода на системный компромисс. По-видимому, это типичная проблема не только для российских ИПЭС, но и ряда других стран с развивающейся экономикой.

Разработанная игра может служить эффективным инструментом аллоцентризма для лучшего понимания мотивов, интересов, возможных стратегий и способов взаимодействия участников ИПЭС и достижения системного компромисса в ИПЭС. В настоящее время начато тиражирование данной игры в российских вузах, территориальных органах власти и коммерческих структурах.

Изложенный материал представляет собой рамочную теоретическую основу для дальнейшего проведения практической части исследования, целью которого является апробация математической модели устойчивого развития пространственной ИПЭС в условиях высокого уровня риска и неопределенности внешней среды.

В заключение еще раз перечислим основные тезисы, которые, по мнению авторов, являются принципиальными для дальнейшей работы.

Пространственная ИПЭС представляет собой вероятностную динамическую систему, охватывающую процессы производства, обмена, распределения, потребления и накопления инновационного, технологического, а также человеческого капитала. Достижение цели устойчивого развития системы обусловлено тенденциями внешней среды и ее адаптивными свойствами как объекта управления.

Устойчивое развитие представляет собой многофакторный флуктуационный процесс эволюции и трансформации пространственных ИПЭС. Как свидетельствуют достижения науки последних десятилетий, социально-экономические системы развиваются по законам нелинейной динамики, для которой характерно изменение состояния системы во времени и нарушение экономического равновесия. Неравновесность представляется всеобщей формой организации пространственных инновационно-предпринимательских систем, возникающей под воздействием внешней среды.

При этом сами инновационные экосистемы становятся важным контекстом для повышения эффективности предпринимательства. Субъекты предпринимательства сталкиваются с набором проблем, связанных с необходимостью сбалансировать цели и приоритеты,

установленные руководителем экосистем, с целями и приоритетами нового предприятия. Чтобы успешно сбалансировать требования, установленные инновационной экосистемой, с целями предприятий в условиях системного компромисса, предпринимателям важно ориентироваться на саморегулирование процессов и понимание своей потенциальной роли в этих процессах [26, 27].

Таким образом, управление устойчивым развитием пространственных ИПЭС необходимо осуществлять на основе гармонизации поведения агентов, принимающих решения в условиях неопределенности и риска. В силу разнородности сред и подсистем пространственных ИПЭС, а также различия интересов и целей их субъектов успешная реализация совокупного потенциала их развития возможна лишь на основе принципов системного компромисса.

Источниками роста инновационно-предпринимательской экосистемы являются не только внутренний потенциал системы управления, ресурсы и динамические способности, но и внешние факторы развития, в частности, межрегиональные и межотраслевые хозяйственные связи, активная инновационная политика на общегосударственном и региональном уровнях с поддержкой наукоемких производств, интегрированность в международный рынок.

Предпринимательский климат, формируемый на основе развития инфраструктуры и предпринимательской культуры, является одним из важнейших условий привлечения инвестиций для инновационного развития и повышения конкурентоспособности того или иного региона.

Таблица 1

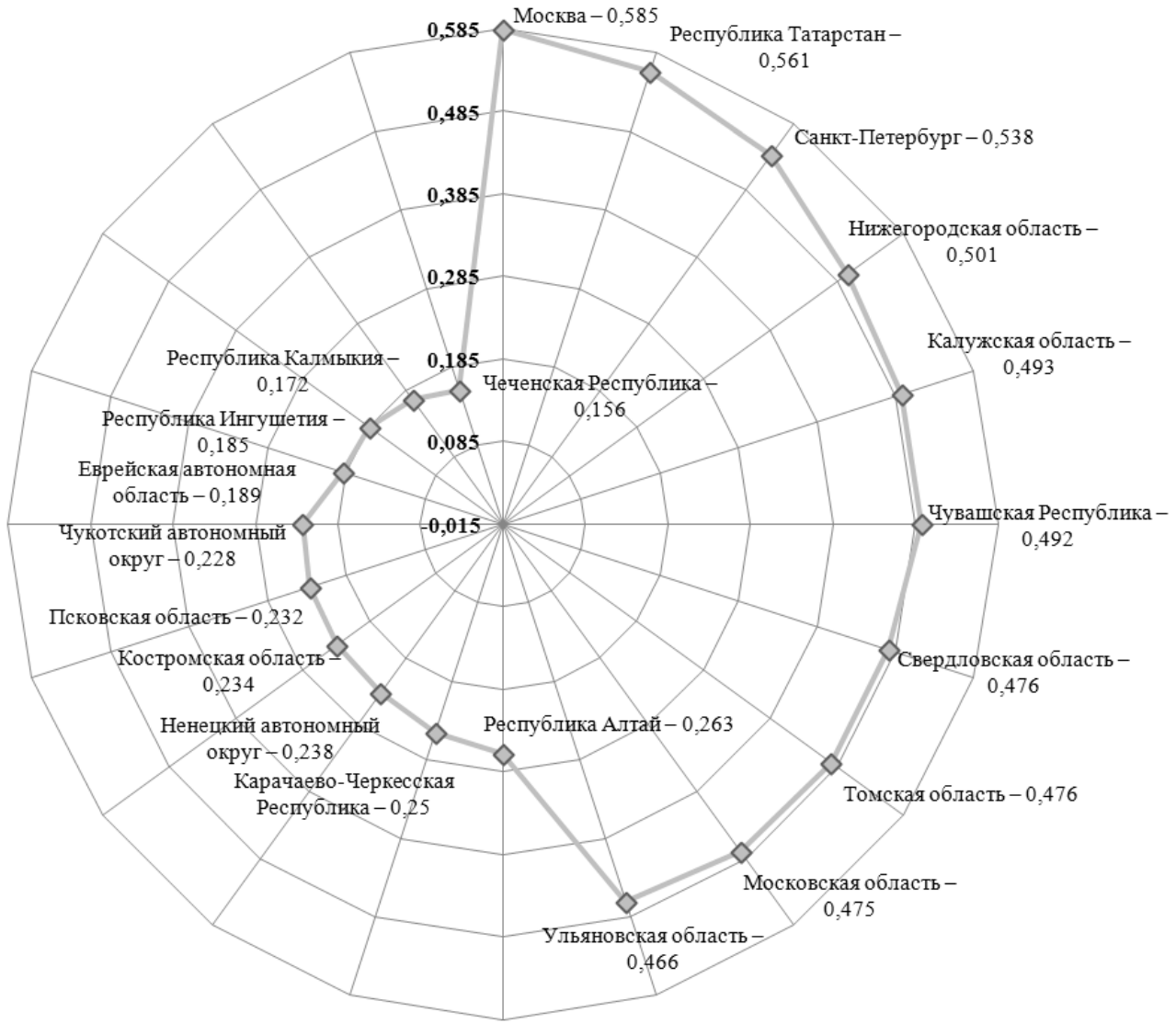
Субъекты Российской Федерации с наибольшей и наименьшей долей организаций, осуществлявших технологические, организационные или маркетинговые инновации в общем количестве обследованных организаций

Место	Объект анализа	Средний уровень инновационной активности
Регионы с высоким уровнем инновационной активности		
1-е	Магаданская область	27,6
2-е	Республика Алтай	20
3-е	Камчатский край	19,9
4-е	Республика Татарстан	19,4
5-е	Санкт-Петербург	18,6
6-е	Москва	18,5
7-е	Чукотский автономный округ	18,47
8-е	Чувашская Республика	18,3
9-е	Нижегородская область	15,9
10-е	Республика Мордовия	14,1
	Среднее значение	19,1
Регионы с низким уровнем инновационной активности		
74-е	Кемеровская область	5,7
75-е	Республика Северная Осетия – Алания	5,1
76-е	Республика Тыва	4,9
78-е	Сахалинская область	3,8
79-е	Карачаево-Черкесская Республика	3,3
80-е	Забайкальский край	2,8
81-е	Республика Калмыкия	2,4
82-е	Республика Ингушетия	2
83-е	Чеченская Республика	0,3
	Среднее значение	3,4

Источник: рассчитано авторами по данным Росстата

Рисунок 1

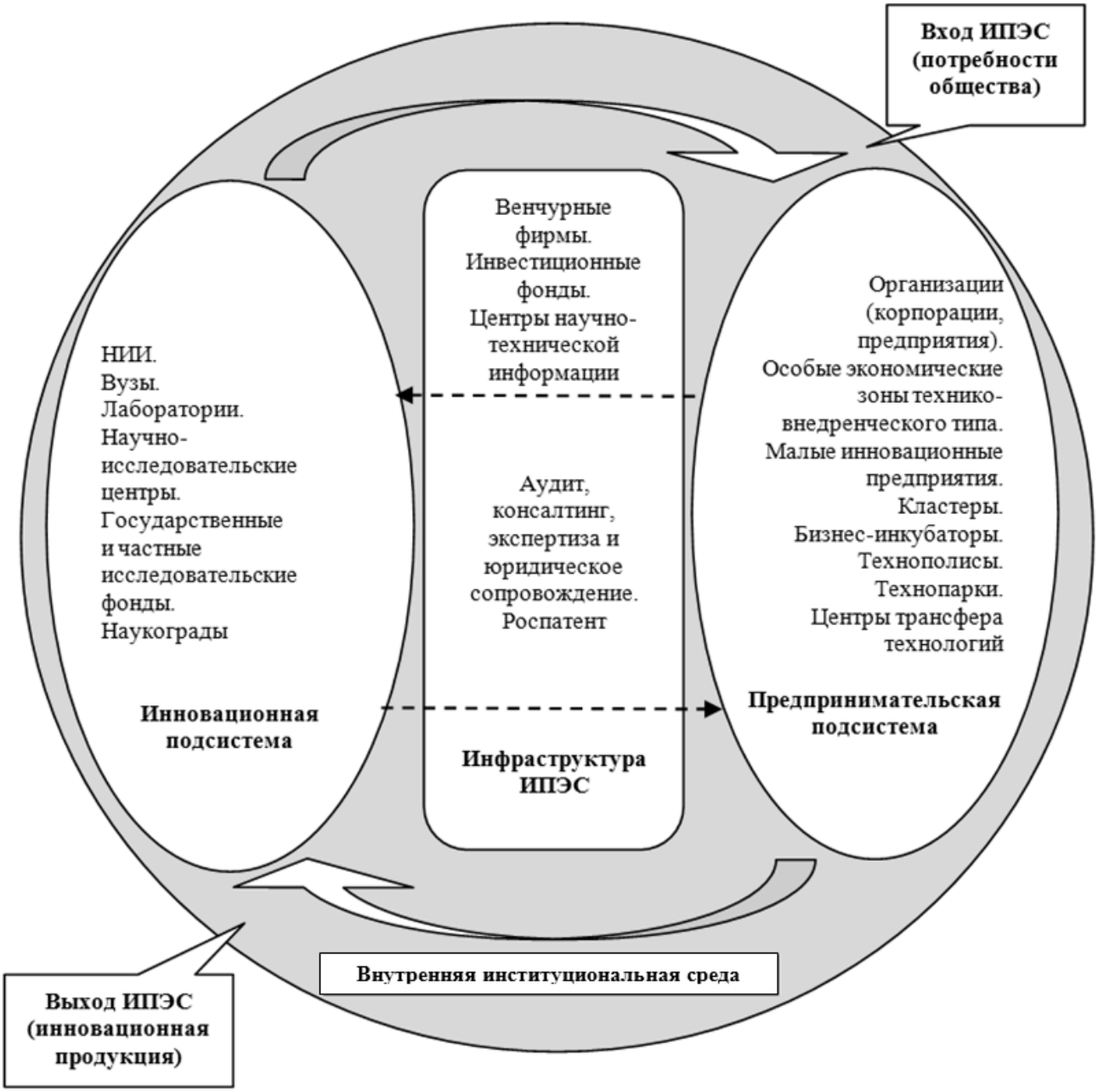
Дифференциация российских регионов по уровню инновационного развития



Источник: составлено авторами по данным НИУ ВШЭ за 2014 г.

Рисунок 2

Структура пространственной инновационно-предпринимательской экосистемы (ИПЭС)



Список литературы

1. *Lonsdale J.* Entrepreneurship: an International Introdution // The International Journal of Entrepreneurship and Innovation. 2013. Vol. 14. № 2. P. 130–130.

2. *Sukharev O.* Institutional Change, Efficiency and Structure of Economy. Lambert Academic Publishing, 2011. 124 p.

3. *Mian S., Fayonlle A., Lamine W.* Building sustainable regional platforms for incubating science and technology businesses: Evidence from U.S. and French science and technology parks // *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation.* 2012. Vol. 13. № 4. P. 235–247.

4. *Бендиков М.А., Хрусталёв Е.Ю.* Механизмы государственного регулирования инновационной сферы российской экономики // Менеджмент в России и за рубежом. 2006. № 6. С. 108–120.

5. *Бухвальд Е.М.* Российский федерализм на критическом рубеже развития // Вопросы экономики. 2008. № 9. С. 70–83.

6. *Глазьев С.Ю.* Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. М.: Экономика, 2010. 255 с.

7. Движение регионов России к инновационной экономике // под ред. А.Г. Гранберга, С.Д. Валентея. М.: Наука, 2006. 402 с.

8. *Сорокин Д.Е.* Проблемы структурной перестройки российской экономики в условиях глобального кризиса // Российский экономический журнал. 2009. № 6. С. 39–42.

9. *Кожевина О.В., Сиротенко М.В.* Муниципальное образование как объект управления экономическим пространством региона // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 2-2. С. 335–338.

10. *Carayannis E., Campbell D.* “Mode 3” and “Quadruple Helix”: toward a 21st century fractal innovation ecosystem // International Journal of Technology Management. 2009. № 46(3-4). P. 201–234.

11. *Moore J.F.* Predators and Prey: A New Ecology of Competition // Harvard Business Review. 1993. May/June. P. 75–86.

12. *Jackson D.J.* What is an Innovation Ecosystem? URL: http://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf.

13. *Carayannis E.* Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation, and Entrepreneurship. Springer Reference, 2013. 1941 p.

14. *Кизеев В.М., Хачин С.В., Иванченко М.А., Абабий Н.С.* Опыт развития инновационной экосистемы в техническом университете // ИнВестРегион. 2013. № 3. С. 7–12.

15. *Мошкин И.В.* Предпринимательская экосистема инновационного университета. URL: http://www.management61.ru/index.php?do=static&page=moshkinstat4.

16. *Чуб А.А.* Регионы России: факторы устойчивости и институциональные предпосылки развития в условиях глобализации. М.: РИОР; ИНФРА-М, 2015. 232 с.

17. *Уголев А.М.* Естественные технологии биологических систем. Л.: Наука, 1987. 317 с.

18. *Etzkowitz H., Leydesdorff L.* The Triple Helix: University–Industry–Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development // EASST Review. 1995. № 14(1). P. 14–19.

19. *Ranga M., Etzkowitz H.* Triple Helix Systems: Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society // Industry and Higher Education. 2013. № 27(4). P. 237–262.

20. *Carayannis E.G., Barth T.D., Campbell D.F.J.* The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation // Journal of Innovation and Entrepreneurship. 2012. № 1(2). P. 1–12.

21. *Park H.W.* Transition from the Triple Helix to N-Tuple Helices? An interview with Elias G. Carayannis and David F.J. Campbell // Scientometrics. 2014. № 99. P. 203–207.

22. *Дубина И.Н.* Основы теории экономических игр. М.: КноРус, 2010. 208 с.

23. *Дубина И.Н., Карайянис Э.* Активизация инновационной деятельности в странах с развивающейся экономикой: теоретико-игровые и экспериментально-игровые подходы для разработки и совершенствования инновационной политики // Менеджмент в России и за рубежом. 2014. № 6. С. 3–11.

24. *Алгазин Г.И.* Математические модели системного компромисса. Барнаул: Алтайский государственный университет, 1999. 133 с.

25. *Алгазин Г.И.* Модели системного компромисса в социально-экономических исследованиях. Барнаул: Азбука, 2009. 239 с.

26. *Nambisan S., Baron R.* Entrepreneurship in Innovation Ecosystems: Entrepreneurs' Self-regulatory Processes and Their Implications for New Venture Success // Entrepreneurship: Theory and Practice. 2013. Vol. 37. Iss. 5. P. 1071–1097.

27. *Twiss B.* Managing Technological Innovation. FT PrenticeHall Press, 1992. 338 p.

ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

Economic Advancement

INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP ECOSYSTEMS AS A FACTOR OF SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT

Igor' N. DUBINA[a], Ol'ga V. KOZHEVINA[b], Anna A. CHUB[c,•]

[a] Altai State University, Barnaul, Altai Krai, Russian Federation
igor_dubina@yahoo.com

[b] Financial University under Government of Russian Federation, Moscow, Russian Federation
ol.kozhevina@gmail.com

[c] Financial University under Government of Russian Federation, Moscow, Russian Federation
AACHub@fa.ru

• Corresponding author

Article history:
Received 10 July 2015
Received in revised form
22 August 2015
Accepted 8 February 2016

JEL classification: O43, P25

Keywords: innovation, entrepreneurship, ecosystem, sustainable development, adaptive institutional environment

Abstract

Importance Formation and efficient functioning of spatial innovation and entrepreneurship ecosystems have recently become very important. The ecosystems represent complex models of interaction of economic actors involved in creating and implementing innovation and technologies within which the specific institutional environment that boosts innovation processes is being developed.

Objectives The aim of the paper is to formulate basic theoretical tenets of the research, which, in its practical part, focuses on building a model of sustainable development of spatial innovation and entrepreneurship ecosystem under high risk and uncertainty of external environment.

Methods A basis of modeling the process of sustainable development is a theoretical concept of the triple helix of innovation. It describes the interaction of science, government and business in innovative activities, and formal methods employed in the game theory, optimal resource allocation and business management games.

Results We formulated a concept of spatial innovation and entrepreneurship ecosystem, a role of institutional environment in promoting its sustainable development. Furthermore, we identified external and internal factors that have the most significant impact on the process, and selected mathematical tools to simulate possible areas of spatial innovation and entrepreneurship ecosystem's development under risk and uncertainty.

Conclusions The optimal institutional environment ensuring the compromise implementation of mismatched goals of economic actors, having different status and functions, acts as an adaptation mechanism of the spatial innovation and entrepreneurship ecosystem. The system operates under uncertainty of external environment and contributes to balanced development of subsystems thus enhancing stability and efficiency.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

References

1. Lonsdale J. Entrepreneurship: an International Introduction. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 2013, vol. 14, no. 2, p. 130.

2. Sukharev O. Institutional Change, Efficiency and Structure of Economy: A Monograph. LAP Lambert Academic Publishing, 2011, 124 p.

3. Mian S., Fayonlle A., Lamine W. Building Sustainable Regional Platforms for Incubating Science and Technology Businesses: Evidence from U.S. and French science and technology parks. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 2012, vol. 13, no. 4, pp. 235–247.

4. Bendikov M.A., Khrustalev E.Yu. Mekhanizmy gosudarstvennogo regulirovaniya innovatsionnoi sfery rossiiskoi ekonomiki [Mechanisms of State regulation of innovation sector of the Russian economy]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom = Management in Russia and Abroad*, 2006, no. 6, pp. 108–120.

5. Bukhval'd E.M. Rossiiskii federalizm na kriticheskom rubezhe razvitiya [Russian federalism at the critical stage of development]. *Voprosy Ekonomiki*, 2008, no. 9, pp. 70–83.

6. Glaz'ev S.Yu. *Strategiya operezhayushchego razvitiya Rossii v usloviyakh global'nogo krizisa* [Russia's strategy of rapid development under the global crisis]. Moscow, Ekonomika Publ., 2010, 255 p.

7. *Dvizhenie regionov Rossii k innovatsionnoi ekonomike* [The movement of Russian regions towards innovation-driven economy]. Moscow, Nauka Publ., 2006, 402 p.

8. Sorokin D.E. Problemy strukturnoi perestroiki rossiiskoi ekonomiki v usloviyakh global'nogo krizisa [Problems of the Russian economy's restructuring under the global crisis]. *Rossiiskii ekonomicheskii zhurnal = Russian Economics Journal*, 2009, no. 6, pp. 39–42.

9. Kozhevina O.V., Sirotenko M.V. Munitsipal'noe obrazovanie kak ob"ekt upravleniya ekonomicheskim prostranstvom regiona [Municipality as an object of region's economic space management]. *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta = News of Altai State University*, 2011, no. 2-2, pp. 335–338.

10. Carayannis E., Campbell D. "Mode 3" and "Quadruple Helix": Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 2009, no. 46(3-4), pp. 201–234.

11. Moore J.F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*, 1993, May/June issue, pp. 75–86.

12. Jackson D.J. What is an Innovation Ecosystem? Available at: http://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf.

13. Carayannis E. Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation, and Entrepreneurship. Springer Reference, 2013, 1941 p.

14. Kizeev V.M., Khachin S.V., Ivanchenko M.A., Ababii N.S. Opyt razvitiya innovatsionnoi ekosistemy v tekhnicheskom universitete [Experience in developing the innovation ecosystem at the technical university]. *InVestRegion = Innovative Bulletin Region*, 2013, no. 3, pp. 7–12.

15. Moshkin I.V. *Predprinimatel'skaya ekosistema innovatsionnogo universiteta* [Entrepreneurship ecosystem of innovative university]. Available at: http://www.management61.ru/index.php?do=static&page=moshkinstat4. (In Russ.)

16. Chub A.A. *Regiony Rossii: faktory ustoichivosti i institutsional'nye predposylki razvitiya v usloviyakh globalizatsii* [Regions of Russia: factors of stability and institutional preconditions for development under the global economy]. Moscow, RIOR Publ., INFRA-M Publ., 2015, 232 p.

17. Ugolev A.M. *Estestvennye tekhnologii biologicheskikh sistem* [Natural technologies of biological systems]. Leningrad, Nauka Publ., 1987, 317 p.

18. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Triple Helix: University–Industry–Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*, 1995, no. 14(1), pp. 14–19.

19. Ranga M., Etzkowitz H. Triple Helix Systems: an Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society. *Industry and Higher Education*, 2013, no. 27(4), pp. 237–262.

20. Carayannis E.G., Barth T.D., Campbell D.F.J. The Quintuple Helix Innovation Model: Global Warming as a Challenge and Driver for Innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2012, no. 1(2), pp. 1–12.

21. Park H.W. Transition from the Triple Helix to N-Tuple Helices? An interview with Elias G. Carayannis and David F.J. Campbell. *Scientometrics*, 2014, no. 99, pp. 203–207.

22. Dubina I.N. *Osnovy teorii ekonomicheskikh igr* [Fundamentals of the theory of economic games]. Moscow, KnoRus Publ., 2010, 208 p.

23. Dubina I.N., Carayannis E. Aktivizatsiya innovatsionnoi deyatel'nosti v stranakh s razvivayushcheisya ekonomikoi: teoretiko-igrovye i eksperimental'no-igrovye podkhody dlya razrabotki i sovershenstvovaniya innovatsionnoi politiki [Nurturing innovation in emerging economies: a game-theoretic and experimental gaming approaches for innovation policy development and improvement]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom = Management in Russia and Abroad*, 2014, no. 6, pp. 3–11.

24. Algazin G.I. *Matematicheskie modeli sistemnogo kompromissa* [Mathematical models of a system compromise]. Barnaul, Altai State University Publ., 1999, 133 p.

25. Algazin G.I. *Modeli sistemnogo kompromissa v sotsial'no-ekonomicheskikh issledovaniyakh* [Models of system compromise in socio-economic research]. Barnaul, Azbuka Publ., 2009, 239 p.

26. Nambisan S., Baron R. Entrepreneurship in Innovation Ecosystems: Entrepreneurs' Self-regulatory Processes and Their Implications for New Venture Success. *Entrepreneurship: Theory and Practice*, 2013, vol. 37, iss. 5, pp. 1071–1097.

27. Twiss B. Managing Technological Innovation. FT PrenticeHall Press, 1992, 338 p.