

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет» (ПГУ)

Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых,
Н. В. Шмелева

Промышленные и территориальные экосистемы в контексте устойчивого развития

Монография

Пенза
Издательство ПГУ
2022

УДК 310.190.2(0.75.8)

Г18

Р е ц е н з е н т ы :

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой экономики промышленности
Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова
А. В. Быстров;

доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой логистики и управления
Казанского национального исследовательского
технологического университета
А. И. Шинкевич

Гамидуллаева, Лейла Айваровна.

Г18

Промышленные и территориальные экосистемы в контексте устойчивого развития : монография / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2022. – 160 с.

ISBN 978-5-907521-69-8

Предложены оригинальные положения, которые смогут внести определенный вклад в теоретическое осмысление и дальнейшее становление и развитие теории отраслевых и территориальных социально-экономических систем. Рассмотрены вопросы управления промышленными предприятиями, комплексами и региональными экономическими системами с точки зрения экосистемной концепции в контексте повестки устойчивого развития и открытых инноваций.

Издание представляет интерес для экономистов и менеджеров органов государственной власти, а также специалистов, имеющих отношение к региональной экономике и политике.

УДК 310.190.2(0.75.8)

ISBN 978-5-907521-69-8

© Пензенский государственный
университет, 2022

© Гамидуллаева Л. А., Толстых Т. О.,
Н. В. Шмелева, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Г л а в а 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ.....	10
1.1. Анализ и оценка современного состояния трансфера технологий в РФ	10
1.2. Содержание понятия «экосистема» в социально- экономических исследованиях: анализ подходов	20
1.3. Сетевые модели трансфера технологий. Инновационные экосистемы на микро-, мезо- и макроуровнях	29
1.4. Инструменты оценки и анализа участников экосистемного взаимодействия	44
Г л а в а 2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И КОМПЛЕКСАМИ В РАМКАХ ЭКОСИСТЕМНОЙ КОНЦЕПЦИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОТКРЫТЫХ ИННОВАЦИЙ	56
2.1. Авторская концепция промышленных экосистем	56
2.2. Методические подходы к оценке устойчивости развития экосистемы.....	67
2.3. Оценка претендентов на роль акторов промышленной экосистемы «Технологии для повышения качества жизни» на основе метода анализа иерархий	77
2.4. Энтропийная модель оценки акторов экосистемы минерально-сырьевого комплекса.....	87

Г л а в а 3. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АКТОРОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	94
3.1. Территориальные экосистемы как перспективный подход к территориальному развитию.....	94
3.2. Энтропийная модель устойчивого развития промышленных и территориальных экосистем	105
3.3. Пример оценки устойчивости территориальных экосистем	121
3.4. Городские социально-экономические экосистемы: концептуальные характеристики и формирующиеся направления исследований.....	130
Заключение.....	145
Список литературы.....	147

Введение

Охватившие весь мир цифровые технологии способствовали формированию ряда тенденций: это и переоценка базовых ценностей, и рост социального, экономического и информационного неравенства, и экологические катастрофы [1]. К важнейшему мировому тренду можно также отнести устойчивое развитие социально-экономических систем, о котором говорится в докладе Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию (1987 г.). Кроме того, современные условия, в которых происходят международные экономические процессы, характеризуются высокой степенью неопределенности макроэкономических, геополитических и эпидемиологических процессов. Санкционное давление Запада, обостренное пандемией, вызванной новой коронавирусной инфекцией COVID-19, привело к тому, что практически все страны оказались в некоторой точке бифуркации, из которой возможны разные траектории развития как в прогрессивном, так и в регрессивном направлении. Это приводит к объективной необходимости поиска новых организационно-экономических механизмов, интеграторов инновационного и научно-технологического развития участников экономических отношений на основе преимущественно внутреннего ресурсного потенциала в ответ на большие вызовы и угрозы.

Фундаментальные вызовы меняют подходы к развитию социально-экономических систем в сторону:

- смены парадигмы от «человек для экономики» на «экономика для человека»;
- трансформации среды обитания через триаду «природа–технология–культура»;
- трансформации нового мирового уклада как результата гуманитарно-технологической революции.

Участники рынка в современных условиях вынуждены не только реагировать на вызовы, но и предугадывать их. Это требует поиска новых поведенческих моделей, новых подходов и механизмов экономического развития.

В докладе Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию (1987) под «устойчивым развитием» («sustainable development») понимается развитие, при котором нынешнее поколение удовлетворяет свои потребности, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять собственные нужды и собственные потребности [2]. Это значит, что стратегия каждого участника рынка, ориентированного на долгосрочное развитие, должна обеспечивать сбалансированное триединство экономической, социальной и экологической составляющих. При этом в условиях цифровизации ключевым фактором развития, безусловно, выступают инновации. Данный факт обуславливает необходимость решения сложной и противоречивой задачи, состоящей, с одной стороны, в неизбежности социально-экономических изменений под влиянием научно-технического прогресса, а с другой – в необходимости поддержания устойчивого развития, когда сохраняются функциональные особенности и структура компонентов социально-экономических систем на всех уровнях и одновременно обеспечивается достаточный уровень качества жизни людей. Возникает противоречие, которое требует глубокого осмысления и научного решения.

Инновационное устойчивое развитие – это такое развитие, при котором создаются благоприятные условия (организационно-экономические механизмы, научно-техническая база, мотивационные и стимулирующие механизмы) для генерации и реализации инновационной деятельности, внедрения научных и технологических разработок в производство, продвижения наукоемкой продукции на рынок [3]. Поиск моделей, обеспечивающих синергетический симбиоз различных участников

рынка, стимулирующих инновационное устойчивое развитие каждого актора (участника), ведется не один десяток лет. Однако следует признать, что, несмотря на все усилия, проблема остается нерешенной и требуется дальнейшая ее теоретико-методологическая разработка.

С развитием концепции «открытых инноваций» менеджмент компаний все больше ориентируется на результат вне зависимости от места их создания и происхождения вовлеченных ресурсов [4]. В рамках открытых инноваций в экономике доминируют крупные компании, формируя инновационные рынки и сети. Малые и средние компании, включая стартапы, располагают более ограниченными финансовыми и кадровыми ресурсами, ориентированы на короткую временную перспективу, и как правило испытывают трудности с реализацией инновационных стратегий. Такие предприятия сталкиваются либо с необходимостью выделения значительных затрат на привлечение высококвалифицированного персонала, инициирование и реализацию проектов, либо с зависимостью от внешних источников информации, знаний, компетенций, технологий. При этом текущая ситуация осложняется усилением последствий воздействия больших вызовов и угроз. Эти обстоятельства вместе с началом нового цикла технологического развития приводят к жесточайшему дефициту финансовых ресурсов, высококвалифицированных кадров, инновационного высокотехнологичного оборудования и др. Именно поэтому в последние несколько лет в научной среде активно исследуется и дискутируется экосистемная модель взаимодействия предприятий.

Экосистемная модель посредством добровольного партнерского объединения различных акторов позволяет формировать особую дружелюбную среду для генерирования и реализации инновационных проектов в самых разных областях [5]. Это позволяет участникам экосистемы быть открытыми к внешним

вызовам через интеграцию ресурсов, знаний, информации, технологий, компетенций, обеспечивая принципы своего устойчивого развития. Такой подход позволяет развивать парадигму открытых инноваций через систему соответствующих принципов, когда выгоды от сетевого взаимодействия получают все компании-участники, независимо от их размера и вида деятельности. В основе новой формирующейся экономической парадигмы лежат трансформация процессов взаимодействия между экономическими агентами и построение экосистем с высокой экономической эффективностью. При этом важнейшее значение имеет интеграция, в рамках которой различные системы взаимодействуют друг с другом и создают ценность из различных потоков данных.

Эффект от экосистемы проявляется в случае, когда технологии стимулируют передачу знаний в бизнес-среде, а также ведут к повышению производительности внутри компании, в цепочке поставщиков и между отраслями, и к устойчивому развитию каждого из участников экосистемы.

Говоря о парадигме открытых инноваций, очевидно, что на микроуровне открытые инновации являются преимуществом для любой компании, независимо от размеров и отраслевой принадлежности, драйвером в условиях глобализации экономической деятельности. С макроэкономических же позиций возникает вопрос: способствуют ли они превращению роста на базе инноваций в выигрыш для всех участников экосистемного взаимодействия?

Четырехзвенная спираль инноваций предполагает взаимодействие власти, бизнеса, науки и общества в процессе производства инноваций. Важнейшим ее системообразующим элементом является ресурс знаний, который в результате циркуляции, т.е. обращения между социальными подсистемами, превращается в инновации и результаты интеллектуальной деятельности, реализуемые в обществе и экономике [6].

Соответственно, возникает еще один дискуссионный вопрос в рамках концепции открытых инноваций, который состоит в определении уровня возникающих прямых и спилловер эффектов в рамках глобальных цепочек создания стоимости, характеризующихся сложными многовекторными потоками знаний между производителями и поставщиками оборудования, продукции, технологий, знаний в экосистемах, их зависимость от институциональных особенностей территорий, где зарождаются конкретные экосистемы.

Научная гипотеза исследования состоит в том, что важное народнохозяйственное значение в современных условиях имеет задача инновационного развития экосистем на основе формирования экосистемного взаимодействия акторов и стейкхолдеров, обеспечивающего быструю и эффективную реализацию инновационных проектов, бизнес-идей, бизнес-процессов, позволяющих прогнозировать и принимать оптимальные для каждого участника управленческие решения. Эта задача находится в плоскости приоритетов Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в части разработки теоретико-методологической основы, методического инструментария и научно-практических рекомендаций по реализации концепций интегративного управления инновационно-технологическим развитием в условиях больших вызовов.

Научная новизна и значимость исследования состоят в разработке концептуальных и методических аспектов формирования взаимодействия акторов в экосистемах на отраслевых (в контексте промышленных экосистем) и территориальном (в контексте городских и региональных экосистем) уровнях. Это позволяет внести определенный вклад в теоретическое осмысление активно развивающейся экосистемной концепции, а также операционализировать ее использование на микро-, мезо- и макроуровне экономике в условиях перехода к целям устойчивого развития.

Глава 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ

1.1. Оценка современного состояния трансфера технологий в РФ

В России ключевую роль в государственной поддержке процесса трансфера технологий играют структуры, относящиеся к категории «институты развития», которые являются инструментами государственной политики, стимулирующими инновационные процессы и развитие инфраструктуры. Основными представителями таких структур являются ОАО «Российская венчурная компания», Государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий», Фонд содействия инновациям, Фонд Сколково. Основная цель институтов развития – преодоление так называемых «провалов рынка» для решения задач, которые не могут быть оптимально реализованы рыночными механизмами, для обеспечения устойчивого экономического роста и диверсификации экономики. Их деятельность в сфере поддержки трансфера технологий отличается по тематическим приоритетам, а также целевым группам потенциальных получателей содействия. В мае 2016 г. решением Правительства РФ было создано Агентство по технологическому развитию, основной целью которого является создание условий для осуществления трансфера отечественных и иностранных технологий и развития высокотехнологичного производства промышленной продукции на территории Российской Федерации. В период с 2000 по 2020 г. в РФ было предпринято

несколько инициатив по реализации сетевых моделей трансфера технологий.

Стратегической целью создания сети трансфера является объединение усилий участников сети для стимулирования развития промышленной кооперации, трансфера технологий и знаний между промышленными предприятиями, научными организациями и высшими учебными заведениями [7]. Основными задачами сети являются:

- продвижение инноваций, содействие в передаче результатов интеллектуальной деятельности, а также прав на их использование между физическими и юридическими лицами с целью их последующего внедрения и/или коммерциализации;
- выявление промышленных предприятий, научных организаций, высших учебных заведений, заинтересованных в технологическом сотрудничестве, и оказание им содействия в преодолении барьеров, связанных с реализацией проектов по трансферу технологий;
- поиск партнеров для технологической кооперации;
- расширение технологической кооперации путем вовлечения в производственный процесс большего числа предприятий промышленности;
- выявление и использование технологических рыночных ниш для реализации инновационных решений и продукции (технологий);
- развитие рынка инжиниринговых услуг;
- создание благоприятных условий для развития связей и интегрирование малых и средних промышленных предприятий в экономическую систему.

Перечень основных функций сети трансфера технологий [8]:

1. Стимулирование трансфера технологий (выявление компаний, заинтересованных в международном технологическом

сотрудничестве и оказание им содействия в коммерциализации технологий).

2. Информационно-консультационная поддержка по вопросам технологического сотрудничества (стандартизация, сертификация, «проверка партнеров», привлечение финансирования в научно-технологические проекты).

3. Поддержка коллабораций, ориентированных на промышленное и научно-технологическое сотрудничество.

4. Продвижение в рамках сети различных финансовых инструментов для поддержки проектов по трансферу технологий.

5. Объединение существующих организаций, профессионально занимающихся трансфером технологий, в сети вместо создания новых.

6. Формирование среды для эффективной коммуникации между всеми участниками сети, в том числе инновационными посредниками.

7. Использование специализированной ИТ-платформы, с помощью которой взаимодействуют участники сети (координатор, посредники, компании), а также предоставляются on-line услуги.

8. Привлечение финансирования для поддержки функционирования сети, включая затраты, связанные с координацией сети, методической поддержкой участников сети, сертификацией, продвижением сети, привлечением новых участников.

В связи с тем, что трансфер технологий – это сложный и многомерный процесс, механизмы технологического трансфера, как правило, делятся на четыре группы:

- 1) трансфер технологий через их лицензирование;
- 2) трансфер технологий через движение человеческого капитала;
- 3) трансфер технологий через сотрудничество в сфере НИОКР и инноваций;

4) создание стартап компаний с привлечением сторонних инвесторов (венчуров, бизнес-ангелов) (start-up, spin-off, spin-on).

Существуют три базовые модели развития центров по продвижению технологий [9]:

1) центры трансфера технологий (ЦТТ) являются самостоятельным юридическим лицом, учредителем которого могут быть несколько организаций. Эта модель направлена, прежде всего, на продвижение инноваций в регионы путем формирования благоприятной среды для налаживания связей между научно-исследовательскими организациями, вузами и хозяйствующими субъектами;

2) ЦТТ создается на базе конкретного вуза или научно-исследовательской организации и не является самостоятельным юридическим лицом [10]. В данном случае деятельность центра направлена исключительно на результаты научно-исследовательской деятельности – конкретного университета и заключается в обслуживании администрации университета, представителей фирм, органов исполнительной власти, отдельных ученых, инженеров, изобретателей, предпринимателей, т.е. всех лиц, заинтересованных в коммерциализации интеллектуальных ресурсов университета;

3) ЦТТ является одним из ключевых участников (акторов) многоуровневой инновационной экосистемы. Роль и функции ЦТТ будут зависеть от уровня экосистемы.

В результате проведенного исследования было установлено, что на практике применяются следующие сетевые модели трансфера технологий:

1. Сеть как инструмент поддержки реализации инновационных проектов транснационального трансфера технологий, а также европейских научно-технологических программ. Наиболее успешным примером здесь является Европейская сеть

поддержки предпринимательства. Также в эту группу можно включить различные ассоциации (сети), объединяющие организации поддержки инновационного бизнеса (бизнес-инкубаторы, инновационные центры, технопарки), созданные в рамках национальных инновационных программ.

2. Сеть технологических брокеров – ассоциация, объединяющая профессионалов в сфере трансфера технологий.

3. Специализированные (тематические) сети трансфера технологий, создаваемые как специальные проекты. Пример: центр трансфера технологий РАН и РОСНАНО.

4. Технологические маркетплейсы – сети, реализующие концепцию открытых инноваций и объединяющие заказчиков и провайдеров технологических решений. Пример: «Российская сеть трансфера технологий».

Оценка результативности деятельности по трансферу технологий в соответствии с индикаторами результативности, используемыми в Enterprise Europe Network (EEN), позволила выделить наиболее эффективные российские ЦТТ [11, 12]. Это, прежде всего, центры трансфера технологий, созданные на базе НИИ и университетов, имеющих статус НИУ. Рассмотрим наиболее успешные и интересные практики.

Работа Северо-западного центра трансфера технологий (СЗЦТТ) направлена на выстраивание «конвейера» по серийному созданию и «выращиванию» стартапов. На базе научно-технических разработок Центр создает стартовые малые инновационные компании с целью доработки технологии до коммерческого состояния и дальнейшей продажи компании, лицензии или патентов (рис. 1).

Центр трансфера технологий и коммерциализации Новосибирского государственного университета (НГУ) обеспечивает комплексное развитие инновационной экосистемы университета, синхронизацию работы с объектами инновационной

инфраструктуры региона, а также развитие кооперации НГУ с высокотехнологичным бизнесом. Особенностью ЦТТ НГУ является высокий уровень сетивизации НГУ – сертифицированный член российской сети по трансферу технологий (RTTN), региональный центр RTTN по работе с Юго-Восточной Азией; официальный участник партнерской сети АНО «Агентство по технологическому развитию» и соглашения о сотрудничестве в сфере создания и функционирования Евразийской сети трансфера технологий, активным пользователем международных сетей трансфера технологий Innoget, IPI Singapore. Это формирует дополнительные эффективные маркетинговые каналы по продвижению технологических решений на рынки России, стран СНГ, Западной Европы и стран Юго-Восточной Азии.

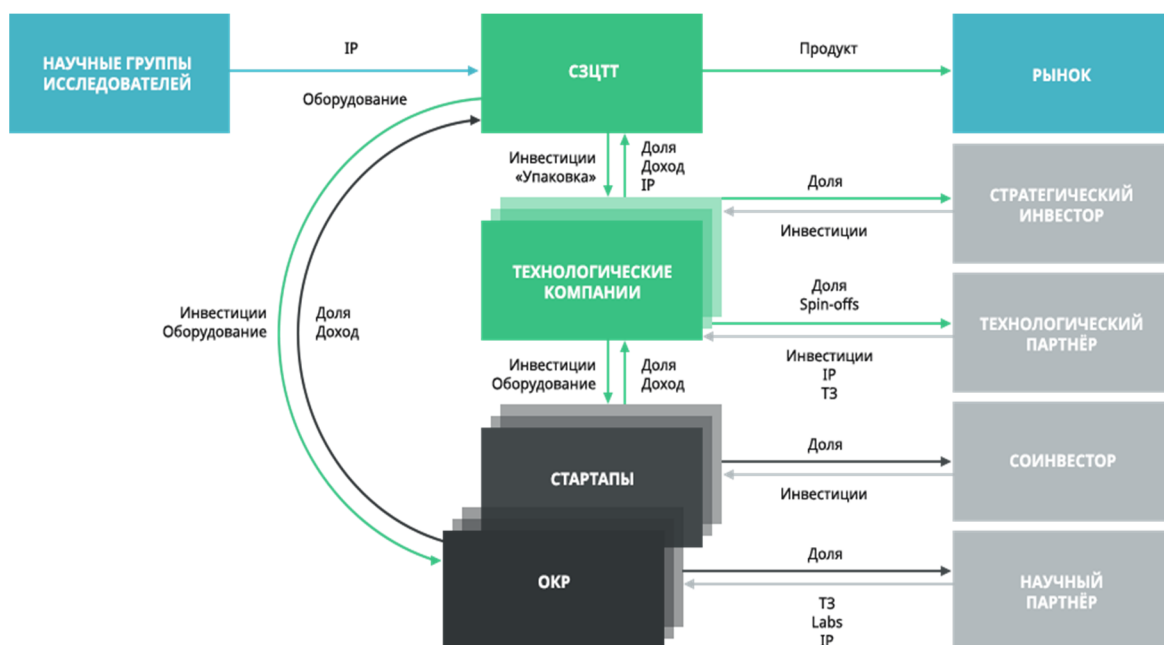


Рис. 1. Бизнес-модель СЗЦТТ [13]

Центр трансфера технологий Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова¹ специализируется

¹ Центр трансфера технологий МГУ им. М. В. Ломоносова. URL: <http://www.ctt.msu.ru/>

на управлении интеллектуальной собственностью: патентования, лицензирования, развития бизнеса и правовых вопросов [13]. Деятельность ЦТТ МГУ курируется Управлением инновационной политики и международного сотрудничества.

Центр технологического трансфера ВШЭ² был создан в 2018 г. по инициативе Федеральной антимонопольной службы Российской Федерации. Целью Центра является развитие конкуренции, инновационной среды и технологического предпринимательства в Российской Федерации, в частности, содействие повышению глобальной конкурентоспособности агротехнологического сектора России.

Деятельность Центра включает:

1) отбор заинтересованных получателей технологического трансфера от компании «Байер АГ» на основании лицензионного соглашения молекулярных средств и гермоплазмы в рамках исполнения Предписания ФАС России;

2) создание учебно-научного центра биотехнологий растений на базе российской научной организации для обучения заинтересованных получателей трансфера технологий, а также других компаний;

3) реализацию дополнительных специальных проектов, направленных на развитие российского сектора аграрных биотехнологий.

В Московском физико-техническом институте создана технологическая экосистема предпринимательства, в которой ЦТТ наряду с бизнес-инкубаторами, лабораторией инноватики, является одним из элементов экосистемы. В Санкт-Петербургском государственном университете разработана программа «Трансфер технологии за 8 шагов».

Центр трансфера перспективных технологий (ЦТПТ) Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов (ВОИР)

² Центр технологического трансфера ВШЭ. URL: <https://ctt.hse.ru/>

создали платформу, работающую по принципу «Единого окна», для внесения изобретательских и инновационных предложений и проектов.

«Единое окно» – это один из механизмов ВОИР, деятельность которого направлена на сбор, экспертизу и рассмотрение поступающих инновационных проектов и предложений на предмет их возможной совместной реализации с предприятиями-партнерами ВОИР.

Развитая инновационная инфраструктура Московского института электронной техники стала основой для формирования целого кластера малых и крупных научно-производственных предприятий, которые активно участвуют в научно-образовательной деятельности вуза и функционируют в рамках единых стратегических приоритетов, связанных с продвижением отечественной электронной продукции и разработок в особо важных областях. Совместно с Департаментом инвестиционной и промышленной политики города Москвы реализован крупномасштабный проект «Технополис»³.

Деятельность Центра коммерциализации технологий НИТУ «МИСИС»⁴ направлена на формирование системы решения научно-технических задач индустрии, создание устойчивой и эффективной модели сотрудничества науки и промышленности для инновационного развития российских и зарубежных предприятий. В университете были сформированы стратегические академические единицы (САЕ) с учетом результатов научно-образовательного форсайта. Идеологической основой создаваемой единицы стала принятая для всех видов деятельности университета концепция CDIO (Conceive –

³ Особая экономическая зона «Технополис «Москва». URL: <https://technomoscow.ru/investor> (дата обращения 14.12.2021).

⁴ Центр коммерциализации технологий НИТУ «МИСИС». URL: <https://misis.ru/business/cct/>

Design – Implement – Operate). САЕ «Зеленые технологии для ресурсосбережения» – одна из пяти стратегических академических единиц НИТУ «МИСиС». Во всех САЕ присутствуют образовательная, научная и инновационная компоненты. Вместе с тем каждая САЕ имеет свою функцию и вносит свой вклад в развитие университета. Например, САЕ «Зеленые технологии для ресурсосбережения» является междисциплинарной единицей с фокусом на инновации в области инжиниринга. Основной вклад в развитие университета САЕ «Зеленые технологии для ресурсосбережения» вносит за счет реализации комплексных инженерных проектов для промышленных заказчиков.

САЕ «Зеленые технологии для ресурсосбережения» сотрудничает с другими единицами в части разработки новых материалов из вторичного сырья (рис. 2).



Рис. 2. Экосистемная модель трансфера технологий по направлению «Зеленые технологии для ресурсосбережения»

Источник: составлено авторами

Единица выступает интегратором компетенций университета при реализации комплексных проектов, служит единой точкой входа для промышленных заказчиков.

САЕ «Зеленые технологии для ресурсосбережения» связана с САЕ «Промышленный дизайн и технологии реиндустриализации экономики» общей концепцией самодостаточного мегаполиса, способного оказывать минимальное воздействие на окружающую среду.

В результате исследования российских центров трансфера технологий для детального анализа был выбран пример ЦТТ Томского государственного университета (ТГУ) в создании системы трансфера⁵. ЦТТ ТГУ, используя все возможности структурных подразделений, смог обеспечить баланс интересов государства, бизнеса и науки. ТГУ одним из первых высших учебных заведений приступил к внедрению модели «Университет 3.0», основная миссия которой – коммерциализация знаний и технологий. Такой университет управляет правами интеллектуальной собственности, формирует предпринимательскую экосистему, перспективные технологические рынки, превращается в площадку создания экономического превосходства страны на глобальном уровне.

Университетская экосистема трансфера и предпринимательства нацелена на развитие у студентов и сотрудников университета желания и возможности внедрения продуктов в реальное производство и производственные цепочки у промышленных партнеров. Инновационные проекты и продукты – это один из инструментов самореализации и достижения сотрудников и команд, коллективов, университета в целом.

Блоки экосистемы предпринимательства:

- работа с начинающими предпринимателями, результатом которой является приобретение предпринимательских

⁵ Центр трансфера ТГУ. URL: <http://www.tsu.ru>

компетенций сотрудниками и студентами, а также создание непосредственно рыночных компаний;

- сервисный блок, связанный с обеспечением поддержки инновационной деятельности подразделений университета, развития технологических проектов.

Фокусировка:

- создание предпринимательской среды внутри университета и сети техноброкеров;
- создание концепт-продуктов рынка B2C, которые продаются производителям или вкладываются (стартап) в виде IP;
- создание упакованных предложений рынка B2B, системы продаж технологий;
- создание сервисов, которые могут продавать услуги университета бизнесу, власти, международным организациям.

Таким образом, эффективность внедрения инноваций находится в прямой зависимости от результативности трансфера технологий, поскольку передача технологий является первоначальным этапом инновационного процесса, оказывающая влияние на все последующие стадии его реализации.

1.2. Содержание понятия «экосистема» в социально-экономических исследованиях: анализ подходов

В настоящее время приходится наблюдать многообразие процессов, связанных с форсированным стимулированием новых путей развития экономики через цифровизацию, инновации и др. Кроме того, налицо смещение акцентов экономической политики в сторону учета экологических факторов в производстве и потреблении, что декларируется повесткой устойчивого

развития ООН, а также стремление к снижению дисбалансов, приводящих к неравномерному развитию территориальных систем.

Эти обстоятельства способствуют развитию новых оригинальных теоретических подходов, объясняющих происходящие социально-экономические процессы. Одним из них является подход социально-экономических экосистем. Понятие «социально-экономическая экосистема» пришло на смену таким аналитическим конструкциям в экономических исследованиях, как отрасль, кластер, сеть и другие [14], фактически став новым субъектом социально-экономических отношений.

Часто метафора «экосистема» отражает тенденцию в научных исследованиях описывать явление агломерационного воздействия территорий (городские, региональные, муниципальные, национальные экосистемы) и отраслей экономики (экосистема сельского хозяйства, промышленности, транспорта, финансовая экосистема и др.), объединений фирм (бизнес-экосистемы, предпринимательские экосистемы) или видов деятельности (услуги, инновации, цифровые экосистемы).

Несмотря на значительное число трактовок понятия «экосистема» в литературе, общепринятое определение до сих пор не сформулировано. Понятие экосистемы в биологии было предложено А. Тенсли в 1935 г., который определил ее как биосистему, включающую совокупность живых организмов, среду их обитания и систему связей. Разработка феномена экосистемы была осуществлена в результате научного синтеза ряда представлений, сформировавшихся в рамках плоскости общей теории систем, марксистской теории, эволюционной теории, а также теории экологии и концепции устойчивого развития. Продуктами такого синтеза стали фундаментальные представления о том, что в экосистемах осуществляется организованный круговорот вещества и энергии, благодаря чему обеспечивается

системное

саморазвитие, формирующиеся в них связи отличаются органичностью и сбалансированностью, процессы в таких системах не приводят к разрушению внешней среды. Выросшая на основе этих представлений концепция развития экосистем была дополнена результатами прорывов в информационных и биологических технологиях. В дальнейшем содержание указанной концепции было обогащено ресурсами теории инновационной системы, что дало возможность раскрыть преобразовательный потенциал экосистем сначала на макроуровне, а затем и на других уровнях организации связей участников экономики [15]. Утверждение интеллектуального капитала в качестве ключевого фактора современных преобразований привело к интенсивному развитию теории данного капитала и, соответственно, к формированию особого направления исследования экосистем – экологии идей и креативного потенциала общества.

По мнению авторов [16], экосистема – это «развивающаяся совокупность акторов, видов деятельности, артефактов (продуктов, ресурсов, технологий, услуг и др.), а также институтов и взаимосвязей, включающих комплементарные и взаимозаменяемые отношения, представляющие высокую значимость для инновационной производительности как отдельных акторов, так и популяций акторов». Некоторые авторы [17–19] рассматривают экосистему как сеть сотрудничающих и конкурирующих фирм, которые предлагают связанные продукты и услуги. Г. Б. Клейнер рассматривает экосистему как локализованный в пространстве комплекс неконтролируемых иерархически организаций, бизнес-процессов, инновационных проектов и инфраструктурных систем, взаимодействующих между собой в ходе создания и обращения материальных и символических благ и ценностей, способный длительно и самостоятельно функционировать за счет кругооборота указанных благ и систем [20].

В свою очередь А. Ю. Яковлева [21] трактует определение инновационной экосистемы как сетевое сообщество, выступающее катализатором взаимодействия участников для трансформации, обмена, распространения и эффективного распределения знаний и иных ресурсов.

Особую популярность экосистемный подход приобрел в условиях цифровой трансформации экономики и общества, когда доминирующим фактором в развитии предприятий, организаций, территорий стала эффективность процессов трансфера технологий, информации и знаний. Мировой опыт перехода к цифровой экономике описан в трудах отечественных ученых В. В. Иванова и Г. Г. Малинецкого [22].

Анализируя определения экосистемы с позиции теории систем, можно увидеть очень разные позиции исследователей. В ряде публикаций экосистема понимается как продолжение развития кластеров. Некоторые авторы считают, что инновационная экосистема – это различные формы организации экономической деятельности, связанные между собой специфическими видами взаимодополняемости. Такое определение, по сути, является аналогом кластерных промышленных симбиозов и не отражает принципиального от них отличия. Другая исследовательская позиция в определении экосистем связана с работами Дж. Ф. Мур [19]. Здесь под экосистемами понимается экономическое сообщество, поддерживаемое базисом из взаимодействующих экономических единиц, являющихся организациями предпринимательского мира, что также не вносит ясности в цели и принципы их формирования.

В современной экономике принципами формирования и саморазвития экосистем стали сетевое равноправие совокупности акторов, их самоорганизация в условиях инновационной среды, создание и воспроизводство такой среды в результате закрепления рациональных связей между акторами, обменивающимися энергией, знаниями, технологиями и др. Динамичное развитие экосистем, их диверсификация и растущая представительность

в различных сферах свидетельствуют об адекватности данной формы организации связей требованиям новой реальности [23].

Существующие в настоящее время трактовки понятия «экосистема» можно классифицировать по подходам, представленным в табл. 1.

Таблица 1

Анализ подходов к определению понятия «экосистема»

Подход	Содержание понятия	Мнение авторов
Экосистема как горизонтальная модель объединения акторов	Экосистема (предпринимательская, отраслевая, инновационная, цифровая) как добровольная совокупность предприятий, комплексов, развитие кластеров, формирующаяся по линии коллаборативных взаимодействий, опирающихся на долгосрочные договоренности участников типа отношений контрактного типа. Это обеспечивает участникам кластера равенство позиций при принятии решений, позволяя выходить на согласованную стратегию действий по каждому конкретному проекту [25]	Такое определение максимально точно отражает принципы, заложенные в суть понятия экосистемы, предложенного Артуром Тенсли (1935). Это принципы самоорганизации, добровольности, коллаборации, сотрудничества. Горизонтальные экосистемы можно считать эволюционным развитием кластеров. Примерами таких экосистем можно назвать интеллектуальные экосистемы Кремниевой долины в США или Сколково в России. Горизонтальные экосистемы формируются вокруг крупных университетов или предприятий, генерирующих новые идеи, технологии, материалы

Подход	Содержание понятия	Мнение авторов
Экосистема как сочетание двух форматов межфирменных связей объединения акторов	Экосистема как сочетание вертикально-горизонтальных отраслевых взаимодействий игроков как участников продуктовых цепочек и их горизонтальных институциональных взаимодействий как участников коллаборации. Как правило, вертикальное группирование компаний происходит по определенным стадиям производства продукта в цепочке добавленной стоимости, а горизонтальные отраслевые связи формируются на каждом уровне цепочки [24]	Такую модель экосистемы можно считать эволюционным развитием промышленных или торговых сетей. Соблюдение классических принципов экосистем здесь возможно при гармоничном балансе горизонтального и вертикального форматов. Преобладание вертикальных взаимодействий нивелирует все преимущества экосистемной модели. Данный подход может выступать основой для формирования муниципальных экосистем
Экосистемная компания	Экосистема – это компания-создатель продукта, компании-носителя бренда, формирующей философию предложения товаров и услуг и объединяющей в себе группу предприятий и организаций. На практике общий продукт экосистемы не является результатом деятельности одного	По сути это псевдоэкосистема. В этом случае решающим фактором в объединении предприятий и организаций является технологический инструмент, а именно цифровая платформа, принадлежащая ключевому актору в этой системе.

Подход	Содержание понятия	Мнение авторов
	предприятия, а всегда представляет из себя комплекс усилий различных юридических лиц, возможно, даже не являющихся материнской и дочерними предприятиями, а объединенных между собой партнерскими соглашениями. Это в свою очередь определяет ряд специфических особенностей, характеризующих трудности, например, в области формирования границ и статистического учета подобных рынков и их секторов [26]	Именно тот актор, которому принадлежит платформа как инструмент интеграции, определяет правила взаимосвязи с другими партнерами. Принципы самоорганизации, коллаборации и сотрудничества работают только в том объеме, который определяет владелец платформы. Яркими примерами экосистемных компаний можно назвать Microsoft и Alibaba Group. В России это Яндекс, Сбер
Экосистема как механизм сотрудничества	Экосистемный механизм, посредством которого предприятия объединяют свои товары и услуги с целью создания принципиально новых продуктов [18, 27]. За счет партнерства формируется общий сильный и всеобъемлющий продукт в какой-либо области, более востребованный потребителем. Ценность от использования такой	Это определение отражает не организационную модель объединения акторов, а способ объединения, который является основой для рассмотренных выше организационных моделей

Подход	Содержание понятия	Мнение авторов
	совокупности товаров и услуг в рамках общего предложения гораздо выше, чем по отдельности	
Экосистема как цифровая платформа и (или) цифровая инфраструктура	Экосистема предполагает не просто создание инновационной инфраструктуры (научных центров, технопарков, институтов развития и др.), а вовлечение ее в развитие коллаборации между различными юридически независимыми партнерами [28, 29]	Такой подход объединяет понятие «цифровая платформа» с институциональными механизмами формирования инновационной инфраструктуры и обеспечения трансферов знаний и информации. Формирование экосистемной инфраструктуры является неотъемлемой частью реализации экосистемных моделей

Экосистема – это не простое объединение некоторых участников, а формирование интеллектуальной среды между акторами. «Пейсмейкером», или исходным механизмом объединения акторов, могут стать цифровые платформы, новые технологии, материалы, инновационные проекты или конкретные исследовательские организации, интегрирующие акторов вокруг себя посредством коллаборационных связей на основе обмена знаниями, компетенциями, информацией.

При этом важно подчеркнуть, что экосистема – это, прежде всего, добровольное объединение некоторого количества акторов с целью реализации инновационного проекта, цифрового инжиниринга бизнес-процессов или внедрение новых технологий.

Самоорганизация экосистемы происходит как реакция акторов на цифровые вызовы, экологические и промышленные тренды и реализуется в виде инновационных проектов, новых продуктов, цифровых платформ, новых технологий, в том числе на условиях рециклинга. Самоорганизация акторов позволяет создать такую интеллектуальную среду, которая сведет к минимуму негативные последствия внешних вызовов и создаст благоприятные условия для реализации прорывных технологических проектов.

Таким образом, ключевыми элементами экосистемы являются:

- 1) акторы и все заинтересованные лица, состав которых зависит от типа экосистемы, этапа жизненного цикла экосистемы и др.;
- 2) объединяющая идея на принципах, заложенных в моделях тройной и четырехзвенной спирали инноваций;
- 3) неиерархические связи между акторами внутри экосистемы и с внешней средой;
- 4) обмен знаниями, информацией, ресурсами, технологиями между акторами;
- 5) дружелюбная, интеллектуальная среда, образуемая формальными (нормативно-правовые акты, государственные организации поддержки и т.д.) и неформальными институтами (привычки, правила, стереотипы, модели поведения и взаимодействия индивидов в обществе).

1.3. Сетевые модели трансфера технологий. Инновационные экосистемы на микро-, мезо- и макроуровнях

В условиях нарастающей сложности инновационных процессов возрастает роль университетов как источников и проводников знаний, а также всех заинтересованных участников в целях развития социально-экономических систем на различных иерархических уровнях. При этом университеты сегодня сталкиваются с рядом проблем.

Во-первых, доля международного и междисциплинарного производства знаний постоянно увеличивается, что создает проблемы для традиционных направлений академических исследований, которые часто зависят от отдельных исследователей и их научных школ. Междисциплинарные инновации предъявляют новые, более высокие требования к их организации и управлению.

Во-вторых, повышение организационной и координационной сложности подразумевает необходимость использования системных инновационных подходов, т.е. индивидуальной академической инициативы и предпринимательского духа уже недостаточно.

В-третьих, природа инновационного обмена знаниями движется в сторону усложнения моделей совместного творчества и совместного размещения знаний (например, инновационные кластеры, мультиакторные центры во главе с университетами или промышленностью, государственно-частные партнерские отношения между правительством, промышленностью и университетами и т.д.).

Таким образом, в условиях трансформации экономики заметно меняется роль университетов в региональной инновационной экосистеме как традиционного центра производства

знаний. Увеличивающаяся сложность взаимодействий между различными заинтересованными сторонами в процессе инновационной деятельности ставит серьезные проблемы, которые состоят в том, что университетам приходится балансировать между решением традиционных и новых задач; в результате организационная модель университетов находится в переходном состоянии во многих странах [30]. Организация тесного взаимодействия с окружающей средой и со всеми стейкхолдерами представляет собой ключевой элемент концепции University 4.0 (Dewar (2017)) [31].

Взаимодействие предприятий с университетами предоставляет им доступ к специфическим знаниям и возможности для проведения исследований на высоком качественном уровне [32, 33], а также для инновационного развития (Dahlander & Gann (2010); Galán-Muros & Plewa (2016); Estrada et al. (2016)) [34, 35]. Проводятся различные исследования, посвященные выявлению условий для эффективного сотрудничества предприятий с университетами (Bruneel et al. (2010); Mueller (2006); OECD (2019)) [36–38]. При этом в отчете Организации экономического сотрудничества и развития (OECD (2019)) выделены основные формальные и неформальные каналы такого взаимодействия.

К формальным каналам относят следующие: исследовательские коллаборации (Perkmann & Walsh (2007)), операции с интеллектуальной собственностью (продажа лицензий, патентов и т.п.), научная мобильность (Rosli et al. (2018)), спин-офф организации в университетской среде и выпускники университетов, трудоустроившиеся в промышленности [39, 40]. Неформальные каналы включают публикации результатов исследований (Perkmann & Walsh, 2007), конференции и сетевое взаимодействие [41], географическую или территориальную близость (OECD (2019)), коллективное использование технологий

(исследовательские центры, лаборатории) и непрерывное обучение сотрудников предприятий [38].

Важно подчеркнуть, что ключевой характеристикой успешных инновационных экосистем является то, что знания движутся во всех направлениях между всеми акторами экосистемы. Таким образом, университеты могут помочь организовать свободный поток знаний в экосистеме путем установления связей с использованием описанных выше формальных и неформальных каналов.

В результате проведенного исследования было установлено, что практически в каждом российском исследовательском университете создано структурное подразделение (центр трансфера технологий), занимающееся коммерциализацией интеллектуальных ресурсов университета с той или иной степенью успешности. Современные университеты активно ведут научные разработки, имеют необходимые для трансфера технологий компетенции. При этом фокус сосредотачивается не только на коммерциализации, но и на безвозмездной передаче знаний, направленной на дальнейшее научное развитие, проведение перспективных исследований, создание научно-исследовательских заделов. Однако трансфер технологий в Российской Федерации еще не достиг необходимого уровня развития. Недостаточное взаимодействие между отдельными центрами трансфера технологий, иными словами, низкий уровень сетивизации не позволяет выстроить эффективную систему трансфера технологий высшей школы. В связи с этим представляется целесообразным активизировать деятельность по интеграции отдельных разрозненных центров трансфера технологий, созданных при университетах, в единую многоуровневую сеть трансфера технологий высшей школы. А в качестве базовой сетевой модели трансфера технологий использовать

модель инновационного сотрудничества, основанную на принципах экосистемности и циркулярности.

Проведенный анализ позволил выделить основные признаки инновационных экосистем:

- трансграничные процессы;
- саморегуляция, самоорганизация, саморазвитие;
- модели совместного потребления;
- использование междисциплинарных знаний и междотраслевых технологий;
- реализация кросс-отраслевых проектов разного уровня;
- использование объектов инфраструктуры и ресурсной базы регионов;
- неограниченность реализации проекта во времени – один проект инициирует реализацию других, т.е. экосистема находится на стадии жизненного цикла «сукцессия»⁶;
- динамичность, гибкость, открытость;
- коллаборация на основе партнерства и доверия;
- сбалансированность целей и задач акторов;
- цикличность – новые знания как энергия обмена между акторами.

Уровни инновационной экосистемы:

1. Микроуровень – это проекты, реализуемые внутри отдельных университетов или научно-исследовательских институтов. В качестве экономического агента может выступать центр трансфера технологий.

2. Мезоуровень – это региональная сеть центров трансфера технологий, реализующая кросс-отраслевые проекты,

⁶ Сукцессия (Succession) – последовательная замена одного актора другим под воздействием внешних и внутренних факторов. При устойчивом развитии экосистемы сукцессия заканчивается формированием устойчивой стадии жизненного цикла. Акторы продолжают развиваться в рамках экосистемы.

основанные на внутриотраслевом или регионально-территориальном подходе взаимодействий между экономическими субъектами.

3. Макроуровень – это проекты национальных, наднациональных и экономических систем. Акторами (участниками) таких экосистем могут выступать государства.

*Инновационная экосистема университета
(микроуровень)*

В современных условиях нарастания сложности и взаимосвязанности, а также междисциплинарной природы инновационных процессов. Деятельность университетов как проводников инноваций существенно трансформируется [43].

Прямой задачей университета является увеличение накопленного инновационной экосистемой объема знаний, обработка и преобразование информации в знания, генерирование новой информации и новых знаний. Таким образом, прямое влияние университета на других акторов экосистемы заключается в трансфере знаний и технологий. Центры трансфера технологий обеспечивают сбалансированность обмена когнитивной энергией и согласованность взаимодействия всех акторов между собой. ЦТТ как интегратор инновационной экосистемы является «точкой входа» для формирования новых идей, компетенций, технологических решений, инициации проектов по разработке и апробации новых продуктов. ЦТТ должен обеспечивать такие функции, как генерирование идей под проекты и конкретные задачи со стороны индустрии – формирование ресурсного обеспечения инновационного процесса (аналитическое, прогнозное, инфраструктурное, инвестиционно-финансовое). Соответственно, задачами ЦТТ в экосистемной модели являются:

- инициирование идей под проекты;
- экспертный анализ, аналитика, прогноз;

- выстраивание связей между участниками проектов;
- анализ информационных потоков, создание структуры единого информационного пространства;
- реализация и сопровождение проектов.
- контроль эффективности и корректировка.

Акторами (участниками) экосистемы университета могут выступать научные лаборатории и центры, стартапы, инжиниринговые центры, выступающие в роли разработчиков и поставщиков уникальных ресурсов (рис. 3). А внешние акторы – промышленные предприятия, финансовые и государственные структуры – выступают в роли заказчика инвестиционных проектов и поставщиков инвестиционных ресурсов.

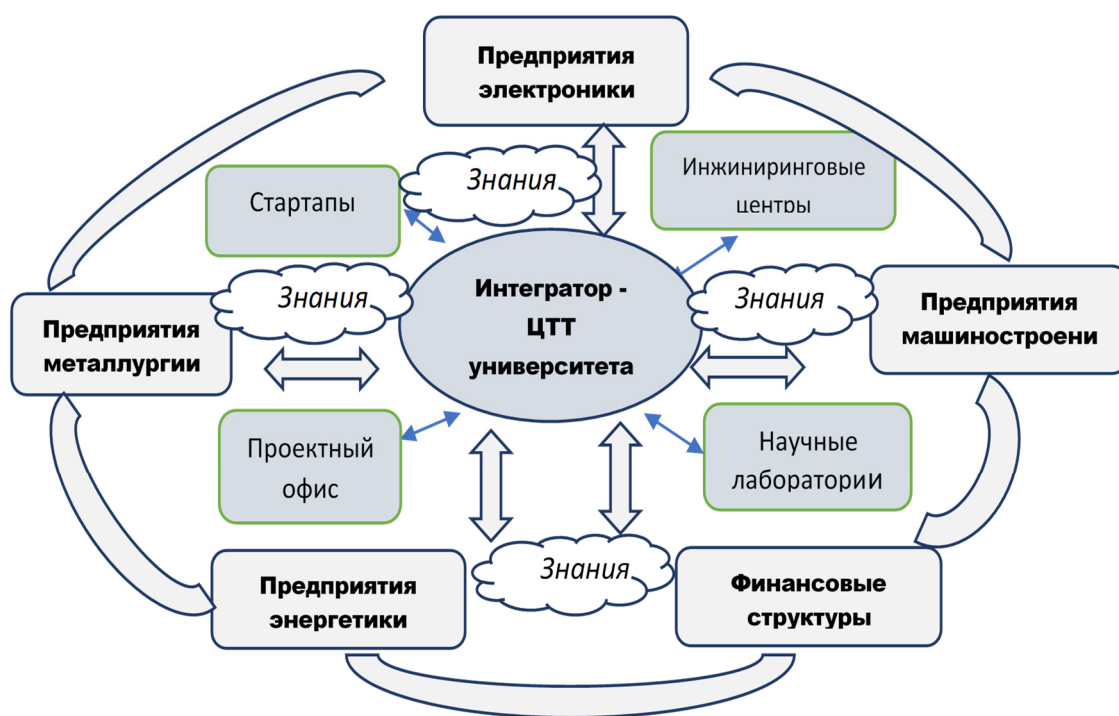


Рис. 3. Модель инновационной экосистемы университета

Важно подчеркнуть, что ключевой характеристикой успешных инновационных экосистем является то, что знания передаются во всех направлениях между всеми акторами экосистемы. Таким образом, университеты через центры трансфера технологий могут помочь организовать свободный поток инноваций

в экосистеме путем установления связей с использованием описанных выше формальных и неформальных каналов.

*Региональная инновационная экосистема
(мезоуровень)*

В условиях трансформации экономики заметно меняется роль университетов в региональной инновационной экосистеме как традиционного центра производства знаний. Увеличивающаяся сложность взаимодействий между различными заинтересованными сторонами в процессе инновационной деятельности ставит серьезные проблемы, которые состоят в том, что университетам приходится балансировать между решением традиционных и новых задач. В результате организационная модель университетов требует изменения. Обеспечение тесного взаимодействия с окружающей средой и со всеми стейкхолдерами представляет собой ключевой элемент концепции University 4.0.

Главным параметром вектора развития региональной инновационной экосистемы предлагается рассматривать знания, которые играют роль источника «энергии» системы (рис. 4). В качестве интегратора выступают сами инновационные проекты.

Основные функции университетов в пространстве региональной инновационной экосистемы сети ЦТТ [44]:

1. Формирование кадрового потенциала для высокотехнологичных бизнесов и производств.

2. Совместное производство знаний для реализации проектов технологического трансфера – это драйвер инноваций. Новые знания должны отражать передовые направления исследований в определенной области, чтобы предприятия и другие заинтересованные лица могли справляться с глобальными вызовами.

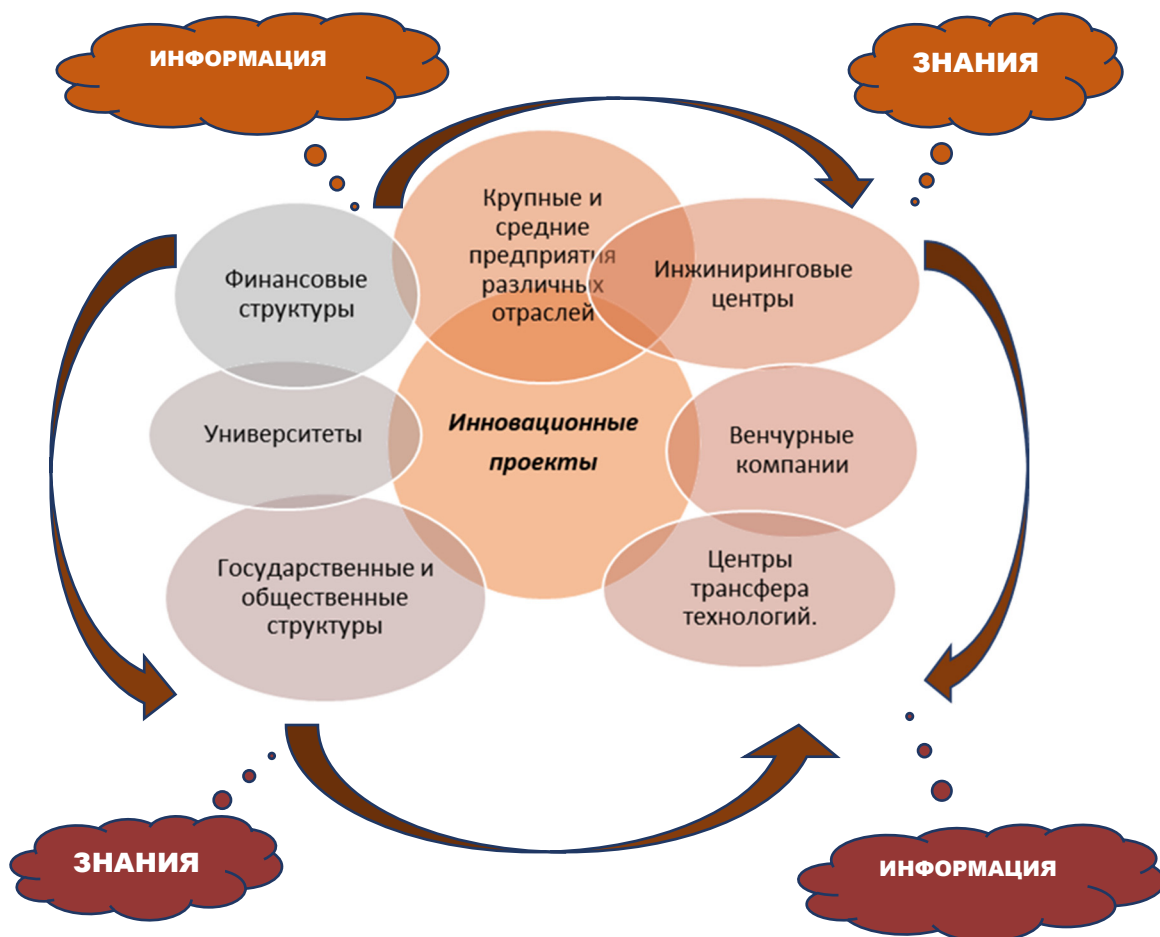


Рис. 4. Модель региональной инновационной экосистемы сети ЦТТ [44]

3. Продвижение междисциплинарных исследований, что требует системных компетенций и многосторонних партнерских отношений. Соответственно, создание междисциплинарных сетей является ключевой организационной задачей любого инновационного университета.

4. Специализация. Каждый университет имеет свои приоритеты развития (конкретные ниши в крупных тематических областях, где имеются сильные стороны) в зависимости от специфики региона, в котором он функционирует.

5. Взаимодействие с внешними заинтересованными сторонами с целью обмена знаниями. Университеты должны способствовать созданию совместных междисциплинарных

инноваций вместе с другими заинтересованными лицами. Обмен знаниями и коллаборации с внешними партнерами становятся не менее важным, чем продажа и покупка объектов интеллектуальной собственности.

Источником интеллектуальной «энергии» региональной сети ЦТТ являются знания, генерируемые в университетах, и инновации. Университеты всегда отражали процессы, происходящие в обществе, поэтому именно университет может стать плацдармом экосистемы для инноваций и в технологиях, и в исследованиях, и в управлении.

Национальная инновационная экосистема (макроуровень)

Стратегической целью государственной политики Российской Федерации в области научно-технического развития является обеспечение мирового уровня исследований и разработок и глобальной конкурентоспособности Российской Федерации на направлениях, определенных научно-технологическими приоритетами развития страны. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации (2021–2035)⁷ [45] предопределяет создание эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации для обеспечения независимости и конкурентоспособности страны, устанавливая, что поддержка фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации является первоочередной задачей государства. Исходя из этого, особое внимание должно быть уделено формированию целостной системы

⁷ Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации (2021–2035). URL: <http://www.ihim.uran.ru/files/info/2020/passport%20ras.pdf>

организации фундаментальных научных исследований в Российской Федерации, что является важнейшим условием создания научно-технологического задела, социально-экономического и научно-технологического развития страны, обеспечения национальной безопасности.

Национальная инновационная экосистема (рис. 5) отражает уровень коллаборации между разными участниками – акторами системы, которые в совокупности образуют возможности страны по производству инноваций.

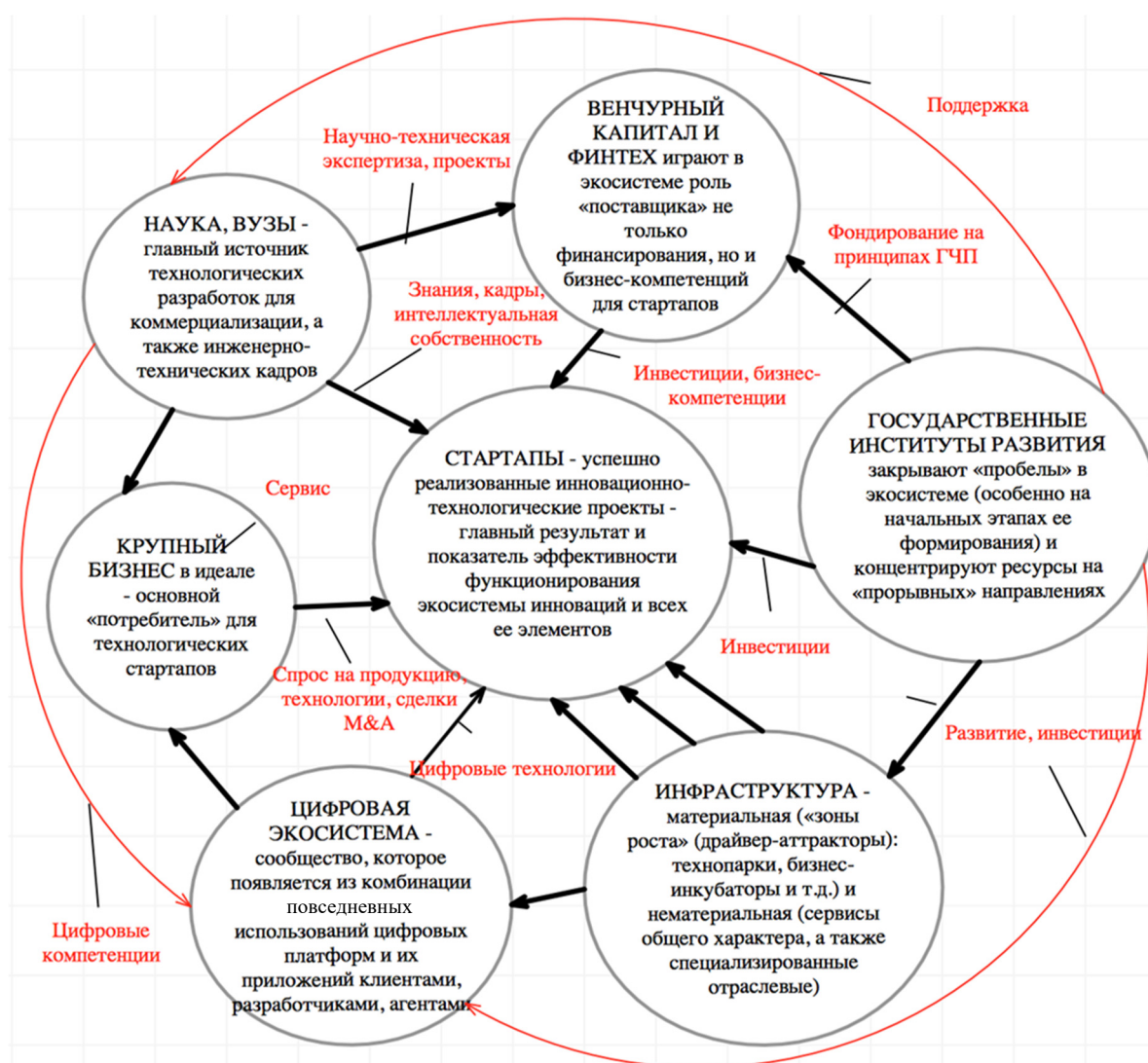


Рис. 5. Национальная инновационная экосистема [46]

В качестве интегратора многоуровневой инновационной экосистемы макроуровня может выступать Российская академия наук (РАН)⁸, выполняя важную координационную функцию. РАН проводит фундаментальные и прикладные научные исследования по важнейшим проблемам естественных, гуманитарных и технических наук, осуществляет научно-методическое руководство научной и научно-технической деятельностью научных организаций и высших учебных заведений. Ее деятельность построена по научно-отраслевому и территориальному принципу. РАН включает 13 отделений по областям науки, 3 региональных отделения и 15 региональных научных центров. На базе существующих региональных отделений, представительств и центров возможно создать инфраструктуру национальной инновационной экосистемы. Информационные системы научных учреждений Российской академии наук необходимо объединить в единую информационно-технологическую платформу, которая позволит обеспечить эффективные коммуникации между акторами, а также автоматизировать ключевые бизнес-процессы инновационной экосистемы. Следует закрепить за РАН механизм экспертизы научных и научно-технических результатов. Таким образом, РАН может одновременно выполнять несколько ключевых ролей в инновационной многоуровневой экосистеме.

Анализ отечественного опыта позволяет предположить, что применение в процессе трансфера технологий единого подхода и обеспечение взаимодействия между отдельными центрами трансфера технологий на основе многоуровневой экосистемной модели будет способствовать активному развитию потенциала научно-исследовательских университетов, внедрению разработок в производство, укреплению позиций Российской Федерации на мировом рынке технологических инноваций.

⁸ Российская академия наук. URL: <http://www.ras.ru/>

*Государственно-частное партнерство
как эффективный механизм финансирования трансфера
технологий в инновационных экосистемах*

В соответствии с отчетом Счетной палаты Российской Федерации [47], основным источником финансирования науки в России по-прежнему является бюджет: в среднем порядка 60–70 % общих расходов на исследования и разработки (ИР) обеспечиваются за счет государственных средств. По данным Росстата, объем внутренних затрат на научные исследования и разработки в России в 2018 г. составил 1028,2 млрд руб., что на 8 % (в действующих ценах) больше, чем в предыдущем году (1019,2 млрд руб.). Механизм финансирования науки за счет привлечения внебюджетных источников не ведет к росту объема внебюджетных средств, расходуемых на науку, что противоречит не только глобальным трендам, но и приоритетам Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.

Анализ информации, приведенной в отчете, показал, что система управления российской наукой не ориентирована на формирование спроса на отечественные результаты научной деятельности, в том числе со стороны бизнеса и промышленных потребителей, а также на создание новых научных знаний, признанных в международном академическом сообществе. Даже в национальных исследовательских университетах доля публикаций без внешних соавторов может превышать 50 %. Наблюдается низкий объем совместных публикаций с индустриальными партнерами и зарубежными исследователями. Таким образом, многие российские организации научного сектора в ряде случаев полностью отрезаны от остального мира, не востребованы академическим сообществом и экономическими агентами. Лидируя по затратам на науку и масштабам занятости в науке,

по количеству патентных заявок Россия отстает от США почти в 16 раз, от Китая – в 38 раз [48].

9 апреля 2010 г. Правительство Российской Федерации утвердило Постановление № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств». Постановлением предусмотрена возможность выделения субсидий производственным предприятиям сроком от 1 до 3-х лет, объемом финансирования до 100 млн руб. в год для финансирования комплексных проектов организации высокотехнологичного производства, выполняемых совместно производственными предприятиями и высшими учебными заведениями или научными учреждениями. Общий объем бюджетного финансирования по мероприятию за 2010–2020 гг. составил более 55 млрд руб.

Однако использование только механизма льгот и субсидий недостаточно для построения национальной инновационной экосистемы с асимметричным распределением прибыли от реализации и применения наукоемкой высокотехнологичной продукции, с одной стороны, и затрат на осуществление длительных исследований и разработок – с другой.

В результате проведенного анализа механизмов финансирования государственных программ в области научно-исследовательской деятельности было установлено:

1. Усилия государственных, частных субъектов научной деятельности и промышленных потребителей по повышению эффективности использования результатов научных исследований и интеллектуальной деятельности в экономике не объединены.

2. Большинство научно-исследовательских организаций не способны удовлетворить запрос бизнеса на готовые решения ИР.

3. Действующая система экономических и иных льгот в целях стимулирования научной и научно-технической деятельности и использования ее результатов не достигает своей цели – роста коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности не наблюдается.

Мировая практика доказывает, что результативное функционирование науки во многом зависит от объемов ее финансирования из бюджетов всех уровней и средств частного сектора экономики. В Стратегии научно-технического развития РФ (п. 48) указано, что приоритетным фактором финансового обеспечения науки определен рост уровня частных инвестиций, показатель которого к 2035 г. должен достигнуть уровня государственных расходов в соответствующей сфере. Развитие институтов государственно-частного партнерства (ГЧП) определяется в качестве одного из основных приоритетов социальной и экономической политики. Как показал накопленный опыт использования механизмов ГЧП, делегирование государством части экономических, организационных и управленческих функций частному бизнесу обеспечивает не только привлечение дополнительных инвестиционных средств, но и их рациональное использование [49]. Данный механизм используется там, где государство и бизнес имеют взаимодополняющие интересы, но при этом не в состоянии действовать полностью самостоятельно и независимо друг от друга. Чаще всего встречаются такие формы ГЧП, как: софинансирование научно-исследовательских проектов на доконкурентной стадии и ранних стадиях коммерциализации («посевное», венчурное финансирование), а также создание совместных исследовательских центров и компаний.

Эффективными инструментами взаимодействия государства и бизнеса в соответствии с ГЧП являются:

– инновационная инфраструктура, в том числе технопарки, производственные кластеры, центры трансфера технологий и инновационные экосистемы;

– фонды, финансирующие высокотехнологичные и наукоемкие проекты.

ГЧП в инновационной сфере представляет собой форму коллаборации и механизм финансирования инноваций. В процессе трансфера технологий участвуют и государство, и частные предприятия, объединяя свои ресурсы для коммерциализации инновационных проектов. В инновационных экосистемах ГЧП позволяет сформировать портфель уникальных технологий и разработок по направлениям, в которых могут быть обеспечены долгосрочные конкурентные преимущества для получения стабильно высокой прибыли. В дальнейшем на основе накопленных заделов акторы формируют ускоренный трансфер технологий, обеспечивая себе «карусель инноваций».

Механизм ГЧП также целесообразно применять для развития цифровых и платформенных решений в сфере трансфера технологий, чтобы наладить эффективные каналы общения между участниками и привлечь дополнительные инвестиции на реализацию проектов через повышение прозрачности информации об инвестиционных возможностях. Кроме того, в условиях экономической нестабильности механизм ГЧП позволяет использовать новые методы проектного финансирования, способные привлечь дополнительные внебюджетные средства в сети ЦТТ, в том числе инфраструктурный краудфандинг.

1.4. Инструменты оценки и анализа участников экосистемного взаимодействия

Главным принципом экосистемного подхода является обеспечение экосистемного взаимодействия акторов на основе самоорганизации. Основой для построения механизма самонастройки в экосистеме, на наш взгляд, может стать экосистемная платформа, реализующая механизм перекрестного оценивания акторов друг другом.

Оценку предлагается проводить в несколько этапов.

На первом этапе речь идет о вхождении конкретного актора в экосистему. На этом этапе предприятие может самостоятельно оценить свой ресурсный потенциал и стратегии своего развития на соответствие принципам экосистемности. Такое оценивание предприятие должно проводить регулярно в рамках контура самонастройки второй управленческой модели, представленной на рис. 6.

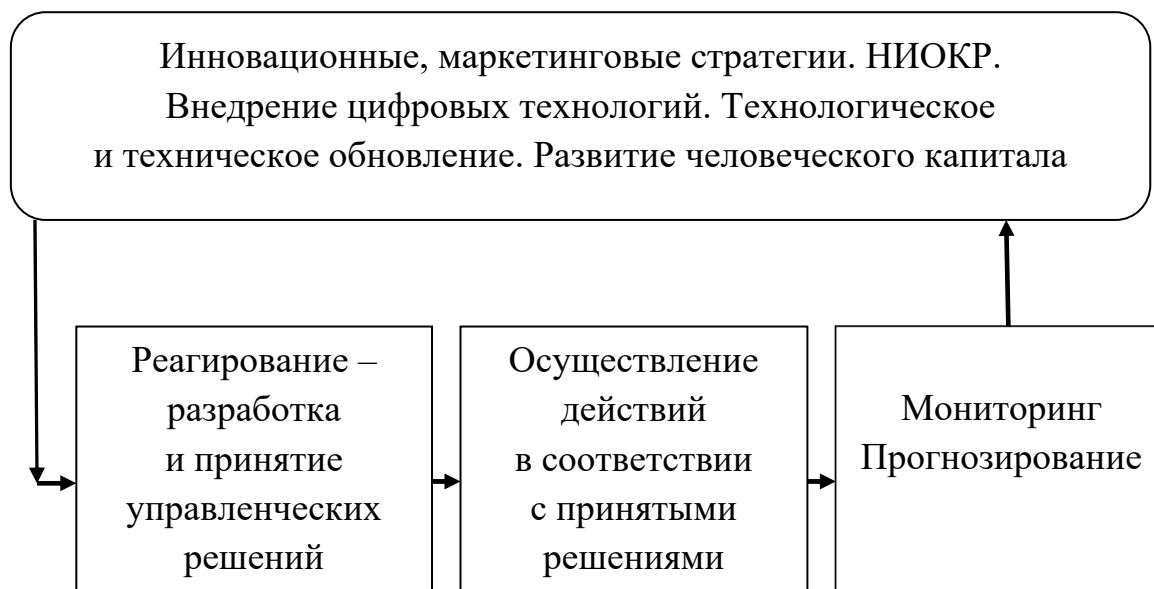


Рис. 6. Контур самонастройки в управлении

На следующем этапе оценивание проводится уже другими акторами на предмет соответствия оцениваемого предприятия той или иной роли в иницилируемом проекте.

И, наконец, на третьем этапе оценивание проводится уже после реализации проекта на предмет эффективности выполнения предприятием его роли в проекте.

Накапливая положительные баллы путем перекрестного оценивания, актер становится привлекательным с позиции сотрудничества в совместных проектах для других участников. Результаты оценивания деятельности актора другими участниками проектов дадут возможность предприятию акцентировать внимание на своих проблемных зонах, проводить политику внутренних корректирующих мер, обеспечивая при этом устойчивость своего развития.

С другой стороны, экосистемная платформа позволит каждому актору проводить постоянный мониторинг деятельности других акторов, принимая самостоятельное решение о сотрудничестве с ними в каждом отдельном проекте. Механизм перекрестного оценивания обеспечит в дальнейшем формирование единого банка данных экосистемы с целью создания проектного офиса на принципах блокчейна.

В соответствии с теорией принятия решений выбор делового партнера (актора) относится к типу задач, которые называются частично структурированными. Моделирование таких задач на количественном уровне практически невозможно, так как не все связи между компонентами системы могут быть количественно учтены из-за отсутствия необходимого объема информации. В этом случае требуемые связи обычно устанавливаются экспертным путем. Принятие решения при этом сводится к выбору одной из синтезированных альтернатив. Однако особенностью многокритериальных задач является то, что не существует альтернативы, которая бы обладала лучшими значениями по всем критериям.

Одним из инструментов решения многокритериальных задач является метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати [50]. Метод анализа иерархий актуален при групповом принятии решений и направлен на решение практико-ориентированных задач многокритериальной оптимизации. Среди основных преимуществ данного метода возможность учета большого количества как количественных, так и качественных критериев оптимальности. Простота и универсальность его использования послужили основой массового применения при решении задач оптимального распределения ресурсов по установленным приоритетам среди множества альтернатив. МАИ позволяет оценить альтернативные варианты на основе расчета приоритетов (относительной важности) с помощью процедуры парных сравнений. Преимуществом метода является возможность обоснованно сравнивать разнородные факторы.

МАИ – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений. При принятии управленческих решений и прогнозировании возможных результатов обычно сталкиваются со сложной системой взаимосвязанных компонент (ресурсы, цели, персонал компаний и т.д.), которую нужно проанализировать. МАИ состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и поэтапном установлении приоритетов оцениваемых компоненты с использованием парных) сравнений. На первом этапе выявляются наиболее важные элементы проблемы. На втором – наилучший способ проверки наблюдений, испытания и оценки элементов. На третьем – осуществляется выработка способа применения решения и оценка его качества. Весь процесс подвергается проверке и переосмыслению до тех пор, пока не будет уверенности, что процесс охватил все важные характеристики, необходимые для представления и решения проблемы.

Процесс может быть проведен над последовательностью иерархий. При этом результаты, полученные в одной из них, используются в качестве входных данных при изучении следующей. Иерархические структуры, используемые в МАИ, представляют собой инструмент для качественного моделирования сложных проблем. Вершиной иерархии является главная цель. Элементы нижнего уровня представляют множество вариантов достижения цели (альтернатив). Элементы промежуточных уровней соответствуют критериям или факторам, которые связывают цель с альтернативами. Последовательное выполнение всех шагов МАИ предусматривает возможность изменения структуры иерархии с целью включения в нее вновь появившихся или ранее не считавшихся важными критериев и альтернатив.

Именно поэтому МАИ используется авторами в качестве инструмента перекрестной оценки акторов экосистемы. На каждом этапе оценивания может меняться состав акторов, критерии и сама процедура оценки.

МАИ широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира, например, для оценки рисков [51–53], оценки устойчивого развития территорий, городов и промышленности [54–56]; анализа и оценки связей в биологических экосистемах [57, 58].

Идеология сбалансированности основывается на философии системы сбалансированных показателей Нортон и Каплана, но направления сбалансированности отражают концепцию экосистемности.

Экосистемная зрелость, привлекательность каждого актора для других участников системы зависят именно от уровня сбалансированности его внутренних показателей. Несоблюдение принципов экосистемы и несбалансированность показателей

ведет к нежелательным изменениям взаимодействий акторов между собой и потере устойчивости системы в целом.

Самым принципиальным отличием экосистемной модели от других, по аналогии с природной экосистемой, являются принципы самоорганизации и саморазвития, т.е. как для каждого актора экосистемы, так и для системы в целом нужен механизм обратной связи, обеспечивающий реализацию этих принципов. В любой организационно-экономической системе, как правило, реализуется два вида таких связей. Первая связь самая традиционная – прямая обратная связь (рис. 7). Она реализуется как ответная реакция системы на внешние или внутренние вызовы. Недостаток в этой схеме в том, что вызов уже произошел, проблема случилась, а политика исправления проблем всегда проигрывает политике проведения превентивных мер [59].

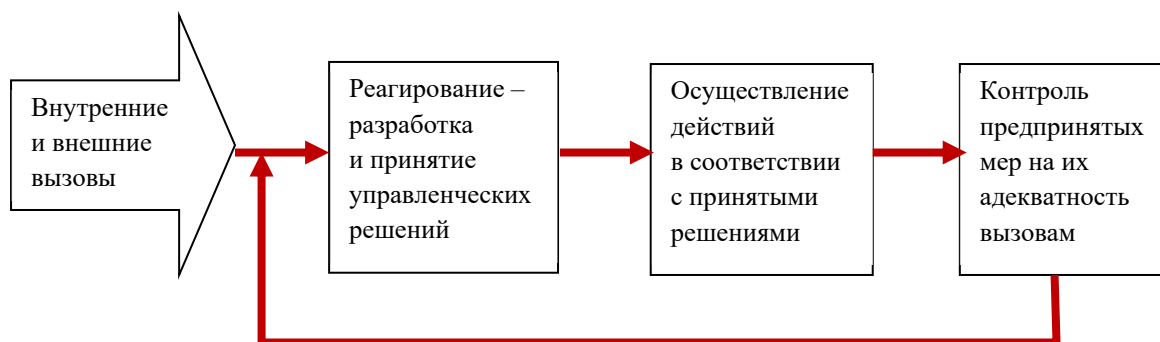


Рис. 7. Традиционная обратная связь в управлении

Один из основных законов организационно-экономических систем – закон самосохранения – гласит, что сумма потенциалов системы должна превышать сумму внешних и внутренних вызовов. Для эффективного и устойчивого развития система должна постоянно проводить мониторинг, отслеживая всевозможные тренды, появление новой информации и на основании полученных знаний повышать свой потенциал, реализуя

контур самонастройки. Именно реализация контура самонастройки позволяет системе через постоянное повышение своего потенциала быть устойчивой к внешним и внутренним вызовам, предотвращая или минимизируя их превентивными мерами [60].

Чтобы обеспечить саморазвитие в экосистеме, ей также нужен механизм самонастройки, т.е. механизм, обеспечивающий реализацию принципов системы сбалансирования показателей (ССП), «провоцирующий» стремление акторов быть экосистемно привлекательным, реализовывать стратегии развития, отслеживать свою сбалансированность и осуществлять внутреннюю политику корректирующих действий. Таким механизмом может стать перекрестное оценивание акторов экосистемы друг другом. Оценка должна проводиться постоянно, от «вступления» предприятия в экосистему и после реализации каждого проекта. Инструмент перекрестного оценивания позволит каждому актору накапливать баллы, реализуя стратегию повышения экосистемной репутации, отслеживать репутацию других акторов, принимая решение о сотрудничестве в каждом отдельном проекте. Данные перекрестного оценивания станут основой для формирования единого банка данных экосистемы, на базе которого возможно создание проектного офиса на принципах блокчейна и цифровой платформы, обеспечивающей взаимосвязь акторов в экосистеме.

Этапами реализации задачи формирования инструмента перекрестного оценивания можно назвать следующие:

- 1) оценка потенциала актора на соответствие роли в проекте экосистемы, проводимая в рамках реализации конкретного проекта, где экспертами выступают другие акторы на других ролях;
- 2) оценка актора на эффективность выполнения его роли в конкретном проекте;
- 3) оценка актора по показателям СПП на основе реализации ряда проектов;

4) формирование оценочных показателей репутационной экосистемной активности актора, включая как работу актора в экосистеме, так и эффективность его самонастройки.

Авторы предлагают оценивать роль каждого актора экосистемы через сбалансированную систему показателей по пяти блокам ССП экосистемы. Для оценки используются как качественные, так и количественные показатели. При контроле динамики качественных показателей происходит улучшение количественных показателей. Группа качественных показателей оказывает опережающее влияние на привлекательность и потенциал экосистемы, а также позволяет определить возможные отклонения по ряду количественных показателей.

Предлагаемая сбалансированная система показателей содержит достаточно большое количество критериев, значимость которых неравнозначна для различных акторов экосистемы. Поэтому при оценке потенциальных участников предлагается определить для каждого актора весовые коэффициенты критериев, которые в дальнейшем позволят получить интегральные оценки. Цель – оценка потенциала и устойчивого развития предприятия (компании) акторами экосистемы на предмет соответствия той или иной роли в иницируемом проекте.

Показатели разделены на пять групп (блоков). Три блока показателей сформированы с учетом принципов устойчивого развития акторов. За основу взят перечень качественных показателей, используемых для составления ESG рейтинга компаний (экономическое, социальное и корпоративное управление (E56)) [61]. Соблюдение принципов ESG подразумевает внедрение в стратегию и бизнес-процессы компании лучших практик в таких сферах, как экология (Environment), социальная политика (Social) и управление (Governance). Идейная основа этих практик базируется на целях устойчивого развития Организации Объединенных Наций (ЦУР ООН).

Дополнительно выделены два блока показателей для оценки потенциала компаний с точки зрения их полезности для экосистемы (табл. 2). Типы потенциалов зависят, прежде всего, от вида анализируемой экосистемы. Например, в инновационной промышленной экосистеме оцениваются инновационный и технологический потенциалы. Перечень показателей для оценки потенциалов составлен на основе данных из статистических сборников НИУ «Высшая школа экономики» [62].

Таблица 2

**Показатели для оценки компании, претендующей
на роль актора в экосистеме**

Интегрированный показатель	Показатели
1. Технологический потенциал (T)	уровень эффективности технологических процессов
	ресурсоемкость производства
	качество продукции
	уровень автоматизации и цифровизации производства
	доля уникальных технологий в общей структуре
2. Экологичность (E)	уровень внедрения современных ресурсосберегающих «умных» технологий
	объем финансирования природоохранной деятельности
	количество промышленных отходов и ТБО
	уровень загрязнения воды, воздуха, почвы
	наличие образовательных экологических программ и проектов
3. Социальная среда (S)	уровень социальных расходов и инвестиций в человеческий капитал
	количество несчастных случаев в компании на 1000 сотрудников
	степень удовлетворенности сотрудников качеством среды

Интегрированный показатель	Показатели
	уровень корпоративной культуры
	наличие длительных взаимоотношений с партнерами и потребителями
4. Инновационный потенциал (<i>I</i>)	уровень инновативности
	обеспеченность инвестиционными ресурсами для финансирования инновационных программ и проектов
	уровень квалификации и интеллектуального потенциала персонала
	жизнеспособность инноваций
	инновационная компетентность
5. Управленческая зрелость (<i>G</i>)	уровень инфраструктурного развития
	деловая репутация
	ресурсная обеспеченность
	сбалансированность обмена знаниями и ресурсами между акторами
	уровень самоорганизации

Предлагаемая система показателей содержит достаточно большое количество показателей, значимость которых неравнозначна для различных акторов экосистемы [60]. Поэтому при оценке потенциальных участников предлагается, на *первом шаге* определить для каждого актора весовые коэффициенты критериев, которые в дальнейшем позволят получить интегральные оценки.

На *втором шаге* проводится ранжирование критериев и попарное сравнение по важности (девятибалльная шкала):

- равная важность – 1;
- умеренное превосходство – 3;
- значительное превосходство – 5;

- сильное превосходство – 7;
- очень сильное превосходство – 9;
- в промежуточных случаях возможно использование четных оценок: 2, 4, 6, 8.

В качестве экспертов выступают акторы экосистемы.

На *третьем шаге* определяется нормализованный вектор приоритетов (НВП):

а) рассчитывается среднее геометрическое в каждой строке матрицы:

$$a_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (1)$$

б) рассчитывается сумма средних геометрических:

$$S = \sum_{i=1}^n a_i; \quad (2)$$

в) вычисляются компоненты НВП:

$$\text{НВП}_i = \frac{a_i}{S}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Сумма компонентов нормализованного вектора приоритетов всегда равна единице. Каждый компонент НВП представляет собой оценку важности соответствующего критерия.

На четвертом шаге проверяется согласованность оценок в матрице. Для этого подсчитываются три характеристики:

а) собственное значение матрицы:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left(\text{НВП}_i \sum_{j=1}^n a_{ji} \right); \quad (4)$$

б) индекс согласования:

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad (5)$$

в) отношение согласованности:

$$OC = \frac{ИС}{ПСС}, \quad (6)$$

где ПСС – показатель случайной согласованности, определяемый теоретически для случая, когда оценки в матрице представлены случайным образом, и зависящий только от размера матрицы (табл. 3).

Таблица 3

Значения ПСС

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПСС	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Оценки в матрице считаются согласованными, если $OC \leq 10\text{--}15\%$, в противном случае их надо пересматривать. Если оценки в матрице согласованы, то полученный вектор приоритетов можно использовать в качестве весовых коэффициентов значимости каждого блока при проведении процедуры отбора [60].

Аналогичная процедура сравнения проводится для каждой группы критериев внутри блоков показателей для каждого из потенциальных акторов. Окончательная процедура расчета приоритетов критериев осуществляется путем умножения приоритетов критериев на приоритеты соответствующих блоков.

Процедура оценки потенциальных акторов будет выглядеть следующим образом. На основе экспертных оценок по единой шкале участникам выставляются баллы по каждому из перечисленных критериев. Итоговая оценка участника рассчитывается на основе использования аддитивной свертки. Аддитивная свертка имеет вид

$$K(x) = \sum_{i=1}^n a_i K_i(x), \quad (7)$$

где $K(x)$ – общий критерий для альтернативы x , показывающий ее пригодность для достижения цели; $\{K_i(x)\}_1^n$ – набор исходных критериев; n – число исходных критериев; a_i – приоритет частного критерия K_i .

Чем выше интегральная оценка актора, тем в большей степени он пригоден для предполагаемой роли.

Таким образом, на основе предлагаемой методики управления обеспечивается достижение самоорганизации акторов и реализация ключевых принципов экосистемного взаимодействия в социально-экономических системах различного уровня.

Г л а в а 2

УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И КОМПЛЕКСАМИ В РАМКАХ ЭКОСИСТЕМНОЙ КОНЦЕПЦИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОТКРЫТЫХ ИННОВАЦИЙ

2.1. Авторская концепция промышленных экосистем

Вследствие мультидисциплинарной базы знаний в описании промышленных инновационных экосистем часто используется ряд похожих терминов: промышленный симбиоз, (эко)индустриальные сети, (эко)индустриальные парки. Необходимо уточнить содержание этих понятий.

Промышленный симбиоз – понятие, пришедшее из области индустриальной экологии. Индустриальный симбиоз рассматривает совокупность межфирменных отношений, в которых отходы одних предприятий становятся ресурсами или энергией для другого предприятия [63–64]. Промышленный симбиоз часто описывают как модель устойчивого развития и инструмент циркулярной экономики. Один из наиболее популярных примеров промышленного симбиоза – парк Каллунборг.

Экоиндустриальная сеть может включать не только постоянные связи в рамках циркулирования материальных потоков, но и спорадическое взаимодействие, а также связи, возникающие вокруг обмена знаниями. Понятие экоиндустриальных парков (ЭИП) впервые появилось на Конференции ООН по развитию и окружающей среде в 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Уже

в 2016 г. насчитывалось более 250 работающих или проектируемых ЭИП [65].

По определению, предложенному UNIDO, экоиндустриальные парки – это расположенные на одной территории производственные и сервисные компании, достигающие устойчивого развития за счет сотрудничества в управлении ресурсами и воздействием на окружающую среду [6]. По сравнению с индустриальными парками, в экоиндустриальных парках синергетический эффект выражается не только в экономических показателях, но также в сокращении негативного воздействия на окружающую среду и росте качества жизни локального сообщества.

Агентство по охране окружающей среды США (EPA) приводит следующее определение индустриального парка – это объединение производителей товаров и услуг, желающих улучшить экономическое и экологическое состояние путем совместного управления природными ресурсами и окружающей средой. Одним из наиболее известных парков является Burnside Industrial Park в Канаде.

В международных организациях ЮНИДО, ЕС и ряде других реализуются инициативы по интеграции технопарков и других объектов инновационной инфраструктуры в различные сетевые модели взаимодействия и координации. Роль связующего звена между объектами инновационной инфраструктуры в рамках ЕС возложена на Европейский институт инноваций и технологий.

На наш взгляд, экоиндустриальные парки могут стать одним из ключевых акторов промышленной экосистемы, взаимодействующих на принципах циркулярности.

Промышленная экосистема – это открытая к внешним вызовам самоорганизующаяся система, включающая некоторое множество акторов и дружелюбную интеллектуальную среду, формируемую посредством выстраивания множества связей между

акторами, приводящими к достижению положительных энергетических эффектов. Объединение акторов происходит на условиях сетевого партнерства и когнитивности как основного механизма достижения стратегических целей акторами. Промышленную экосистему можно определить как саморазвивающуюся систему, функционирующую на основе трансграничного взаимодействия бизнеса, отраслей промышленности, научного сообщества, государства через обмен энергией, в качестве которой выступают новые знания, технологии, информация или уникальные ресурсы. Основные отличительные признаки отражены в табл. 4.

Таблица 4

Классификация моделей объединения промышленных акторов

Модели объединения промышленных акторов	Цель формирования	Критерии объединения	Управление
Экосистема	Инициация и реализация цифровой инновации или уникального продукта	По стадиям жизненных циклов проектов, новых продуктов, технологий и принципов циркулярности. Количество акторов может меняться	Самоорганизация
Промышленный симбиоз	Оптимизация использования ограниченных ресурсов	Комплементарность побочных продуктов и потребностей	Самоорганизация
Кластер	Повышение конкурентоспособности	По стадиям производственного процесса.	Федеральные или региональные органы управления

Модели объединения промышленных акторов	Цель формирования	Критерии объединения	Управление
	отрасли или региона	Количество акторов (участников) в большей степени статично	
Сетевая организация	Использование особенностей, ресурсов, специфических преимуществ перед другими участниками рынка для совместной реализации предпринимательских проектов	По цепочке создания и реализации продукции или услуг. Количество акторов (участников) в большей степени статично	Наличие органа управления принадлежит инициатору сетевого объединения
Технопарк	Разработка и коммерциализация инновационных технологий	На основе имущественного комплекса с административной инфраструктурой. Количество акторов может меняться	Управляющая компания
Индустриальный парк	Производство конкурентоспособной промышленной продукции	На основе промышленной площадки с инженерной инфраструктурой для размещения новых производств	Управляющая компания

Модели объединения промышленных акторов	Цель формирования	Критерии объединения	Управление
Экоиндустриальный парк	Совместное управление ресурсами компаний на определенной территории для устойчивого социально-экономического развития	На основе территории для размещения объектов промышленной инфраструктуры и оборудования	Федеральные или региональные органы управления
Экоиндустриальная сеть	Рост ресурсоэффективности и снижение негативного влияния на окружающую среду за счет замыкания ресурсных цепей на распределенных территориях	На основе взаимодействия распределенных объектов индустриальной инфраструктуры, а также потребителей, в рамках сложной логистической сети	Наличие системообразующей/управляющей компании

Таким образом, экосистемную модель можно считать с позиции организационного дизайна эволюционным развитием целого ряда кластерных, сетевых и инфраструктурных моделей (см. табл. 4), объединившей в себе самые перспективные практики, дополнив их отличительными качествами, необходимыми в условиях новых технологических вызовов.

Принципиальное отличие экосистем от кластеров и сетей заключается в отсутствии конкретного органа управления, самоорганизации и наличии когнитивной интеллектуальной среды.

Принцип самоорганизации экосистемы не предполагает хаотического спонтанного объединения. В качестве центра интеллектуального притяжения акторов в экосистеме выступает пейсмейкер, в качестве которого может выступать отдельный актор (крупная компания), технология, проект или платформа. Пейсмейкер обеспечивает сбалансированность обмена когнитивной энергией и обеспечивает согласованность взаимодействия всех акторов между собой.

Можно выделить следующие принципы формирования промышленных экосистем, отражающие вызовы новой промышленной революции:

- трансграничность процессов экосистемы;
- самоорганизация, саморегуляция, саморазвитие;
- совместное генерирование и использование информационных, инновационных и интеллектуальных ресурсов;
- неограниченность реализации проекта во времени (один проект инициирует реализацию других);
- динамичность, гибкость, открытость к внешним вызовам;
- проекто- и клиентоориентированность;
- многообразие акторов и сетивизация организационного дизайна;
- коллаборация на основе партнерства, доверия, сотрудничества и взаимопомощи;
- сбалансированность целей и задач акторов;
- цикличность (новые знания как энергия обмена между акторами);
- приоритетность политики ресурсосбережения;
- сохранение и развитие потенциала каждого из участников проекта;
- циркулярность экономики, позволяющая использовать ресурсы как можно дольше с возможностью регенерации продуктов проектов в другие проекты [67].

Акторами промышленной экосистемы являются промышленные предприятия, технопарки, инжиниринговые предприятия, стартапы, венчурные компании, фонды, государственные органы, финансовые структуры и другие участники рынка, задачи которых пересекаются со стратегическими целями экосистемы, диктуемыми пейсмейкером.

При этом акторы экосистемы – не статические игроки. Так как экосистема постоянно меняется в зависимости от жизненных циклов реализуемых ею проектов, то и у акторов есть возможность выступать в разных ролях в разных проектах.

Основными, но не исчерпывающими ключевыми ролями, которые потенциально предприятия могут реализовывать в экосистеме, являются (рис. 8, 9):

- пейсмейкера;
- интегратора;
- разработчика;
- реализатора;
- промоутера.

Естественно, все акторы выступают в конкретных проектах в разных ролях.



Рис. 8. Роли игроков экосистемы
в зависимости от ЖЦ реализуемых проектов



Рис. 9. Роли акторов промышленной инновационной экосистемы

Так, например, *крупные промышленные комплексы*, которым необходимы процессы трансформации, могут выступать в качестве инициаторов и заказчиков крупных инновационных проектов.

Университеты, аккумулирующие и генерирующие отечественный и мировой опыт в отраслях, сотрудничающие с целым рядом отраслевых отечественных и зарубежных предприятий, могут взять на себя роль интегратора, привлекающего других акторов, обеспечивающего обмен информацией, компетенциями, знаниями между участниками и взаимодействие акторов между собой. Функции интегратора включают в себя задачи пейсмейкера и функции проектного офиса. При включении других участников в экосистему и в процессе обмена знаниями начинаются процессы генерирования идей и инициации проектов у других акторов, что обеспечит принцип неограниченности реализации проекта экосистемы во времени.

На стадиях генерирования проектов (конструирования, логической и технологической проработки, формализации идей) роли инициаторов, интеграторов и генераторов могут разделить

другие акторы, такие как технопарки, венчурные компании, исследовательские структуры и др.

На этапе реализации проектов к этим акторам подключаются другие промышленные предприятия, стартапы, инжиниринговые компании, разделяющие роли разработчиков и поставщиков уникальных ресурсов и самоорганизующиеся в команды для реализации проектов.

Акторами-реализаторами выступают промышленные предприятия, на которых идет внедрение проектов, и те акторы, кто участвовал в разработке этих проектов. Стадии продвижения реализованных проектов, преобразования опыта прошлых проектов в новые, принадлежит акторам-промоутерам, в качестве которых могут выступать университеты, промышленные предприятия, промышленные выставки, маркетинговые компании. Основной задачей акторов, выступающих промоутерами эффективности ресурсов, является реализация принципов циркулярности экономики и продвижение циркулярности в проектах.

Под устойчивостью развития экосистемы будем понимать процесс технологических, инновационных и экономических изменений, при которых такие стратегические направления участников рынка, как цифровая трансформация, интеллектуальное развитие человеческого капитала и технологий, циркулярность экономики согласованы друг с другом и укрепляют инновационный и производственный потенциал как отдельного актора, так и промышленности в целом.

Ключевой задачей экосистемы является повышение интеграционного потенциала и обеспечение конкурентоспособности акторов экосистемы.

Устойчивость развития экосистемы можно оценить через интегральную оценку потенциалов всех составляющих структуры экосистемы (рис. 10).



Рис. 10. Система сбалансированных показателей промышленной инновационной экосистемы

Под потенциалом экосистемы авторы понимают совокупность источников, возможностей и средств, которые могут быть использованы для достижения определенной цели.

Исходя из идеологии экосистемности и ориентируясь на подходы *MacKinsey*, целесообразно предложить систему сбалансированных показателей (ССП) для оценки экосистемной зрелости:

1. *Бизнес-процессы*

- ✓ соответствие процессов в организации принципам бережливого производства;
- ✓ соответствие процессов в организации принципам управления качеством;
- ✓ проектоориентированность организационной структуры;
- ✓ технологический уровень бизнес-процессов.

2. Отношения с партнерами и клиентами

- ✓ наличие длительных партнерских взаимоотношений с поставщиками;

- ✓ наличие длительных партнерских взаимоотношений с заказчиками;

- ✓ уровень лояльности клиентов.

3. Цифровая зрелость

- ✓ уровень цифровизации бизнес-процессов;

- ✓ уровень цифровых компетенций персонала;

- ✓ уровень цифровой зрелости менеджмента.

4. Инновационная восприимчивость

- ✓ финансовый уровень готовности организации к внедрению;

- ✓ уровень квалификации и интеллектуального потенциала персонала;

- ✓ инновационная мотивированность персонала;

- ✓ уровень компетентностной уникальности.

5. Управленческая зрелость

- ✓ уровень корпоративной культуры на предприятии;

- ✓ ориентированность на развитие человеческого капитала;

- ✓ уровень экологической ориентированности управленческих решений;

- ✓ уровень правовой защиты всех процессов предприятия;

- ✓ эффективность менеджмента;

- ✓ соответствие ресурсов стратегическим целям актора.

2.2. Методические подходы к оценке устойчивости развития экосистемы

Ключевой задачей экосистемы является повышение интеграционного потенциала и обеспечение конкурентоспособности акторов экосистемы [68]. Устойчивость развития экосистемы можно оценить через интегральную оценку потенциалов всех составляющих структуры экосистемы (рис. 11, 12).



Рис. 11. Обобщенная структура потенциалов экосистемы [67]

Под потенциалом экосистемы авторы понимают совокупность источников, возможностей и средств, которые могут быть использованы для достижения определенной цели. Основу любого потенциала составляют ресурсы и в зависимости от их специфики потенциалы подразделяют на виды и группы. Например, в основе экономического потенциала, состоящего из ресурсного, производственного и инвестиционного потенциалов, находятся материальные ресурсы. Акторы занимаются определенными видами деятельности, перспективы развития

которых зависят от соответствующего потенциала – инновационного, интеллектуального, проектного. Несмотря на многообразие видов потенциалов, все они обладают следующими свойствами:

- потенциал – это взаимодействие ресурсов, обусловленное системным характером потенциала. Соответственно, одинаковая совокупность ресурсов может формировать потенциалы различного уровня;

- интерпретация результатов оценки потенциала зависит от целей и задач, применительно к которым его рассматривают;

- потенциал – это агрегированный ресурс, который может состоять как из материальной, так и нематериальной составляющих.

Для оценки соответствия фактических результатов деятельности акторов промышленной экосистемы целевым установкам возможно использовать интегральный показатель, рассчитываемый на основе предложенных шкал оценок показателей и предпочтительности.

На нижнем, третьем, уровне иерархии оценивается потенциал каждого актора (ПА) в зависимости от его роли в экосистеме. Потенциал актора i можно представить интегральной величиной, включающей составляющие [6]:

$$P_{3i} = f(G_{1i}, G_{2i}, G_{3i}, G_{4i}, G_{5i}, G_{6i}, G_{7i}, G_{8i}), \quad i = 1 \dots n, \quad (8)$$

где n – количество акторов экосистемы; G_{1i} – производственный потенциал; G_{2i} – инновационный потенциал; G_{3i} – интеллектуальный потенциал; G_{4i} – кадровый потенциал; G_{5i} – финансовый потенциал; G_{6i} – технологический потенциал; G_{7i} – проектный потенциал; G_{8i} – ресурсный потенциал; G_{9i} – управленческий потенциал.

На втором уровне, уровне групп акторов, интегральный потенциал можно представить в виде функции следующих подсистем:

$$P_{2j} = f(Q_{1j}, Q_{2j}, Q_{3j}, Q_{4j}, Q_{5j}, Q_{6j}, Q_{7j}, Q_{8j}), j = 1 \dots m, \quad (9)$$

где m – количество групп акторов экосистемы; Q_{1j} – имиджевый, Q_{2j} – стратегический потенциал; Q_{3j} – интеллектуальный потенциал; Q_{4j} – коммуникационный потенциал; Q_{5j} – инвестиционный потенциал; Q_{6j} – технологический потенциал; Q_{7j} – проектный потенциал; Q_{8j} – ресурсный потенциал; Q_{9j} – интеграционный.

И, наконец, первый уровень иерархии, это уровень непосредственно показателей экосистемы в целом через индикаторы для оценки устойчивости развития. Этот спектр индикаторов определяется экспертным путем в зависимости от целевых установок экосистемы (рис. 12).

Показатели нижнего уровня, характеризующие потенциал актора, будем называть элементарной группой. Каждая элементарная группа имеет свой вес, d_i^1 в интегральной оценке. Элементарные группы (группы первого порядка) в соответствии с иерархической моделью объединяются в группы второго порядка в соответствии с ролями игроков экосистемы, каждая из которых имеет свой вес, d_i^2 .

Введем обозначения.

Для элементарной группы:

c_i – целевое состояние (значение) показателя, характеризующего ПА;

f_i – фактически достигнутое состояние показателя;

d_i – вес (уровень важности) показателя;

i – индекс показателя в группе, $i = 1 \dots n$.

Для групп:

k – индекс проекта, планируемого к реализации в экосистеме;

j – индекс группы k -го проекта;

d_j^k – вес j -й группы k -го проекта;

F_j^1 – интегральная оценка показателей j -й группы k -го проекта.

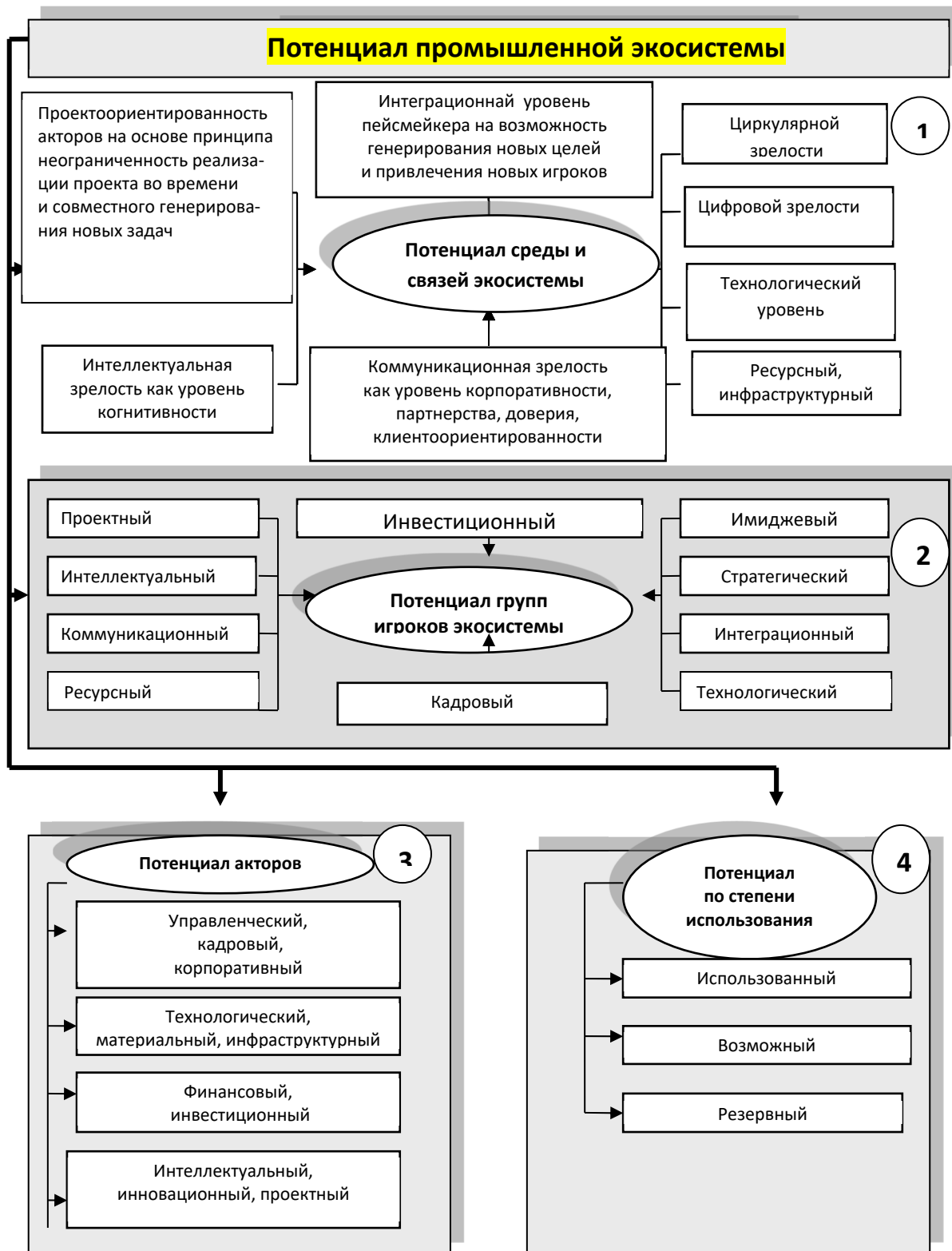


Рис. 12. Структура потенциала промышленной экосистемы [67]

Таким образом, необходимо решить следующие задачи:

1. Определить оценки показателей в каждой элементарной группе.

Для решения этой задачи предлагается шкала оценок показателей целевого состояния (табл. 5). Если показатель количественный, то градации могут быть определены через относительные (или абсолютные) отклонения, т.е. в виде $(c_i - f_i)$ или (f_i / c_i) [67].

Таблица 5

Шкала оценок показателей элементарной группы

Оценка f_i , балл	Определение	Комментарий
1	Абсолютное отставание	Отставание неоспоримое
2	Значительное отставание	Отставание явное
3	Средняя степень отставания	Отставание имеет практическое подтверждение
4	Слабая степень отставания	Отставание подтверждается косвенными факторами
5	Равенство целевому значению	—
6	Слабая степень превосходства	Превосходство подтверждается косвенными факторами
7	Средняя степень превосходства	Превосходство имеет практическое подтверждение
8	Значительное превосходство	Превосходство явное
9	Абсолютное превосходство	Превосходство неоспоримое

2. Определить веса оценок в элементарной группе и веса групп для всех проектов, начиная с элементарной.

Задачи решаются методом парных сравнений. Применение метода предполагает наличие так называемой матрицы парных сравнений А

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Произвольный элемент матрицы (10) a_{ij} – это положительное число, показывающее «во сколько раз» показатель i (в строке) превосходит показатель j (в столбце), т.е. здесь значение элемента a_{ij} – значение предпочтительности в баллах одного показателя над другим. Для установления значений a_{ij} будем использовать шкалу оценки предпочтительности (табл. 6).

Таблица 6

Шкала оценок предпочтительности

Оценка a_{ij} , балл	Определение	Комментарий
1	Равная значимость	Показатель i (в строке) одинаково значим с показателем j (в столбце)
2	Слабая степень превосходства	Промежуточное значение
3	Средняя степень превосходства	Показатель i немного предпочтительнее показателя j
4	Превосходство выше среднего	Промежуточное значение
5	Умеренно сильное превосходство	Показатель i явно предпочтительнее показателя j
6	Значительное превосходство	Промежуточное значение
7	Весьма значительное	Превосходство показателя i над показателем j имеет практическое подтверждение
8	Бесспорное превосходство	Промежуточное значение
9	Абсолютное превосходство	Показатель i неоспоримо превосходит показатель j

При этом матрица A в идеальном случае должна удовлетворять следующим свойствам:

- 1) матрица обратно симметричная, т.е. $a_{ji} = 1 / a_{ij}$;
- 2) матрица согласована, т.е. $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$.

В этом случае максимальное собственное значение матрицы A равно ее порядку n (остальные собственные значения равны нулю), а соответствующий ему собственный вектор

$$\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n), \quad i = \overline{1, n} \quad (11)$$

является вектором весов объектов.

Следует заметить, что собственный вектор (4) не является нормированным, а это свойство должно выполняться для весов сравниваемых объектов. Нормированные веса можно вычислить по формуле

$$d_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Тогда сумма весов и будет равна 1:

$$\sum_i d_i = 1.$$

3. Определить интегральную оценку ПА.

Интегральная оценка ПА определяется как среднее геометрическое взвешенное оценок показателей группы, т.е.

$$F_j^1 = \prod_i f_i^{d_i}. \quad (13)$$

4. Определить интегральный показатель групп k -го уровня.

Аналогично формуле (4), для групп k -го уровня имеем

$$F_j^k = \prod_i F_i^{d_i^k}, \quad (14)$$

т.е. среднее геометрическое взвешенное подгрупп j группы.

5. Определить потенциал устойчивого развития экосистемы.

Интегральный показатель ППЭ определяется как показатель группы самого высокого уровня иерархии.

Таким образом, в интегральном показателе можно использовать как качественные, так и количественные оценки, характеризующие эффективность процессов, протекающих в экосистеме.

Качественную оценку потенциала экосистемы рекомендуется проводить экспертным путем на основании значимости каждой составляющей. Для количественной оценки потенциалов акторов экосистемы авторы предлагают использовать группы интегральных показателей (табл. 7) в соответствии со структурой экосистемы, представленной на рис. 12 [67].

При формировании группы интегральных показателей авторы исходили из определения экосистемы и принципов ее функционирования, циркулярности ресурсов и устойчивости экосистемы. Набор показателей в каждой группе может меняться в зависимости от целей оценки, типов проектов, временных интервалов и других факторов. Интерпретация результатов оценки потенциалов зависит от целей и задач проектов, применительно к которым их рассматривают.

Таблица 7

Показатели для оценки потенциала акторов экосистемы [67]

Вид потенциала	Интегральные показатели	Количественные/ Экспертные
Показатели для оценки потенциала акторов экосистемы		
Технологический потенциал	1. Коэффициент технологического обмена (отношение доходов и платежей при обороте технологий и результатов НИОКР).	+/-

Вид потенциала	Интегральные показатели	Количе- ственные/ Эксперт- ные
	2. Коэффициент обновления технологий. 3. Доля уникальных технологий в общей структуре. 4. Уровень информационного и коммуни- кационного обеспечения	+/- +/ -/+
Инновацион- ный потен- циал	1. Суммарный инновационный индекс СИ. 2. Инновационная активность актора (количество введенных за единицу вре- мени нововведений/ уровень активности) 3. Уровень цифровой зрелости. 4. Удельный вес уникальности производи- мой продукции. 5. Затраты на исследования и разработки 6. Инновационно-проектный уровень (количество инновационных проектов к общему числу реализуемых проектов)	+/- +/ +/ +/- -/+ +/-
Кадровый потенциал	1. Уровень управленческой зрелости. 2. Уровень цифровой зрелости персонала. 3. Уровень зрелости проектного менедж- мента. 4. Уровень компетентностной уникально- сти (численность сотрудников, обладаю- щих уникальными компетенциями к об- щему числу персонала).	-/+ -/+ +/ +/-
Финансовый потенциал	1. Сальдированный финансовый результат актора. 2. Доходность совокупных активов. 3. Уровень финансового левериджа.	+/- +/- +/-

Вид потенциала	Интегральные показатели	Количественные/ Экспертные
Стратегический потенциал	1. Соответствие ресурсов стратегическим целям актора.	–/+
	2. Индекс удовлетворенности акторов качеством среды.	–/+
	3. Уровень корпоративной культуры	–/+
Циркулярный потенциал	Система индикаторов устойчивого развития, в том числе индекс экологической устойчивости, экологический след; скорректированные чистые накопления; природоемкость. Снижение выбросов CO ₂ и расхода материальных ресурсов.	+/+
Показатели для оценки потенциала групп акторов экосистемы		
Интеллектуальный	Интегральный показатель, включающий в себя интеллектуальные активы, уникальные технологии, процент поданных идей.	+/+
Интеграционный	1. Уровень развития сотрудничества между акторами (кооперация).	–/+
	2. Трансфер знаний, технологий, результатов в рамках экосистемы.	+/-
	3. Количество и стоимость совместных проектов, в которых задействованы акторы экосистемы	+/-

При оценке потенциалов акторов экосистемы через интегрированный критерий потенциал для 1-го и 2-го уровня иерархии определяется как интегрирующий результат показателей 3-го уровня иерархии (элементарная группа).

При этом существуют определенные требования к построению интегрального критерия оценки через иерархию индикаторов:

1. Интегральный критерий должен позволять оценить конечные результаты эффективности процессов.

2. Интегральный критерий должен позволять представить его в виде иерархии (пирамиды) локальных критериев, образующих в итоге целостную систему критериев.

3. Структура интегрального критерия должна быть инвариантной, «сквозной», охватывая одновременно несколько уровней.

Преимущество описанного метода оценки потенциалов акторов экосистемы заключается в том, что полученные результаты могут быть сопоставимы в динамике на разных уровнях экосистемы и с другими экосистемами. Кроме того, полученные данные можно объединить с другими показателями для дальнейшего комплексного анализа.

2.3. Оценка претендентов на роль акторов промышленной экосистемы «Технологии для повышения качества жизни» на основе метода анализа иерархий

Метод анализа иерархий реализован на примере экосистемы «Технологии для повышения качества жизни». Данная экосистема представляет интерес для оценки экосистемной привлекательности и устойчивости акторов, так как является трансграничной, кроссотраслевой и динамической экосистемой. Акторы в такой экосистеме представляют разные страны, отрасли, научные центры, и распределение ролей между ними меняется в зависимости от жизненного цикла реализуемых проектов и экосистемы в целом. Пейсмейкером экосистемы является идея

разработки принципиально новых технологий и материалов с целью повышения качества жизни.

Предметные области экосистемы «Технологии для повышения качества жизни»:

1. Развитие новых методов диагностики и разделения техногенных наноразмерных частиц, содержащихся в окружающей среде, для снижения их влияния на безопасность и качество жизни человека.

2. Технологическая реиндустриализация для создания мегаполиса будущего.

Проекты, реализуемые данной экосистемой:

Проект 1. «Разделение и концентрирование в химической диагностике функциональных материалов и объектов окружающей среды».

Проект 2. «Разработка и прототипирование инженерных решений».

Проект 3. «Управление отходами добычи и переработки минерального сырья».

Проект 4. «Искусственный интеллект и технологии для робототехники».

Для реализации каждого проекта необходимо определить состав акторов экосистемы. На роли отдельных акторов претендуют несколько участников (табл. 8).

Ключевую роль при разработке новых технологий и материалов играют разработчики. Проведем оценку привлекательности для экосистемы трех разработчиков с целью принятия решений другими акторами о сотрудничестве с ними на основе метода анализа иерархий через интегральные показатели. Разработчик 1 – лаборатория НИТУ «МИСИС» (P_1); разработчик 2 – институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН (P_2); разработчик 3 – институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (P_3). Остальные

акторы экосистемы выступили в роли экспертов и оценили трех участников, претендующих на роль разработчика в экосистеме «Технологии для повышения качества жизни» (табл. 9). Важность показателей в каждом из пяти блоков для разработчиков была определена экспертами по шкале от 0 до 5.

Таблица 8

**Распределение ролей акторов в промышленной экосистеме
«Технологии для повышения качества жизни»**

Роли экосистемы	Акторы
Инициатор, заказчик	Министерство образования РФ
Интегратор	Университет НИТУ «МИСИС»
Разработчики	1. Лаборатория разделения и концентрирования в химической диагностике функциональных материалов и объектов окружающей среды НИТУ «МИСИС»; 2. Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН; 3. Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН.
Поставщики инвестиционных ресурсов	1. Грантовая поддержка Министерства образования РФ. 2. Российские предприятия нанотехнологической отрасли (ООО «Вириал», НПФ «Микран», ЗАО «НЭВЗ-Керамикс»).
Поставщики уникальных ресурсов	1. Инжиниринговый центр прототипирования высокой сложности 2. Центр инжиниринга промышленных технологий
Промоутеры проектов	Центр коммерциализации технологий НИТУ «МИСИС»
Генератор циркулярности	1. Центр инфраструктурного взаимодействия. 2. Brunel University.

**Результаты перекрестной оценки кандидатов на роль
«Разработчик» в экосистеме**

Номер блока	Интегрированный показатель	Показатели	Экспертная оценка		
			P_1	P_2	P_3
Б ₁	Технологический потенциал (T)	К1.1 уровень эффективности технологических процессов	3	4	4
		К1.2 ресурсоемкость производства	5	4	3
		К1.3 качество продукции	4	5	5
		К1.4 уровень автоматизации и цифровизации производства	5	4	4
		К1.5 доля уникальных технологий в общей структуре	3	3	2
Б ₂	Экологичность (E)	К2.1 уровень внедрения современных ресурсосберегающих «умных» технологий	3	4	4
		К2.2 объем финансирования природоохранной деятельности	2	3	3
		К2.3 количество промышленных отходов и ТБО	3	5	4
		К2.4 уровень загрязнения воды, воздуха, почвы	4	3	4
		К2.5 наличие образовательных экологических программ и проектов	5	3	4
Б ₃	Социальная среда (S)	К3.1 уровень социальных расходов и инвестиций в человеческий капитал	5	5	4
		К3.2 количество несчастных случаев в компании на 1000 сотрудников	5	3	4
		К3.3 степень удовлетворенности сотрудников качеством среды	4	3	3
		К3.4 уровень корпоративной культуры	4	3	4

Номер блока	Интегрированный показатель	Показатели	Экспертная оценка		
			P_1	P_2	P_3
		К3.5 наличие длительных взаимоотношений с партнерами и потребителями	5	5	3
Б ₄	Инновационный потенциал (I)	К4.1 уровень инновативности	5	4	5
		К4.2 обеспеченность инвестиционными ресурсами для финансирования инновационных программ и проектов	4	4	3
		К4.3 уровень квалификации и интеллектуального потенциала персонала	5	5	5
		К4.4 жизнеспособность инноваций	4	5	4
		К4.5 инновационная компетентность	5	4	4
Б ₅	Управленческая зрелость (G)	К5.1 уровень инфраструктурного развития	5	4	4
		К5.2 деловая репутация	4	3	4
		К5.3 ресурсная обеспеченность	4	4	3
		К5.4 сбалансированность обмена знаниями и ресурсами между акторами	4	3	4
		К5.5 уровень самоорганизации	3	3	3

Далее проведем парные сравнения значимости пяти блоков показателей для каждого претендента на роль актора – разработчика. Результаты сравнений представлены в табл. 10.

Матрица оценок значимости блоков показателей для разработчика

Блок	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅
Б ₁	1	5	1/5	1/5	1
Б ₂	1/5	1	1/9	1/9	1/5
Б ₃	5	9	1	1	5
Б ₄	5	9	1	1	5
Б ₅	1	5	1/5	1/5	1
Σ	12,200	29,000	2,511	2,511	12,200

3. Определим НВП:

а) рассчитаем среднее геометрическое в каждой строке матрицы:

$$a_1 = \sqrt[5]{1 \cdot 5 \cdot 1/5 \cdot 1/5 \cdot 1} = 0,725;$$

$$a_2 = \sqrt[5]{1/5 \cdot 1 \cdot 1/9 \cdot 1/9 \cdot 1/5} = 0,218.$$

Аналогичным образом находим среднее геометрическое для остальных строк матрицы:

$$a_3 = 2,954; \quad a_4 = 2,954; \quad a_5 = 0,725;$$

б) рассчитаем сумму средних геометрических:

$$S = 0,725 + 0,218 + 2,954 + 2,954 + 0,725 = 7,576;$$

в) по формуле (3) для разработчика вычислим компоненты НВП:

$$\text{НВП}_1 = \frac{0,725}{7,576} = 0,096; \quad \text{НВП}_2 = \frac{0,218}{7,576} = 0,028;$$

$$\text{НВП}_3 = \frac{2,954}{7,576} = 0,390; \quad \text{НВП}_4 = \frac{2,954}{7,576} = 0,390;$$

$$\text{НВП}_5 = \frac{0,725}{7,576} = 0,096.$$

4. Проверим согласованность оценок в матрице. Собственное значение матрицы:

а)

$$\lambda_{\max} = 0,096 \cdot 12,2 + 0,028 \cdot 29 + 0,390 \cdot 2,511 + 0,390 \cdot 2,511 + 0,096 \cdot 12,2 = 5,1276;$$

б) индекс согласования (ИС):

$$\text{ИС} = \frac{5,1276 - 5}{5 - 1} = 0,0319;$$

в) отношение согласованности: в нашем случае в соответствии с табл. 17 показатель случайной согласованности для пяти показателей равен 1,12. Тогда отношение согласованности (ОС) можно рассчитать

$$\text{ОС} = \frac{0,0319}{1,12} = 0,0285.$$

Поскольку отношение согласованности составляет 2,85 %, то оценки блоков в матрице можно считать согласованными, и полученный вектор приоритетов можно использовать в качестве весовых коэффициентов значимости каждого блока при проведении процедуры отбора. Результаты расчета приоритетов блоков показателей приведены в табл. 11.

Таблица 11

Вектора приоритетов блоков для разработчика

Блок	НВП для разработчика
Технологический потенциал	0,104
Экологичность	0,045
Социальная среда	0,104
Инновационный потенциал	0,246
Управленческая зрелость	0,501

Аналогичная процедура сравнения проводится для каждой группы показателей внутри блоков для потенциального актора.

Окончательная процедура расчета приоритетов показателей осуществляется путем умножения приоритетов показателей на приоритеты соответствующих блоков. Итоговые вектора приоритетов показателей для разработчика приведены в табл.12.

Таблица 12

**Итоговые вектора приоритетов показателей
для актора «разработчик»**

Блок	Показатели	НВП разработчика	Приоритет частного показателя, a_i			Общий критерий для альтернативы, $K(x)$		
			P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3
Б1	K1.1	0,006125	3	4	4	0,01837	0,0245	0,0245
	K1.2	0,034446	5	4	3	0,17223	0,13778	0,103338
	K1.3	0,014525	4	5	5	0,05810	0,07262	0,072627
	K1.4	0,034446	5	4	4	0,17223	1,44023	0,137784
	K1.5	0,006125	3	3	2	0,01837	0,01837	0,01225
Итоговая оценка по блоку 1						0,439311	0,391069	0,350498
Б2	K2.1	0,002988	3	4	4	0,00896	0,01195	0,011951
	K2.2	0,001305	2	3	3	0,00260	0,00391	0,003914
	K2.3	0,002988	3	5	4	0,00896	0,01493	0,011951
	K2.4	0,007085	4	3	4	0,02834	0,02125	0,028341
	K2.5	0,014427	5	3	4	0,07213	0,04328	0,057707
Итоговая оценка по блоку 2						0,12101	0,095339	0,113864
Б3	K3.1	0,106346	5	5	4	0,53173	0,53173	0,425385
	K3.2	0,106346	5	3	4	0,53173	0,31903	0,425385
	K3.3	0,035449	4	3	3	0,14179	0,10634	0,106346
	K3.4	0,035449	4	3	4	0,14179	0,10634	0,141795
	K3.5	0,106346	5	5	3	0,53173	0,53173	0,319039
Итоговая оценка по блоку 3						1,878786	1,595195	1,417952

Блок	Показатели	НВП разработчика	Приоритет частного показателя, a_i			Общий критерий для альтернативы, $K(x)$		
			P_1	P_2	P_3	P_1	P_2	P_3
Б4	K4.1	0,106346	5	4	5	0,5317	0,4253	0,531732
	K4.2	0,035449	4	4	3	0,1417	0,1417	0,106346
	K4.3	0,106346	5	5	5	0,5317	0,5317	0,531732
	K4.4	0,035449	4	5	4	0,1417	0,1772	0,141795
	K4.5	0,106346	5	4	4	0,5317	0,4253	0,425385
Итоговая оценка по блоку 4						1,878786	1,701542	1,736991
Б5	K5.1	0,042231	5	4	4	0,2111	0,1689	0,168926
	K5.2	0,015833	4	3	4	0,0633	0,0475	0,063333
	K5.3	0,015833	4	4	3	0,0633	0,0633	0,0475
	K5.4	0,015833	4	3	4	0,0633	0,0475	0,063333
	K5.5	0,005936	3	3	3	0,0178	0,0178	0,017808
Итоговая оценка по блоку 5						0,418965	0,345067	0,3609
Интегральная оценка:						4,736857	4,128213	3,9802043

На основе экспертных оценок по единой шкале участникам выставляются баллы по каждому из перечисленных показателей. Итоговая оценка участника рассчитывается на основе использования аддитивной свертки. В соответствии с МАИ чем выше интегральная оценка актора, тем в большей степени он пригоден для предполагаемой роли.

С точки зрения удовлетворения целей экосистемы наиболее весомыми критериями являются управленческая зрелость и инновационный потенциал. У разработчика 1 значения этих критериев равны 0,419 и 1,879, у 2-го разработчика – 0,345

и 1,702, у 3-го разработчика – 1,737 и 0,361. Соответственно, на втором месте по экосистемной привлекательности находится разработчик 2 с итоговой интегральной оценкой 4,128. Хотя по итоговым значениям показателей в двух ключевых блоках баллы у 3-го разработчика выше.

С точки зрения устойчивого развития у первого разработчика лучший результат – итоговое значение по трем блокам (ESG) составило 2,419, у второго – 2,036 и у третьего – 1,893. Если проанализировать результаты оценки потенциалов (Т, I), то на первом месте 1-й разработчик со значением 2,318, на втором месте – 2-й разработчик 2,093 и на третьем месте – 3-й разработчик со значением потенциалов 2,087.

По всем пяти блокам показателей наиболее весомым (привлекательным) для экосистемы «Технологии для повышения качества жизни» является 1-й разработчик – Лаборатория разделения и концентрирования в химической диагностике функциональных материалов и объектов окружающей среды НИТУ «МИСИС». Его интегральная оценка, показывающая насколько подходит анализируемый участник для предполагаемой роли в проекте, составила 4,7368, что выше на 0,64 балла по сравнению с ближайшим конкурентом – 2-м разработчиком.

Накапливая положительные баллы путем перекрестного оценивания, актор становится привлекательным с позиции сотрудничества в совместных проектах для других участников. С помощью инструмента перекрестного оценивания актор может непосредственно влиять на других акторов через собственное оценивание, в дальнейшем принимая обоснованное самостоятельное решение о сотрудничестве в каждом отдельном проекте. Для обеспечения функционирования самонастройки экосистемы оценка должна проводиться постоянно, как на входе актора в экосистему, так и после реализации каждого проекта. Цель данного подхода – создание экосистемной платформы,

позволяющей акторам эффективно взаимодействовать внутри экосистемы, гибко реагировать на вызовы, опережать негативные явления и корректировать свои стратегии. Это позволит в конечном счете обеспечить устойчивое развитие каждого актора и экосистемы в целом.

2.4. Энтропийная модель оценки акторов экосистемы минерально-сырьевого комплекса

Рассмотрим организационно-экономическую экосистему минерально-сырьевого комплекса (МСК), где пейсмекером выступает университет НИТУ «МИСиС» (рис. 13), а сферой предметной области экосистемы являются проекты, направленные на устойчивое развитие в сырьевом и перерабатывающем секторах.



Рис. 13. Структура организационно-экономической экосистемы МСК

Управление отходами добычи и переработки минерального сырья представлено следующими проектами:

Проект 1. Разработка решений для ликвидации железосодержащих техногенных отходов горных, обогатительных и металлургических предприятий, переработки неиспользуемых бедных железных руд.

Проект 2. Разработка способов мониторинга и прогнозирования рисков самовозгорания углей и потери их качества при хранении и транспортировке.

Проект 3. Разработка комплексной инновационной технологии добычи и переработки минерального сырья с подземной изоляцией отходов для решения государственных научно-технологических задач энергетической и экологической безопасности.

Описание акторов экосистемы МСК представлено в табл. 13–16.

Таблица 13

Характеристика акторов – исследователей экосистемы

Группа акторов (A_1)	Цели	Интегральные показатели (D_1)
– центр ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья НИТУ «МИСиС»; – центр инжиниринга промышленных технологий; – инновационный научно-учебный центр «Ромелт» НИТУ «МИСиС»	– разработка новых технологий; – коммерциализация технологий;	– суммарный инновационный индекс SI; – уровень цифровой зрелости; – доля уникальных технологий в общей структуре; – затраты на исследования и разработки

При этом достижение внутренней цели каждого актора (A_i) будет зависеть от поведения множества других акторов экосистемы и связей между ними. Каждый актор, включаясь в экосистему, обрывает связями с другими акторами, поэтому количество и сила связей являются основой устойчивого развития экосистемы.

Таблица 14

Характеристика акторов – партнеров экосистемы

Группа акторов (A_2)	Цели	Интегральные показатели (D_2)
Внешнеэкономическое объединение АО «ВО «Тяжпромэкспорт». Федеральное агентство специального строительства России (Спецстрой России)	– коммерциализация технологий; – НИОКР; – реализация комплексных высокобюджетных проектов для крупных промышленных компаний	– уровень развития сотрудничества между акторами; – количество и стоимость совместных проектов, в которых задействованы акторы экосистемы

Таблица 15

Характеристика акторов – заказчиков/потребителей

Группы акторов A_3	Цели	Интегральные показатели (D_3)
ПАО «Алроса», ГК «Новолипецкий металлургический комбинат», «Забсибгазпром», ГК «РосАтом», ОАО «Сибирская угольная энергетическая компания», ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»	Повышение конкурентоспособности и рентабельности за счет внедрения инновационных технологий, процессов	– сальдированный финансовый результат актора; – соответствие ресурсов стратегическим целям актора; – трансфер знаний, технологий, результатов

Пейсмейкером организационно-экономической экосистемы является университет, который служит «точкой входа» для формирования новых идей, компетенций, технологических решений, инициации проектов по разработке ресурсосберегающих технологий.

Понятие энтропии поведения экосистемы (E) является категорией, позволяющей описывать зависимости акторов, включенных в ее структуру, так как энтропия связанных процессов сближается при усилении их связи.

Рассчитаем показатель энтропии поведения экосистемы на основе метода Шеннона [69]. В качестве функции p (отношение числа общих целей акторов к количеству целей экосистемы) будем рассматривать вероятность реализации целей экосистемы акторами (A_i):

$$E(A_i) = - (0,5 \log_2 0,5 + 0,33 \log_2 0,33 + 0,17 \log_2 0,17) = 1,46,$$

т.е. $E(A_i) > E_p$, следовательно, для экосистемы характерна слабая устойчивость. Чем больше поток знаний и информации между акторами, тем ниже уровень энтропии экосистемы. Таким образом, энтропия экосистемы и степень (сила) связи акторов имеют обратную зависимость.

Далее оценим уровень и силу связей между акторами разных групп экосистемы. Оценка качественных показателей, характеризующих зависимость между акторами экосистемы, может быть реализована с помощью шкалы экспертных оценок, нормированной в диапазоне от 0 до 5. При отсутствии достоверной информации по показателям оценка осуществляется по ограниченному кругу показателей. Эталонную градацию определим следующим образом:

$0 \leq$ независимость актора одной группы от актора другой группы < 1 ;

$1 \leq$ зависимость между акторами носит исключительно информационный характер < 2 ;

$2 \leq$ зависимость между акторами частично проектная, ресурсобалансированная и интеллектуальная < 3 ;

$3 \leq$ проектная зависимость < 4 ;

$4 \leq$ полная ресурсная и проектная зависимость < 5 .

После получения экспертных оценок в баллах определим кодированные значения контрольных точек (y_{ij}) с учетом нижнего и верхнего пределов допустимости значения ($y_{\min} = 0$, $y_{\max} = 5$) по методике желательности Харрингтона (табл. 16).

Таблица 16

Шкала желательности Харрингтона

Градации видов зависимостей между акторами в соответствии со шкалой желательности Харрингтона				
(1,00–0,80) «Очень хорошо»	(0,8–0,63) «Хорошо»	(0,63–0,37) «Удовлетворительно»	(0,37–0,20) «Плохо»	(0,2–0) «Очень плохо»
Полная ресурсная и проектная зависимость	Проектная зависимость	Зависимость между акторами частично проектная, ресурсобалансированная и интеллектуальная	Зависимость между акторами носит исключительно информационный характер	Независимость актора одной группы от актора другой группы

Сила связи акторов определяется как среднегеометрическое кодированных значений (y_{ij} ; d_i). Рассчитаем значения контрольных точек (y_{ij}) и значение параметра – зависимость между акторами по проекту 1:

$$y'(1) = -\ln \ln(1 / 0,37) = 0,00576;$$

$$y'(10) = -\ln \ln(1 / 0,8) = 1,4999.$$

Уравнение $y' = a \cdot y = b$ выступает в качестве механизма перевода y в y' .

Окончательное уравнение примет вид

$$y' = 0,16576y - 0,16025.$$

Аналогичным образом выполнена оценка параметра для проектов 2 и 3. Обобщенная функция желательности Харрингтона (критерия оптимизации) j -го актора определяется как среднеегеометрическое частных желательностей. Результаты представлены в табл. 17.

Таблица 17

**Интерпретация стандартных отметок
на шкале Харрингтона для акторов экосистемы**

Проекты	Группа акторов – исследователи		Группа акторов – партнеры		Группа акторов – заказчики		Обобщенная функция желательности Харрингтона (D)
	y_{ij}	d_1	y_{ij}	d_2	y_{ij}	d_3	
Проект 1	1,486	0,797	1,251	0,751	1,331	0,768	0,82
Проект 2	1,135	0,725	0,864	0,656	1,378	0,78	0,71
Проект 3	1,123	0,684	0,756	0,598	1,154	0,723	0,59

По шкале Харрингтона проект 1 относится к категории «очень хорошо», следовательно, у акторов присутствует полная ресурсная и проектная зависимость. Проект 2 относится к категории «хорошо», что говорит о наличии проектной зависимости между акторами. А в проекте 3 зависимость между акторами носит исключительно информационный характер. Интегральный показатель силы связи акторов организационно-экономической экосистемы составил

$$D_j = \sqrt[3]{0,82 \cdot 0,71 \cdot 0,59} = 0,698.$$

Чем ближе к единице оценка силы связи акторов, тем лучше для экосистемы с позиции ее устойчивости. В нашем

примере показатель силы связи составил 0,698, следовательно, можно говорить об устойчивом развитии экосистемы МСК.

Данная методика оценки потенциала проектов позволяет принимать управленческие решения по дальнейшему участию акторов в проектах определенной социально-экономической экосистемы.

Глава 3

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АКТОРОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

3.1. Территориальные экосистемы как перспективный подход к территориальному развитию

Экосистемная модель развития территории представляет собой перспективный подход к пространственному развитию территории, когда единицей анализа выступает территориальная экосистема. Акцент на экосистемы, а не на отрасль, предприятие или регион, позволяет максимально задействовать имеющийся потенциал (природный, человеческий, научно-технический и т.д.) данной территории. Экосистемы, формируя особую среду развития, связывают между собой города, центры промышленного производства с удаленными районами (местными сообществами). Таким образом, можно говорить о том, что устойчивые территориальные экосистемы способствуют развитию местных сообществ (local community) и влияют на пространственное развитие всей страны.

Вызовы, связанные с пандемией, экономическим кризисом, обостряющимся социальным расслоением в обществе, стремительно усиливают диспропорции в социально-экономическом развитии субъектов РФ [72]. Эти негативные явления являются сдерживающим фактором пространственного развития, связанного, прежде всего, с обустройством внутренней территории. Такие тенденции угрожают национальной и экономической безопасности страны. Сегодня стало очевидным, что

каждая страна должна опираться на собственный потенциал, максимально используя свои ресурсы (природные, трудовые, интеллектуальные и др.), и стремиться к поддержанию устойчивого развития. Регионы должны максимально эффективно использовать свои конкурентные преимущества. Это вызывает необходимость в серьезной модернизации региональной политики и поиске новых моделей устойчивого территориального развития. Данная проблема особенно актуальна для такой пространственно протяженной страны, как Россия. В Российской Федерации регионы значительно отличаются друг от друга по своим географическим, природно-ресурсным, демографическим, культурно-историческим, этническим и другим факторам [71].

Термин «устойчивость» дефинируется по-разному, но на практике он строится на трех основных составляющих – экономической, социальной и внешней среды (environmental).

Развитие регионов обычно определяется как комплексное развитие (социальное, экономическое, экологическое, технологическое, культурное) на определенной территории. Развитие региона должно быть направлено на поддержание определенного уровня жизни и повышение качества посредством эффективного использования экономических, социальных и природных компонентов территории. Региональное развитие в современном контексте находится на критическом этапе. Многочисленные кризисы и внешние шоки (финансовые, энергетические, продовольственные, эпидемиологические) требуют пересмотра существующих подходов в сторону усиления акцентов на сферах занятости, социального прогресса, качества жизни и улучшения экологии.

Таким образом, устойчивость региона – это процесс, предлагаемый для улучшения качества жизни людей в рамках ограничений глобальной окружающей среды. Этот процесс включает в себя решения для улучшения благосостояния людей,

которые не приводят к ухудшению окружающей среды или ухудшению благосостояния других людей. Концепция устойчивого развития определяет территорию как систему, состоящую из трех концентрических кругов: функциональные экосистемы на микроуровне, территориальные экосистемы на мезоуровне и национальные экосистемы на макроуровне. Показатели устойчивости устанавливаются для измерения степени соблюдения этих границ.

Хотя нет сомнений в важности переноса концепции устойчивого развития на региональный уровень, на практике использование данного подхода сопряжено с рядом трудностей. Сложности часто связаны с проведением мониторинга динамики устойчивого развития территории и подходами к его интерпретации.

Экосистема территории является частью национальной экосистемы и включает в себя целое множество экосистем микроуровня. Исследование устойчивого развития территории возможно через оценку устойчивости ее экосистемы, которая, в свою очередь, зависит от устойчивости экосистем, ее составляющих (акторы могут быть участниками нескольких экосистем одновременно).

Экосистема территории – это сложная социально-экономическая система, устойчивость которой связана с понятием социальной энтропии. Как известно, развитие социальных систем характеризуется нестабильностью и неравновесностью как постоянным колебанием между организацией и дезорганизацией. Именно хаос для сложных дезорганизационных систем, каковыми и являются экосистемы, обеспечивает их открытость, выступает стимулом развития и конструктивным фактором. Отрицательная энтропия характеризует развитие системы и ее открытость. Чем больше энтропия, чем жестче структура системы, тем более неустойчивой является система с позиции внешних воздействий (флуктуаций).

Энтропийная устойчивость присутствует, если порядок и организованность внутри системы уравнивают беспорядок и дезорганизацию взаимодействий акторов между собой. Только в этом случае систему можно назвать устойчивой. Каждая экосистема стремится к энтропийному равновесию. Чем сложнее структура экосистемы, чем она больше, тем менее предсказуемым является ее поведение, но при этом тем вероятнее ее гибкость, открытость и возможность развития. Устойчивость экосистемы обеспечивается разнообразием и сложностью связей участников, входящих в ее состав.

Системы с высокой устойчивостью способны воспринимать значительные воздействия, не изменяя существенно своей структуры, т.е. не выходя за пределы равновесного состояния. При этом понятие устойчивости не равноценно понятию стабильности, так как здесь в первую очередь внимание обращается на неизменность структуры. Системы с неизменной структурой по аналогии с техническими системами можно назвать «хрупкими». Оценка социально-экономических систем с позиции устойчивости определяется, как правило, изменчивостью среды: при стабильных условиях системы склонны к более высокой внутренней организации, при изменчивых условиях предпочтение отдается дезорганизации.

В книге «Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса» Нассим Николас Талеб рассматривает «хрупкость» крупных вертикальных систем с позиции рисков принятия управленческого решения [73]. Ошибочное решение, принятое единолично сверху, такой системы может иметь катастрофические последствия и для системы в целом, и для ее окружения. В противовес таким системам симбиоз из небольших систем гораздо более устойчив. Принятие ошибочного управленческого решения в одной подсистеме не несет значительных последствий для других, а значит, вся система в целом является «антихрупкой» по отношению к внутренним и внешним вызовам (табл. 18).

**Отличительные признаки хрупкости
и антихрупкости социально-экономических систем**

Признаки хрупкости систем с управлением по вертикали	Признаки антихрупкости симбиоза равноправных систем
Зависимость существования всей системы от органа управления	Независимость от какого-либо органа власти
Отсутствие саморегуляции системы	Свойственны самоорганизация и саморегуляция
Низкая скорость инновационных изменений	Динамичны, инновативны, проектоориентированы
Ориентированность на процессы	Ориентированность на людей
Инертность системы	Гибкость к изменениям
Не клиентоориентированы	Ориентированы на потребности клиентов

Именно поэтому одним из инструментов оценки устойчивости развития территории может выступать энтропийный подход анализа экосистем на микро- и мезоуровнях.

Взаимодействие как экосистем, так и их акторов осуществляется через обмен энергией, в качестве которой выступают новые знания, информация, уникальные компетенции и ресурсы, и обеспечивается посредством дружелюбной среды, формируемой синергетически на основе принципов экосистемности.

Устойчивое развитие территории можно также определить как способность обеспечивать объем деятельности всех ее участников и поддерживать функции потоков энергии между подсистемами, сбалансированными по гуманитарным, технологическим и экологическим емкостям.

Экосистема территории – это триада из гуманитарных, технологических и экологических симбиозов, формирующихся через гармоничное взаимодействие. Пределы потенциалов

и возможностей акторов, истощение которых в процессе хозяйственной деятельности приводит к нежелательным изменениям, будем называть емкостями территории (рис. 14).



Рис. 14. Структура территориальной устойчивости по емкостным подсистемам

На рис. 15 представлена зависимость устойчивости территории (мезоуровень) от уровня сбалансированности емкостей, ее составляющих. Емкостный потенциал территории формируется из совокупности капиталов, потенциал которых зависит от устойчивости функциональных экосистем (микроуровень). Каждая функциональная экосистема зависит от поведений своих акторов и связей между ними.

На рисунке не выделена экономическая емкость, которая, по мнению авторов, является инструментом и составной частью всех процессов в экосистемах. Превышение емкостей приводит к сдвигу экосистемного равновесия, что, в свою очередь, ведет к неустойчивому состоянию территории в целом. Экосистема считается устойчивой только в случае сбалансированности емкостей, формируемых из капиталов территории. Создание механизма устойчивого развития территории предлагается оценивать на основе анализа устойчивости капиталов, созданных в результате деятельности акторов экосистем.

Авторы считают, что устойчивость развития экосистемы территории определяется такими факторами, как:

а) потенциалы акторов (уникальностью технологий, ресурсов, компетенций), входящих во внутренние экосистемы территории;

- б) степень связей внутренних экосистем между собой;
- в) степень связей акторов с другими акторами внутри экосистем;
- г) степень согласованности капиталов территории.



Рис. 15. Система устойчивого развития территории

И здесь возникает противоречие, которое неизбежно при развитии любой социально-экономической системы. С одной стороны, чем больше внутренних экосистем составляют экосистему территории, чем сбалансированнее капиталы территории, тем устойчивее она к внешним вызовам. С другой стороны, связи, определяемые взаимодействием как внутренних экосистем между собой, так и акторов, влекут за собой неизбежные риски конфликтов интересов.

Таким образом, на основе вышеизложенных принципов выделим два подхода к оценке устойчивости экосистемы территории.

На макро- и мезоуровнях устойчивость развития территории определяется на основе экосистемной модели через систему сбалансированных емкостей. Если рассматривать экосистему территории как совокупность экосистем микроуровня, находящихся на данной территории, то оценка устойчивости территории возможна через энтропию сложной системы, состоящей из энтропий объектов, ее составляющих.

Подход к оценке устойчивости экосистемы территории базируется на одном из важнейших методологических принципов обеспечения устойчивого развития – балансе между потреблением ресурсов и емкостью экосистемы. В докладе нобелевского лауреата по экономике Дж. Стиглица отмечается [75], что необходимо перенести акцент в системе показателей устойчивого развития с измерения производства на измерение благосостояния, которое должно рассматриваться в контексте устойчивого развития.

Таким образом, степень сбалансированности емкостей территории формируется через важность и полезность показателей емкостей для всех экосистем территории. Если степень значимости показателей емкости территории одинаково важна для акторов и проектов, реализуемых в рамках их экосистем, то можно говорить о высокой степени сбалансированности емкостей и высокой устойчивости экосистемы территории. Если же в рамках одной из внутренних экосистем реализуются проекты, отражающие интересы отдельного актора и при этом вступающие в противоречия с другими акторами и экосистемами, то такой процесс характеризует низкую сбалансированность емкостей и ведет к потере устойчивости экосистемы территории.

Определим систему показателей оценки устойчивости развития территории на основе экосистемной модели. Для оценки емкости территории предлагается использовать индексный метод (табл. 19). Гуманитарная емкость – это соответствие численности населения ресурсному потенциалу экосистемы территории. Уровень использования гуманитарной емкости территории предлагается оценивать на основе интегрального показателя качества жизни населения. Этот комплексный показатель включает в себя оценку условий жизни, ситуации в социальной сфере и межрегиональных различий. Методика расчета интегрального показателя качества жизни РИА Рейтинг предусматривает агрегирование показателей по группам: доход и занятость населения, безопасность проживания, здоровье и уровень образования и другие [76].

Таблица 19

Система показателей, характеризующих емкость территории

Емкости территории	Интегральный показатель	Основные показатели
Гуманитарная (G_e)	Качество жизни	Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума
		Уровень безработицы
		Миграционный прирост (убыль) населения
		Уровень личной безопасности
		Продолжительность жизни
		Уровень развития малого бизнеса
Технологическая (T_e)	Индекс научно-технического развития	Удельный вес инновационных товаров и услуг в общем объеме
		Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВРП
		Инновационная активность организаций

Емкости территории	Интегральный показатель	Основные показатели
		Доля работников по высокотехнологичным видам экономической деятельности в общей численности работников организации
		Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками
Экологическая (биоемкость) ($\mathcal{E}_e$)	Экологический индекс региона	Уровень загрязнения воды, воздуха, почвы
		Объем финансирования природоохранной деятельности
		Количество промышленных отходов и ТБО
		Уровень внедрения современных ресурсосберегающих «умных» технологий
		Количество образовательных экологических программ и проектов

Гуманитарная емкость территории определяется отношением фактического показателя качества жизни к его максимально возможному значению (рейтинговый балл территории субъекта РФ с максимальным значением показателя – качество жизни). Рейтинговый балл изменяется в диапазоне от 1 до 100.

Технологическая емкость – это обобщенная характеристика территории, количественно соответствующая максимальной техногенной нагрузке, которую может выдерживать совокупность экосистем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств. В качестве исходных данных для расчета интегрального индекса научно-технического развития

региона использовались показатели, характеризующие состояние сферы науки и технологий в регионах: наличие и характеристики материальной базы, человеческих ресурсов, инновационную активность, эффективность и масштаб научно-технологической деятельности. Интегральный индекс научно-технического развития региона рассчитывается агрегированием показателей, объединенных в несколько групп по методике, предложенной РИА Рейтинг. Итоговый индекс может изменяться в диапазоне от 1 до 100 [71].

Уровень использования технологической емкости территории основывается на сопоставлении фактического индекса научно-технического развития региона с его максимально возможным, эталонным, значением (территория субъекта РФ с максимальным значением данного индекса).

Экологическая емкость – способность природной среды перенести антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистемы территории. Этот вид емкости характеризует, прежде всего, экологическое состояние среды проживания, поэтому авторы предлагают оценивать экологическую емкость с использованием экологического индекса [77].

Экологический индекс – это интегральный показатель, полученный путем агрегирования трех групп показателей, описывающих промышленную и природную среды, а также качество среды проживания. Расчет уровня использования экологической емкости экосистемы территории осуществляется на основе сопоставления фактического уровня совокупного экологического индекса экосистемы территории и наилучшего значения данного индекса в рейтинге территорий.

Совокупное значение емкости экосистемы территории рассчитывается как сумма гуманитарной, технологической и экологической емкостей экосистемы.

Для оценки состояния устойчивости территории необходимо сопоставить уровень потребляемых ресурсов (природных, финансовых, человеческих и др.) к уровню использования емкости экосистемы территории, т.е. определить возможность или способность экосистемы оставаться в состоянии экосистемного равновесия при текущей нагрузке. Если полученный показатель устойчивости меньше 1, то можно говорить о сильной устойчивости экосистемы территории. В этом случае в результате хозяйственной деятельности в экосистеме территории не происходит нарушения ее структурных и функциональных свойств. Если показатель устойчивости больше 1, но меньше 2, то для экосистемы характерна слабая устойчивость. А если показатель больше 2, то экосистема территории находится в неустойчивом состоянии.

Данный подход широко используется международными экологическими организациями (WWF, World Wildlife Fund) для определения устойчивости биологических экосистем, когда рассчитывают и сопоставляют экологический след и биоемкость экосистемы.

3.2. Энтروпийная модель устойчивого развития промышленных и территориальных экосистем

В отличие от других организационно-экономических моделей суть социально-экономической экосистемы состоит в том, что основой ее формирования является самоорганизация. Каждый актор, включаясь в экосистему, «обрастает» связями с другими акторами, поэтому количество и сила связей являются основой устойчивого развития экосистемы. При этом актор может выступать в разных ролях, участвуя в проектах,

в качестве, например, заказчика, поставщика уникальных ресурсов, стейкхолдера, разработчика и т.д. Следовательно, поведение социально-экономической экосистемы зависит от поведения множества подсистем (акторов), включающих множество отношений между ними [70].

Методология оценки эффективности промышленной экосистемы связана, прежде всего, с оценкой степени устойчивости отношений между акторами. Экосистема является, безусловно, сложной открытой системой, так как она взаимодействует с внешней средой путем передачи энергии в виде информации, знаний, компетенций. Сложным системам свойственны процессы самоорганизации, когда в экосистему подключаются новые акторы и образуются новые связи, и процессы дезорганизации, когда связи по тем или иным причинам разрушаются, а актор выходит из экосистемы. Внешней средой для экосистемы является общество, территории, отрасль, которые взаимодействуют с экосистемой, преследуя свои цели. Так как экосистема является объединением и акторов, и связей между ними, и процессов, то прогнозировать состояние экосистемы, оценивать ее устойчивость невозможно, наблюдая и изучая каждый элемент системы в отдельности. Поведение экосистемы зависит и от внешней среды, и от поведения акторов, и от их взаимодействия между собой. Энтропия служит количественной мерой беспорядка в системе. Чем больше энтропия состояния экосистемы, тем большим числом способов взаимодействия между акторами оно может быть реализовано, тем менее она упорядочена, тем больше самоорганизованности у акторов этой экосистемы, т.е. увеличение энтропии означает увеличение степени свободы актора от внешнего управления и, следовательно, повышения его самоорганизованности и, как следствие, ответственности за собственное устойчивое развитие.

Обозначим акторов A_i экосистемы E через D_i совокупность целей и потенциалов, характеризующих данного участника $(d_{ir})_1^R$, тогда $\{D_i, (d_{ir})_1^R\}$ будет представлять систему A_i , т.е.

$$A_i = \{D_i, (d_{ir})_1^R\}, i = 1, \dots, n. \quad (15)$$

Например:

A_1 – один из акторов, цель которого – осуществить проект цифровой трансформации бизнес-процесса, характеризующегося множеством целевых показателей D_1 ;

A_2 – другой актор, целью которого является, например, проект разработки уникального датчика контроля за технологическим процессом, характеризующегося целевыми показателями D_2 .

При этом достижение внутренней цели каждого актора A_i будет заключаться в реализации некоторой управленческой траектории, успех которой зависит не только от внутренней структуры системы. Эффективность внутренних преобразований зависит также от экосреды, в которой функционирует система и, следовательно, от поведений множества других акторов экосистемы и связей между ними.

С точки зрения устойчивого развития социально-экономической экосистемы влияние акторов на нее не однозначно и зависит от:

а) потенциала актора, т.е. наличия у него уникальных технологий, ресурсов, компетенций;

б) степени связей актора с другими акторами.

С одной стороны, чем больше экосистема включает в себя акторов, тем синергетический потенциал у нее выше и тем устойчивее она к внешним вызовам. С другой стороны, наличие большого множества связей влечет за собой неизбежные риски конфликтов интересов.

Степень устойчивости связей между акторами оценим, представив их интересы в виде числовой области, в которой для всех $(d_{ir})_1^n$ верно

$$f(d_{ir}) = 1, \quad (16)$$

где p есть заданная функция, отражающая позицию того, что некоторый целевой показатель k актора A_i предпочтительнее для экосистемы, чем показатель l актора A_j :

$$d_{ik} > d_{jl}. \quad (17)$$

Иначе говоря, функция p является нормированной мерой множества целевых показателей экосистемы. В качестве функции p можно использовать вероятность того, что актор A_i экосистемы реализует цель d_{ik} , т.е. $p(d_{ik})$.

Тогда

$$p = m_i/N,$$

где N – количество целей экосистемы, m_i – число общих целей у акторов. У разных акторов экосистемы могут быть общие цели на определенном промежутке времени.

Возвращаясь к вышеизложенным примерам, для каждого актора своя цель, естественно, предпочтительнее целей других акторов, но с позиции экосистемы в целом на первоочередность реализации проектов в рамках организационно-экономической экосистемы влияют интегральные показатели, отражающие временной жизненный цикл проекта (чем короче цикл, тем предпочтительнее), скорость его реализации, уникальность проекта, степень важности проекта для других акторов и т.д.

Но только с позиции количественного подхода к определению целевых показателей экосистемы нельзя охарактеризовать устойчивое поведение экосистемы. Для этого введем понятие энтропии поведения экосистемы E . Энтропию поведения экосистемы E будем рассматривать как качественную характеристику

системы, отражающую уровень сбалансированности полезности проектов системы на базе анализа необходимости этих проектов для всех акторов [70].

Под степенью сбалансированности полезности проектов будем понимать однородность значимости проектов для всех акторов. Если степень значимости реализации одного проекта одинакова, можно говорить о высокой степени сбалансированности. Если один проект более важен, чем остальные, то сбалансированность полезности данного проекта находится на низком уровне. Так, например, проект разработки или внедрения цифрового проектного офиса, позволяющего каждому актору эффективно взаимодействовать с другими акторами в рамках реализации своих целей, безусловно, обладает высокой степенью сбалансированности, а реализация частных проектов отдельных акторов характеризуется низкой степенью сбалансированности относительно экосистемы.

Введем категорию предсказуемости поведения экосистемы или непредсказуемости.

Если множество целевых установок акторов организационно-экономической экосистемы сильно организовано или равноценно, тогда трудно сформулировать априорные предположения о приоритетности проектов, т.е. какой же проект будет первоначально реализован системой, иначе говоря, поведение системы трудно распознать.

Но если множество целевых установок системы является слабо организованным, т.е. если необходимость одного проекта гораздо выше, поведение системы легко предсказать из априорных соображений (рис. 16).

Мера энтропии социально-экономической экосистемы E , или неточная энтропия, — это некоторое объединение количественных характеристик акторов A , т.е. как функция количественных характеристик целевых установок. Если меру энтропии поведения

актора A_1 обозначить $E(A_1)$, то можно представить ее в следующем виде:

$$E(A_i) = E(p_1, \dots, p_n), \quad (18)$$

где $p(d_{ik}) = p_i, i = 1, \dots, n$.

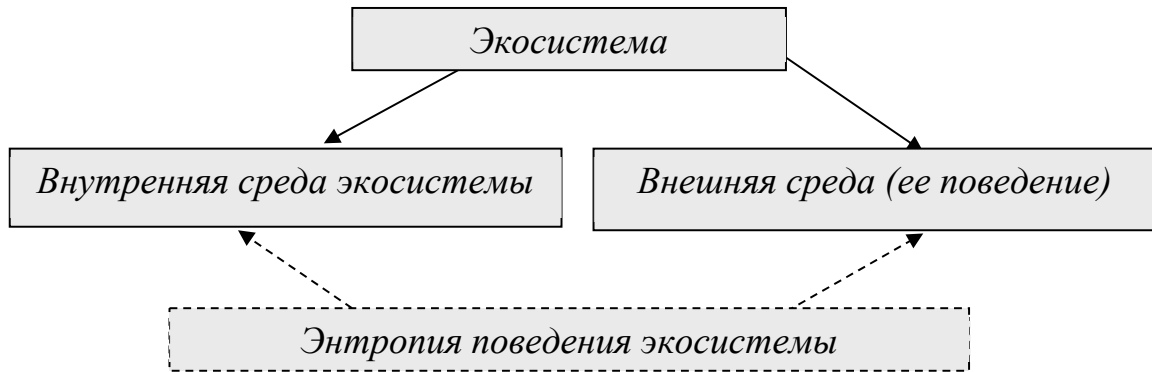


Рис. 16. Интерпретация энтропии поведения организационно-экономической экосистемы

Чтобы с помощью категории энтропии поведения организационно-экономической экосистемы иметь возможность описывать и анализировать качественные свойства внутренней среды экосистемы, необходимо сформулировать аксиомы, выражающие в точном виде соответствующие свойства. Эти аксиомы таковы:

- 1) $E(p_1, \dots, p_n) = 0$, где $\sum_{i=1}^n p_i = 1, p_i \geq 0$;
- 2) $E(1) = 0, E(1/2, 1/2) = 1$;
- 3) $E(p_1, \dots, p_{k-1}, 0, p_{k+1}, \dots, p_n) = E(p_1, \dots, p_{k-1}, \dots, p_{k+1}, \dots, p_n)$;
- 4) $E(p_1, \dots, q_{k1}, q_{k2}, \dots, p_n) = E(p_1, \dots, p_k, \dots, p_n) + p_k E\left(\frac{q_{k1}}{p_k}, \frac{q_{k2}}{p_k}\right)$,

где $q_{k1} + q_{k2} = p_k > 0$.

Таким образом, получаем определенную единственным образом меру энтропии поведения экосистемы:

$$E(A_i) = -\sum p(d_{ik}) \log_2 p(d_{ik}). \quad (20)$$

Энтропийное равновесие или энтропийная устойчивость присутствуют, если порядок и организованность уравновешивают беспорядок и дезорганизацию. В этом случае система приобретает стабильность. Любое отклонение от точки равновесия приводит к излишней упорядоченности или к чрезмерному беспорядку. Каждая экосистема стремится к энтропийному равновесию ($E_p = E$). Исходя из аксиом, чем сложнее структура экосистемы, чем она больше, тем менее предсказуемым является ее поведение и, наоборот, чем менее организовано множество целевых установок экосистемы, тем более предсказуемым будет ее поведение. Понятие энтропии поведения организационно-экономической экосистемы является категорией, позволяющей описывать зависимости двух акторов, включенных в ее структуру.

Назовем *средой актора* A_i акторов, включенных в систему A_i в качестве подсистем для реализации целевых установок A_i . Понятно, что каждый актор экосреды имеет свою среду. A_j может также включить в свою среду актора A_i , что позволяет определить категории зависимости актора от его среды или зависимости между двумя акторами экосистемы. Возможность реализации целевых установок отдельного актора является его внутренним поведением, посредством которого актор проявляет себя в среде экосистемы.

Пусть среда актора A_i является подсистемой среды актора A_j . Тогда под возможностями реализации целевых установок актора A_i по отношению к среде A_j будем понимать возможности реализации целевых показателей A_i в предположении реализации целевых показателей актора A_j . (рис. 17).

Определив меру измерения зависимости акторов, можно перейти к оценке среды организационно-экономической экосистемы в целом. Считаем, что участники экосистемы могут

выполнять в системе разные роли, но каждый актор может одновременно или поочередно исполнять несколько различных ролей в зависимости от разных жизненных циклов реализуемых проектов или жизненного цикла экосистемы. Тогда будем считать роль как часть поведения актора, соответствующая конкретной зависимости. Таким образом, акторы организационно-экономической экосистемы образуют подсистемы. Множеству этих подсистем акторов можно сопоставить функцию на множестве всех пар акторов, которые удовлетворяют определенным условиям:

- актор независим только сам от себя, два актора всегда зависимы;
- если существует зависимость между A_j и A_i , то в равной степени существует и обратная зависимость A_i от A_j ;
- актор A_m зависит от A_i , то зависимость A_m от A_i не уменьшится, если «вставить» A_j в отношение зависимости между A_m и A_i .

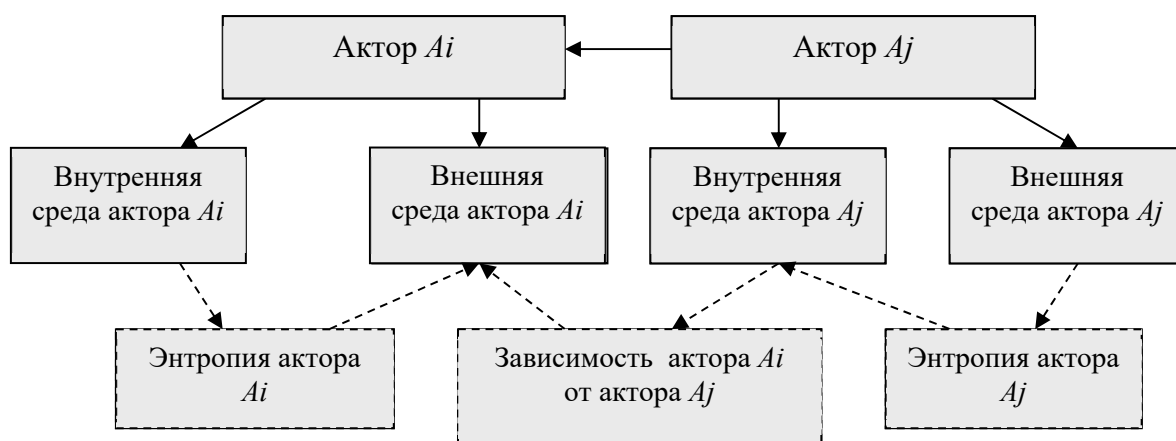


Рис. 17. Интерпретация зависимости поведения двух систем

Чем больше акторов входит в экосистему и чем больше связей она включает в себя, тем меньше управленческих траекторий, при которых зависимости акторов минимальны.

Рассмотренный энтропийный подход предполагает различную открытость акторов экосистемы. Чем выше степень открытости актора экосистемы, тем более готовой к самоорганизации должен быть актор на всех уровнях принятия решений. Это приводит к большей заинтересованности актора в развитии своего потенциала через реализацию и продвижение различных проектов. Заинтересованность актора в развитии отражается на взаимодействии с другими акторами, что приводит к устойчивому развитию экосистемы в целом.

*Оценка устойчивости территориальной экосистемы
на основе энтропии сложных систем*

Понимание универсальности энтропии как инструмента анализа и оценки различных типов систем приходило постепенно. Это энтропия Клаузиуса в термодинамике и энтропия Больцмана в статистической физике, энтропия Шеннона в теории информации и энтропия Колмогорова в теории динамических систем и энтропия фон Неймана в квантовой механике. Общим для различных взглядов на понятие «энтропии» можно считать то, что энтропия это всегда мера хаоса системы. Но одновременно с этим энтропия является и мерой структурной организованности систем, так как хаос и порядок это не только противоположные, но и взаимодополняющие понятия. Величина значения энтропии характеризует то, как далеко рассматриваемая система отклонилась от упорядоченного структурированного состояния и как приблизилась она к беспорядочному полностью хаотичному бесструктурному однородному виду [78]. Существуют различные определения понятия «структура». Как правило, под структурой понимают характер организации элементов и совокупность отношений между элементами системы.

Асимметричный характер движения потоков в экономике позволяет предположить существование экономической энтропии, которая управляет этим асимметричным процессом. Концепция экономической энтропии основана на предположении, что потоки (знаний, информации, денег) в экономике являются аналогом энергии в термодинамике.

Все реальные экономические процессы генерируют энтропию. Экономический процесс переводит доступную энергию и ресурсы в высокоэнтропийное состояние, причем со скоростью большей, чем это бы происходило естественным образом. В соответствии с законом энтропии полезные (то есть обладающие низкой энтропией) энергии и материалы расходуются в преобразованиях в ходе экономических процессов и возвращаются в окружающую среду в форме отходов с высокой энтропией.

В основу методологии исследования устойчивого развития территориальной экосистемы авторами заложена теория центрального порядка В. Гейзенберга, развитая в трудах А. Позднякова [74]. Суть методологии в том, что оптимальность вектора развития общества определяется:

- деятельностью человека, соответствующей требованиям нравственных отношений, направленных на развитие и улучшение благосостояния людей,
- сохранением природных ресурсов.

При этом развитие общества не должно вести к росту энтропии экосистем.

Самоорганизация акторов экосистемы территории возможна лишь тогда, когда существует негэнтропийный поток энергии (информации, знаний, компетенций, технологий, инноваций) из окружающей среды, на который не требуется затрат энергии, вырабатываемой самим актором. Для устойчивого развития отдельного актора как социально-экономической

системы необходимы упорядоченные (структурированные) источники энергии в виде знаний и информации. Каждый актор, используя свои методы извлечения энергии из среды, превращает одни ее формы в другие посредством обмена с другими акторами, при этом не тратит свой труд на восстановление энергии с доведением до уровня повторного применения. Это приводит к экономии затрат каждого актора экосистемы и к аккумуляции энергии, выработанной самим актором и полученной от других участников экосистемы.

Неразрывная энергетическая связь между акторами экосистем должна найти отражение в определении критериев и индикаторов, отражающих потоки энергии между ними. Ограничение роста энтропии возможно только при условии, что потребности каждого актора не выходят за рамки разумных, установленных нравственными законами общества, определяемых качеством жизни людей, не причиняющие ущерб другим акторам и окружающей среде.

Каждая функциональная экосистема зависит от поведения своих акторов и связей между ними. Превышение емкостей приводит к сдвигу экосистемного равновесия, что, в свою очередь, ведет к неустойчивому состоянию территории в целом. Экосистема считается устойчивой только в случае сбалансированности емкостей, формируемых из капиталов территории. Создание механизма устойчивого развития территории предлагается оценивать на основе анализа устойчивости капиталов, созданных в результате деятельности акторов экосистем.

Авторы считают, что устойчивость развития экосистемы территории определяется такими факторами, как:

- 1) потенциалы акторов (уникальностью технологий, ресурсов, компетенций), входящих во внутренние экосистемы территории;
- 2) степень связей внутренних экосистем между собой;

3) степень связей акторов с другими акторами внутри экосистем;

4) степень согласованностью капиталов территории.

И здесь возникает противоречие, которое неизбежно при развитии любой социально-экономической системы. С одной стороны, чем больше внутренних экосистем составляют экосистему территории, чем сбалансированнее капиталы территории, тем устойчивее она к внешним вызовам. С другой стороны, связи, определяемые взаимодействием как внутренних экосистем между собой, так и акторов, влекут за собой неизбежные риски конфликтов интересов.

Н. Кайтез в своей работе «Философия энтропии. Негэнтропийная перспектива» [79] предложил оценивать устойчивость через обесценивание капитала на основе энтропийного подхода. В его трактовке энтропия (разрушение, обесценивание) – убыток в циркуляции материи и в то же время ущерб, нанесенный человеческой деятельностью.

Обесценивание капитала при энтропийном подходе – это капитал, который не был использован или был использован не рационально. Соответственно, если увеличивается размер неэффективно растраченного совокупного капитала, то увеличивается уровень энтропии и снижается устойчивость экосистемы.

Современная наука предлагает несколько видов энтропий и способов их расчета. Взаимная энтропия или энтропия объединения предназначена для расчета энтропии взаимосвязанных систем. В общем виде энтропия сложной системы равна сумме энтропий объектов ее составляющих. Это важное свойство позволяет осуществлять декомпозицию сложной системы при оценке ее устойчивости.

В данной работе мера энтропии экосистемы территории определена на основе адаптированного уравнения Шеннона:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^m K_i \log_2 K_i, \quad (21)$$

где H – энтропия уровня использования совокупного капитала территориальной экосистемы; K_i – уровень использования капитала i -го вида; m – количество видов капитала; i – виды капитала (природный, производственный, человеческий и др.), формирующие совокупный капитал территории.

Определим систему показателей для оценки устойчивости развития территории на основе экосистемной модели. Для оценки уровня использования капитала предлагается использовать индексный метод (табл. 20).

Таблица 20

**Система показателей,
характеризующих устойчивость территории**

Вид капитала	Интегральный показатель	Основные показатели
Человеческий	Качество жизни	Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума
		Уровень безработицы
		Миграционный прирост (убыль) населения
		Уровень личной безопасности
		Продолжительность жизни
		Уровень развития малого бизнеса
Производственный	Индекс научно-технического развития	Удельный вес инновационных товаров и услуг в общем объеме
		Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВРП
		Инновационная активность организаций

Вид капитала	Интегральный показатель	Основные показатели
Природный	Экологический индекс региона	Доля работников по высокотехнологичным видам экономической деятельности в общей численности работников организации
		Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками
		Уровень загрязнения воды, воздуха, почвы
		Объем финансирования природоохранной деятельности
		Количество промышленных отходов и ТБО
		Уровень внедрения современных ресурсосберегающих «умных» технологий
		Количество образовательных экологических программ и проектов

Уровень использования человеческого капитала территориальной экосистемы предлагается оценивать на основе интегрального показателя качества жизни населения. Этот комплексный показатель включает в себя оценку условий жизни, ситуации в социальной сфере и межрегиональных различий. Методика расчета интегрального показателя качества жизни РИА Рейтинг предусматривает агрегирование показателей по группам – доход и занятость населения, безопасность проживания, здоровье, уровень образования и др. [76]. Уровень использования человеческого капитала определяется отношением фактического показателя качества жизни к его максимально

возможному значению (рейтинговый балл территории субъекта РФ с максимальным значением показателя – качество жизни). Рейтинговый балл изменяется в диапазоне от 1 до 100.

В качестве исходных данных для оценки уровня использования производственного капитала на основе интегрального индекса научно-технического развития региона использовались показатели, характеризующие состояние сферы науки и технологий в регионах. Например, наличие и характеристики материальной базы, человеческих ресурсов, инновационную активность, эффективность и масштаб научно-технологической деятельности. Интегральный индекс научно-технического развития региона рассчитывается агрегированием показателей, объединенных в несколько групп по методике, предложенной РИА Рейтинг. Итоговый индекс может изменяться в диапазоне от 1 до 100. Уровень использования производственного капитала территории основывается на сопоставлении фактического индекса научно-технического развития региона с его максимально возможным – эталонным значением (территория субъекта РФ с максимальным значением данного индекса).

Природный капитал характеризует, прежде всего, экологическое состояние среды проживания, поэтому авторы предлагают оценивать уровень использования природного капитала на основе экологического индекса территории [77]. Экологический индекс – это интегральный показатель, полученный путем агрегирования трех групп показателей, описывающих промышленную и природную среды, а также качество среды проживания. Расчет уровня использования природного капитала экосистемы территории осуществляется на основе сопоставления фактического уровня совокупного экологического индекса экосистемы территории и наилучшего значения данного индекса в рейтинге территорий.

Шкала оценки энтропийной устойчивости территории через энтропию уровня использования совокупного капитала, созданного функциональными экосистемами региона, представлена в табл. 21.

Таблица 21

Шкала оценки энтропийной устойчивости территории

Состояние экосистемы	Значение энтропии
1. Стационарное равновесное	0–1
2. Стационарное неравновесное	1,0–1,5
3. Нестационарное равновесное	1,5–2,0
4. Нестационарное неравновесное	> 2,0

Энтропия объединения определяет совокупность возможных состояний, в которых может оказаться экосистема территории: стационарное равновесное; стационарное неравновесное; нестационарное равновесное; нестационарное неравновесное. Для открытых экосистем микроуровня, постоянно взаимодействующих друг с другом, признаком устойчивости является стационарное околоравновесное состояния или стационарное неравновесное состояние, когда энтропия экосистемы постоянна, но не равна своему максимальному значению при рассматриваемых условиях.

Если провести аналогию с критериями устойчивого развития, то стационарное равновесное состояние экосистемы соответствует сильной устойчивости, стационарное неравновесное состояние – слабой устойчивости, а при нестационарных состояниях – неустойчивому развитию. Однако ряд исследователей [81] не считают неравновесность и стабильность экосистем разрушающими и негативными явлениями. В результате перехода от равновесного состояния к неравновесному возникает порядок

нового, ранее неизвестного типа. Привнесение в исследование новой идеи «без неустойчивости нет развития» показывает многовариантность направлений развития территориальных экосистем.

Влияние изменяющихся внешних факторов увеличивает общую неопределенность (энтропию) экосистемы. Соответственно, экосистема тем устойчивее, чем большими адаптивными возможностями она располагает. Создание новых связей в экосистеме между акторами с наибольшим потенциалом – это оптимальная стратегия с точки зрения энтропийного подхода, так как требует минимального расхода энергии. Кроме того, экосистема территории в условиях глобальной неустойчивости может достигать локальной устойчивости за счет флуктуации экосистем микроуровня, входящих в состав территории.

3.3. Пример оценки устойчивости территориальных экосистем

Описание территориальных экосистем Владимирской и Пензенской областей

Пензенская область как субъект Российской Федерации входит в Приволжский федеральный округ (ПФО). Регион граничит с Саратовской областью на юге, с Тамбовской областью на западе, с Ульяновской областью на востоке, с Республикой Мордовия на севере, с Рязанской областью на северо-западе. По показателям своей деятельности область представляет собой типичный регион России и традиционно занимает 50-е место из 85 субъектов РФ по уровню социально-экономического развития [81].

Город Пенза (административный центр Пензенской области) также относится к типичному среднему городу РФ и в рейтинге по уровню комфорта из 100 основных городов России

за последние 5 лет занимает в среднем 50-е место (рис. 18). Рейтинг социально-экономического развития региона в 2018 г. – 53-е место. Как следует из рисунка, уровень безработицы в г. Пензе снижался в течение двух лет, затем в 2019 г. произошел небольшой рост. Растет количество открытых малых и средних предприятий с 2016 г. стабильно (рис. 19), в целом г. Пенза характеризуется высокой долей малого и среднего предпринимательства (МСП).

Плотность бизнеса в Пензенской области в 2017 г. составила 35,2 субъекта малого и среднего предпринимательства на тысячу жителей области, что выше среднего показателя по Приволжскому федеральному округу. В структуре малого и среднего предпринимательства Пензенской области наиболее крупным сегментом является сфера торговли, где сосредоточено 42,4 % всех субъектов. На долю промышленности приходится 9,2 % всех субъектов МСП, строительства – 6,3 %, сельского хозяйства – 5 %, научную и техническую деятельность – 5,6 % (рис. 19).



Рис. 18. Динамика показателей по г. Пензе

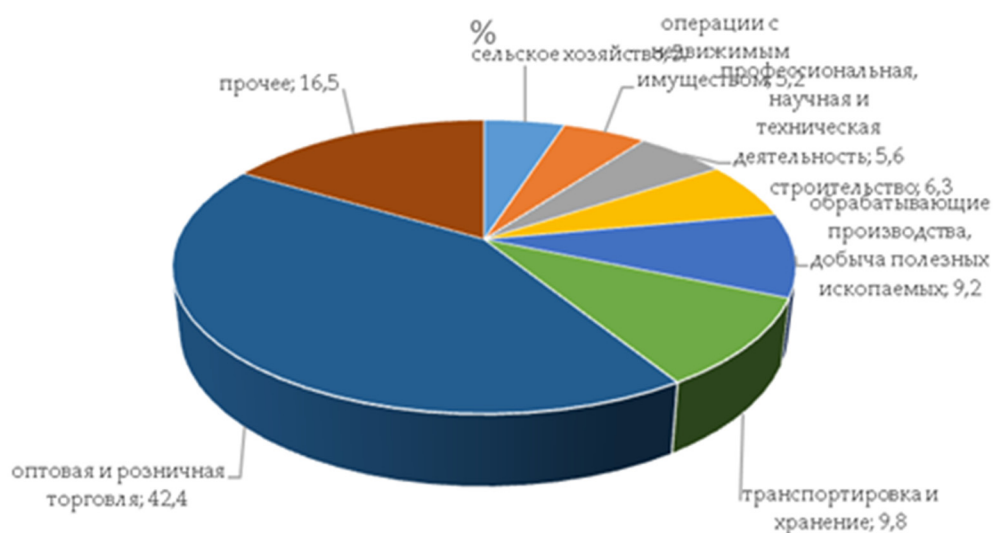


Рис. 19. Распределение субъектов МСП Пензенской области по основным видам экономической деятельности в 2017 г. [82]

Владимирская область как субъект Российской Федерации входит в Центральный федеральный округ (ЦФО). Имеет стратегическое положение на карте России, соседствуя с Московской (на западе и юго-западе), Нижегородской (на востоке), Ярославской, Ивановской (на севере) и Рязанской (на юге) областями. По показателям своей деятельности область представляет собой типичный регион России и традиционно занимает 40 место из 85 субъектов РФ [83].

Город Владимир (административный центр Владимирской области) также относится к типичному среднему городу РФ и в рейтинге по уровню комфорта из 100 основных городов России за последние 5 лет занимает в среднем 50 место (рис. 20). Как следует из рисунка, уровень безработицы в г. Владимире динамично снижается, сокращается численность населения с доходами ниже прожиточного уровня и, несмотря на то, что количество открытых малых предприятий в последние два года начало снижаться, в целом число субъектов малого и среднего предпринимательства стабильно по годам, о чем свидетельствуют показатели, приведенные в табл. 21.

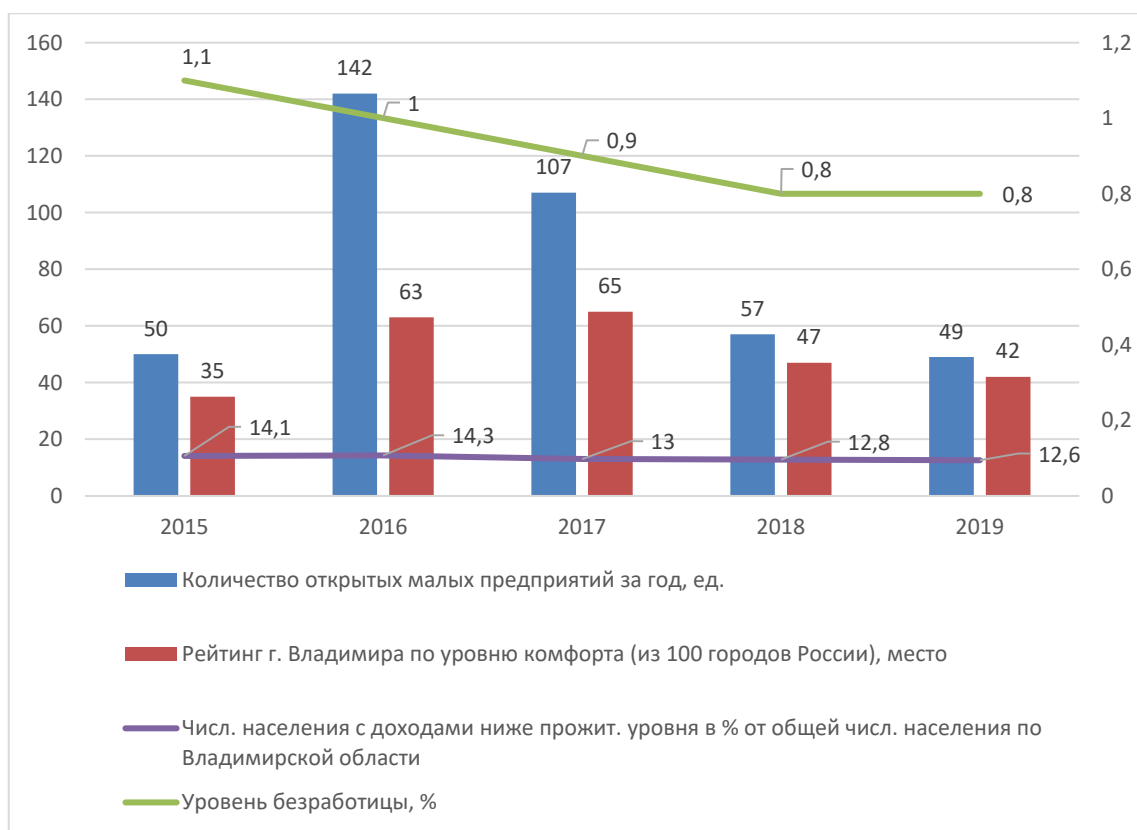


Рис. 20. Динамика показателей по г. Владимиру [84]

Показатели, отраженные в табл. 22, также дают основание утверждать то, что, несмотря на миграционный отток трудоспособного населения в другие территории страны, доля предприятий МСП в валовом продукте г. Владимира возрастает, что свидетельствует о растущей рентабельности деятельности организаций МСП.

Однако наряду с успешным развитием городского хозяйства нарастают проблемы, обусловленные возрастающей нагрузкой на экологическую составляющую городской среды. В этом плане наибольший интерес представляет адаптация методологии формирования экосистем применительно к интеграционным процессам хозяйствующих субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере обрабатывающих производств на уровне городов. Актуальность отмеченного аспекта обусловлена тем, что, несмотря на небольшую долю обрабатывающих производств (около 8 % – рис. 21) в структуре МСП

г. Владимира, влияние интеграционных процессов в рассматриваемой сфере деятельности может существенным образом улучшить экологическую ситуацию в муниципальном образовании.

Таблица 22

**Показатели деятельности организаций малого
и среднего бизнеса [83–85]**

Наименование показателя	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
Число субъектов малого и среднего предпринимательства, тыс. человек, в том числе индивидуальных предпринимателей	21,4 12,3	21,7 12,0	21,1 11,4	21,2 11,5	21,2 11,5
Доля предприятий МСП в валовом продукте г. Владимира, %	13,2	13,4	12,2	13,5	15,1
Коэффициенты миграционного прироста на 10 000 человек населения	–11	–2	–21	–24	–22

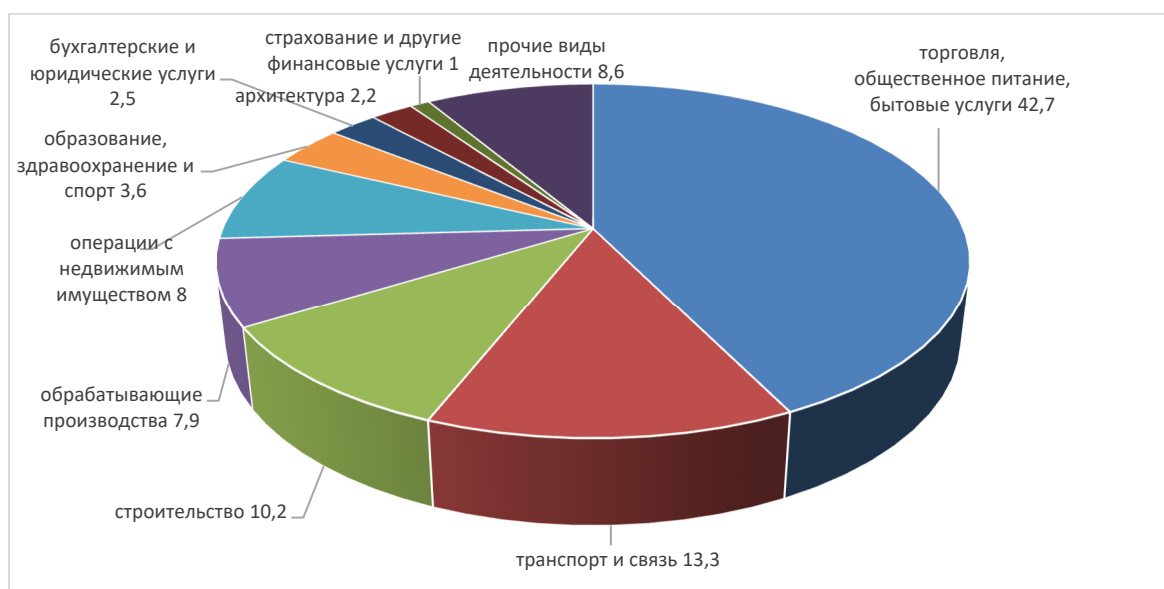


Рис. 21. Структура субъектов малого предпринимательства [84]

Организация деятельности на базе ресурсов, извлеченных из жидких, твердых и газообразных отходов производства, хотя и не может обеспечить стопроцентного вовлечения в хозяйственный оборот всех видов ресурсов в виде отходов, но рециркуляция их большей части может существенно улучшить экологию и увеличить добавленную стоимость организаций города.

В данном случае речь может идти и о таких специфических ресурсах, как человеческие ресурсы в части вовлечения в процесс рециклинга тех работников организаций, которые обладают для этого лучшими компетенциями (косорсинг), а также в части предоставления возможности конкретным сотрудникам одной организации выполнения работ в другой организации (аутстаффинг) или трудоустройство увольняемых работников из одной организации в другую (аутплейсмент). Принцип дополнительности компетенций работников организаций экосистемы позволяет организовать взаимодействие предприятий, при котором реализуется закон синергии и возрастает эффективность по всей цепочке создания добавленной стоимости.

Невостребованные информационные ресурсы организаций, хотя и не разрушают экологию города, но их возможное использование косвенно позволяет экономить материальные, энергетические, финансовые ресурсы, когда речь идет о новшествах (изобретениях, ноу-хау, полезные модели и т.п.), так и не ставших нововведениями или о нововведениях, так и не ставших инновациями.

Объединившись в экосистему, организации могут не только экономить все виды энергии, используемые в процессе их деятельности (механическую, тепловую, электрическую), но и экономить финансовые ресурсы не только за счет снижения налогов за загрязнение окружающей среды, но и за счет взаимовыручки и кредитования на принципах софинансирования японских кейрецу.

Названные характеристики экосистем подходят под описание классических кластеров, однако в кластере в первую очередь реализуется цель создания технологической цепочки по производству конкретного продукта, а в экосистеме цель заключается в стремлении обеспечить улучшение экологии города за счет переработки отходов основного бизнес-процесса силами, как правило, предприятий малого и среднего предпринимательства. Другими словами, классический кластер «обрастает» в экосистеме предприятиями МСП, обеспечивающими глубокую переработку природных ресурсов.

*Оценка устойчивости территориальных экосистем
Пензенской и Владимирской областей*

Оценка устойчивости территориальных экосистем Пензенской и Владимирской областей осуществлялась на основе официальной информации Росстата и статистики федеральных ведомств (табл. 23). При определении уровня использования совокупного капитала территории были использованы индексы рейтинговых агентств RAEX, «Зеленый патруль», РИА рейтинг (табл. 24).

Для оценки уровня использования человеческого, производственного и природного капитала экосистемы территории применим индексный метод, используя интегральные показатели: качество жизни, индекс научно-технического развития и экологический индекс. Расчет уровня использования капитала осуществлялся сопоставлением фактического значения и наилучшего значения интегрального показателя в рейтинге территорий РФ.

Уровень использования производственного капитала в Пензенской и Владимирской областях колеблется от 56 до 59 %. При этом уровень использования природного капитала выше среднего и находится в диапазоне от 70 до 80 %. Такая

ситуация характерна для территорий, в состав которых входят промышленные экосистемы. На территориях Владимирской и Пензенской областей необходимо повышать качество среды проживания за счет реализации эффективной экологической политики и создания условий для повышения предпринимательской активности.

Таблица 23

**Статистические данные для оценки устойчивости экосистемы
территорий за 2017–2019 гг., в баллах**

Экосистема территории	Уровень качества жизни			Индекс научно- технического развития			Экологический индекс		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Владимирская область	47,34	47,57	47,98	48,49	46,66	45,21	48	49	50
Пензенская область	49,10	48,51	47,00	46,14	45,84	44,63	53	54	57
Субъект РФ с максимальным значением показателя	76,92	77,37	79,28	81,68	79,91	78,73	68	69	71

Таблица 24

**Результаты расчета уровня использования капитала экосистемы
территорий за 2017–2019 гг., в долях**

Экосистема территории	Уровень использования капитала								
	человеческого			производственного			природного		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Влади- мирская область	0,62	0,61	0,6	0,59	0,58	0,57	0,71	0,71	0,70
Пензенская область	0,64	0,63	0,59	0,56	0,57	0,57	0,78	0,78	0,80

Для оценки состояния устойчивости территории определим энтропию уровня использования совокупного капитала территориальной экосистемы.

В 2017 г. энтропия экосистемы Владимирской области составила:

$$H(Vladimir) = -(0,62 \log_2 0,62 + 0,59 \log_2 0,59 + 0,71 \log_2 0,71) = 1,22.$$

Аналогичным образом была рассчитана энтропия для экосистемы Пензенской и Владимирской областей за 2017–2019 гг. (табл. 25).

Таблица 25

Результаты расчета энтропии уровня использования совокупного капитала территориальных экосистем за 2017–2019 гг.

Экосистема территории	Энтропия		
	2017	2018	2019
Владимирская область	1,22	1,24	1,27
Пензенская область	1,16	1,17	1,18

Чем выше уровень использования капитала, тем ниже энтропия и, соответственно, выше устойчивость территории. Энтропия территориальных экосистем Владимирской и Пензенской областей находится в пределах от 1 до 2, что соответствует стационарному неравновесному состоянию или слабой устойчивости. Стационарное состояние экосистемы характерно для этапа жизненного цикла «зрелость». На этапах «зарождение» и «становление» процессы обмена знаниями, ресурсами, капиталами очень интенсивны, и, как следствие, энтропия экосистемы высока. Соответственно, экосистема находится в неустойчивом состоянии. В результате проведенного анализа было установлено, что устойчивость достигается, прежде всего, за счет природного капитала. Исследуемым территориальным

экосистемам необходимо повышать уровень использования человеческого капитала для обеспечения сбалансированного и устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

3.4. Городские социально-экономические экосистемы: концептуальные характеристики и формирующиеся направления

Концепция городской социально-экономической экосистемы, как и промышленной экосистемы, активно используется исследователями при построении моделей «умного города», устойчивого развития и циркулярных бизнес-моделей [91]. Однако городская и промышленная социально-экономическая экосистема наряду с общим качественным основанием имеют отличительные черты и особенности (рис. 22).

Акторами промышленной экосистемы, как правило, являются производители промышленной продукции, поставщики услуг, ресурсов, коммунальные предприятия. В свою очередь, городскую экосистему формируют такие акторы, как местные органы государственной власти, администрация города, транспортные, коммунальные службы, поставщики услуг, покупатели-жители города, предприятия.

При этом общим между данными типами экосистем является соблюдение принципа 3R (recycle, reuse, reduction) при достижении цели функционирования, которая различается: для промышленной экосистемы цель заключается в производстве промышленных продуктов и услуг, соответственно, для городской – в предоставлении «устойчивых» городских услуг (например, жилищно-коммунальных сервисов, транспортных услуг и т.п.).



Рис. 22. Промышленная и городская экосистема: сравнение подходов

Феномен экомегасити

В последние годы локальными центрами силы международной экономики стали мегаполисы, выполняющие функции ее ключевых узлов. Определенную роль здесь играет эффект масштаба – крупнейшие города (агломерации) вносили и вносят существенный вклад в совокупный объем добавленной стоимости, являясь центрами производства, распределения, обращения и потребления. Они выступают в качестве мощных двигателей роста, генерируя импульсы инноваций, создавая новые рынки, выдвигая прорывные идеи и привлекая для их реализации стратегически ориентированных инвесторов. Это относится как к ядру развития современного мира, так и к его периферии, стремительно поляризующимся в условиях новой реальности [86].

Особенность мегаполиса состоит в том, что он концентрирует в рамках особой пространственной системы стратегически важный ресурс – интеллектуальный капитал [87]. Это позволяет генерировать важнейшие прорывные идеи, прежде всего, за счет использования имеющихся взаимосвязанных и взаимодополнительных инфраструктурных платформ [88].

Именно благодаря концентрации интеллектуального капитала в пространстве мегаполиса, обладающего большим количеством и разнообразием всевозможных ресурсов, активизируются процессы интенсивного развития экосистем, принадлежащих к различным сферам деятельности, их взаимодействия, а также их преобразующего воздействия на функции, структуру, организационные механизмы и институты системы самого мегаполиса. В этих процессах участвуют экосистемы, относящиеся к различным сферам.

На наш взгляд, к факторам, которые способствуют росту и развитию мегаполиса, следует отнести:

- высокий уровень развития предпринимательства и инноваций, который в крупных городах, как правило, выше за счет концентрации научных и образовательных центров, а также инфраструктурной обеспеченности;
- диверсифицированная отраслевая структура – в крупных городах представлен широкий спектр отраслей экономики как сферы производства, так и сферы услуг;
- влияние агломерационных эффектов – в крупных городах концентрируются разнообразные ресурсы, включая прежде всего интеллектуальный капитал, а также создается дружелюбная среда для предпринимательской деятельности, и как следствие, рабочие места.

Мегаполисы традиционно считаются центрами социального неравенства, которое измеряется с помощью коэффициента Джини (индекс справедливости). Например, расслоение

общества в Нью-Йорке в 2019 г. оценивается в 55 %, в Лондоне достигает 43 %, в Москве – 41,5 %. Другой характерной чертой мегаполиса с социальной точки зрения является джентрификация. Этот термин обозначает социально-культурные изменения в мегаполисе. По мере роста стоимости жизни жители с низкими доходами вынуждены уезжать из мегаполиса, что приводит к увеличению среднего дохода и делает мегаполис привлекательным для состоятельных людей и владельцев бизнеса, что в свою очередь еще больше увеличивает стоимость жизни. Такая тенденция прослеживается и в отдельных районах некоторых мегаполисов.

Огромные размеры и сложность мегаполисов порождают социальные и экологические проблемы. Способность мегаполисов устойчиво развиваться во многом зависит от того, как они получают, распределяют и управляют своими энергетическими и материальными ресурсами.

Основные характеристики мегаполиса представлены на рис. 23.

Благодаря концентрации и преобладанию интеллектуального капитала в пространстве мегаполиса происходит интенсивное развитие экосистем, что обеспечивает переход на более высокий уровень развития мегаполиса, когда он становится особым интегрированным субъектом социально-экономических отношений.

В настоящее время происходит становление понимания мегаполиса как симбиоза различных видов социально-экономических экосистем. Соответственно, накапливаются данные об этом феномене, предпринимаются попытки сопоставить его с уже устоявшимися феноменами и оценить правомерность введения в научный оборот соответствующего понятия.



Рис. 23. Характеристики современного мегаполиса

В первом приближении феномен мегаполиса как симбиоза социально-экономических экосистем может показаться близким к феномену «умного» города, однако при углубленном рассмотрении мы приходим к выводу об их принадлежности к различным уровням развития пространственных системных образований на основе городских агломераций.

Выделим основные процессы, вносящие существенный вклад в формирование этого феномена. Во-первых, в мегаполисах, как правило, концентрируются разнообразные по типу,

размеру, масштабу и сферам деятельности экосистемы, а также происходит их активное взаимодействие.

Во-вторых, в процессе такого взаимодействия постепенно формируются совместные потребности и интересы для экосистемного взаимодействия, что обуславливает необходимость в создании единой интегрированной инфраструктурной платформы, обеспечивающей процессы деятельности множества взаимодействующих экосистем на основе согласования интересов участников этих экосистем.

В-третьих, формируются структуры управления социально-экономическими экосистемами по коллегиальному принципу в системе управления мегаполисом для регулирования процессов взаимодействия посредством интервенции в целях формирования и накопления достаточного уровня доверия между участниками экосистем.

В-четвертых, постепенно происходит рост мотивации участников экосистем в построении гармоничных сбалансированных взаимоотношений как между собой, так и со структурами мегаполиса.

Зрелость экосистемы мегаполиса можно определить как сбалансированность и гармоничное развитие всех ее участников. Следуя данной логике, экосистемная незрелость – это показатель доминирования одного из направлений. Так, например, преобладание вертикально-горизонтальных экосистем с доминированием целей исключительно экономического благополучия может превратить мегаполис в технологический моногород, когда развитие идет в сторону увеличения социального, экономического, информационного неравенства и нарастания экологических проблем.

С этой же позиции нельзя отождествлять зрелую экосистему мегаполиса с понятием «умный город». Концепция «умного» города, зародившаяся в зарубежной урбанистике

в конце 1990-х гг., направлена в первую очередь на развитие технологий и инфраструктуры.

Британский институт стандартов (British Standard Institution, BSI) описывает «умный» город как эффективную интеграцию физических, цифровых и человеческих систем в искусственно созданной среде с целью обеспечить устойчивое, благополучное и всестороннее будущее для граждан. Явно просматривается технологический подход к городскому развитию. Российские эксперты главной задачей построения «умного» города видят цифровизацию, связывание городской инфраструктуры в интеллектуальные сети, охват их ИКТ и Интернетом вещей и т.д. Умный город – это, безусловно, высокий уровень технологического развития процессов в нем, развитость цифровых платформ, обилие доступных для жителей цифровых сервисов. Но при этом необходимо понимать, что цифровые технологии – это все-таки лишь инструменты достижения определенных целей, а цифровизация общественной жизни совсем не равнозначна повышению уровня ее качества.

Таким образом, экосистемная зрелость – это показатель гармоничности технологического развития с природными (экологическими), социальными (человеческими) и экологическими, а, значит, на его основе можно судить о процессах постиндустриализма, протекающих в обществе.

Мегаполис, имеющий высокий уровень экосистемной зрелости, предлагаем называть экомегасити как устанавливающийся феномен. Введем авторское определение экомегасити.

Экомегасити – это симбиоз экосистем, формирующий дружелюбность технологического пространства, характеризующийся свойствами самоорганизации, коэволюции и адаптивности, инициирующий и интегрирующий процессы кооперации, коллаборации и конкуренции всех акторов с целью обеспечения комфортной и безопасной среды взаимодействия всех акторов

мегаполиса, устойчивого их развития, высокого уровня качества жизни каждого из жителей мегаполиса.

Объектная подсистема мегаполиса имеет пространственную локализацию, и теоретически время существования объектов не ограничено. К объектной подсистеме мегаполиса с позиции системного анализа отнесем акторов, которых можно условно классифицировать по следующим группам:

1) *государственные (федеральные) институты власти*: органы законодательной и исполнительной власти, судебные, налоговые, таможенные органы и др.;

2) *крупный бизнес*: центральные офисы транснациональных корпораций, промышленных холдингов, банковско-финансовых групп, международных логистических компаний и др.;

3) *малый и средний бизнес*: промышленные предприятия, предприятия сферы услуг, индивидуальные предприниматели, стартапы, инжиниринговые, консалтинговые компании и др.;

4) *инновационная инфраструктура мегаполиса*: научно-технологические комплексы, проектные организации, частные и государственные бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий, инжиниринговые центры и др.;

5) *общественные и некоммерческие организации*: ассоциации, общественные палаты и советы, благотворительные фонды, представительства крупнейших религиозных объединений/конфессий, больницы и др.;

6) *финансовые институты*: Центральный банк; Казначейство, Торгово-промышленная палата, валютные и фондовые биржи, научные и венчурные фонды и др.;

7) *представительства международных организаций*: ООН, ОЭСР, World Bank, Всемирная организация здравоохранения, Евразийская экономическая комиссия, посольства и др.;

8) *культура и образование*: образовательные учреждения, университеты, музеи, театры, галереи и др.

Участники каждой из групп могут выступать акторами одной или нескольких различных формирующихся экосистем. Отечественный и международный опыт показывает, что на сегодняшний день сложилась некоторая практика формирования экосистем в зависимости от групп акторов (рис. 23), хотя, вероятно, такая практика будет еще значительно модифицироваться в зависимости от целого ряда факторов: институциональных, социокультурных, политических, стратегических и др. Именно принципы взаимодействия этих акторов между собой, темпы развития экосистемных интеграций и уровень коллаборации между ними будут оказывать самое непосредственное влияние на преобразование мегаполиса в экомегасити.

Федеральные институты управления	•органы законодательной и исполнительной власти, судебные, налоговые, таможенные органы и др.
Представительства международных организаций	•ООН, ОЭСР, World Bank, Всемирная организация здравоохранения, Евразийская экономическая комиссия, посольства и др.
Крупный бизнес	•центральные офисы транснациональных корпораций, промышленных холдингов, банковско-финансовых групп, международных логистических компаний.
Финансовые институты	•Центральный банк; Казначейство, Торгово-промышленная палата, валютные и фондовые биржи, научные и венчурные фонды и др.
Общественные и некоммерческие организации	•ассоциации, общественные палаты и советы, благотворительные фонды, представительства крупнейших религиозных объединений/конфессий
Инновационная инфраструктура мегаполиса	•научно-технологические комплексы, проектные организации, частные и государственные бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий, инжиниринговые центры и др.
Малый и средний бизнес	•промышленные предприятия, предприятия сферы услуг, индивидуальные предприниматели, стартапы и т.д.
Культура и образование	•образовательные учреждения, Университеты,, музеи, театры, галереи (федерального уровня

Рис. 23. Связь формируемых подходов экосистем с группами акторов (стейкхолдеров) в мегаполисе

Средовая подсистема мегаполиса

Мегаполис существует в определенной среде и от ее качества зависят протекающие в нем процессы. Средовая система не ограничена ни во времени, ни в пространстве. Качество среды определяется уровнем развития институтов (жестких и мягких по классификации Д. Норта) [89], создающих условия для беспрепятственного взаимодействия участников рынка. При этом между традиционной (природной) средой обитания и человеком в последнее время появился технологический барьер, который постоянно увеличивается. Создание и использование новых технологий, не соответствующих уровню культурного развития общества общепринятым ценностям, может привести к негативным последствиям. Именно с этих позиций, анализируя процессы развития среды мегаполиса, оценивать их целесообразно не только через степень технологичности и цифровизации, а и через баланс культурного, образовательного, природного и экологического равновесия, отражающих позитивное развитие общества. Этот же подход, гармонизация и сбалансированность различных целевых установок отражены в системе целей в области устойчивого развития (ЦУР), принятых ООН в 2015 г. [90].

Процессная подсистема мегаполиса не имеет пространственных ограничений, но ограничена во времени. Миссия процессной подсистемы состоит в поддержке эффективного взаимодействия акторов мегаполиса как по достижению их целей развития, так и всего мегаполиса в целом. Потоки и процессы взаимодействия акторов мегаполиса обеспечивают связанность его пространства мегаполиса и реализуются по следующим направлениям:

- 1) индивиды (работа, отдых, миграция и т.д.);
- 2) товары (производство и промежуточное потребление между предприятиями);
- 3) сервисы (финансовые, образовательные, здоровье и т.д.);

- 4) ограниченный капитал (инвестиции, налоги, собственность);
- 5) отходы и загрязнение внешней среды (твердые отходы, выбросы, загрязнение воды);
- 6) природные ресурсы;
- 7) знания (технологии, информация, опыт, социальные технологии);
- 8) культура (социальные нормы, ценности, образ жизни, идентичность).

Процессная подсистема мегаполиса сфокусирована на характере и динамике взаимодействий акторов экосистем (друг с другом и с потенциальными участниками), создании и диффузии потоков знаний, преобразовании этих знаний в инновации, распространении новшеств по всей экономике. В общем виде миссия процессной подсистемы состоит в поддержке эффективного взаимодействия в мегаполисе. Но реализация данной миссии невозможна без опоры на остальные подсистемы.

Коллаборация как ключевой фактор формирования экосистем

Содержанием процесса коллаборации является совместная деятельность множества разнообразных акторов, направленная на достижение общей цели посредством формирования общих потребностей и согласования интересов. Коллаборация может происходить как в отдельных сферах и отраслях, так и стыке различных отраслей, в результате чего создаются новые виды товаров и услуг. Коллаборация подразумевает высокую степень самоорганизации ее участников. В данном вопросе ключевым аспектом становится уровень развития «мягких» институтов среды, в которой происходит сотрудничество участников. Именно «мягкие» (неформальные) институты (правила, привычки, стереотипы поведения) способствуют согласованию

интересов участников коллаборации и формированию достаточного уровня доверия между акторами, которое крайне необходимо для выстраивания эффективных взаимодействий и сотрудничества. Определим «мягкие» институты, востребованные коллаборацией экосистем мегаполиса:

- устоявшиеся, общепризнанные репутационные характеристики экосистем как критерий их отбора для участия в коллаборации;

- межсистемные органы координации и представительства совместных интересов ряда экосистем, вовлеченных в коллаборацию.

При этом именно фактор доверия обеспечивает беспрепятственный обмен знаниями, который создает основу функционирования разнообразных коллабораций, с последующей генерацией инновационных продуктов (работ, услуг) [92].

Широко муссируемой является проблематика доверия в экономических исследованиях, несмотря на «формалистическую» приверженность экономики как науки. Конечно, экономический аспект доверия очень важен. Ряд ученых пришли к выводу, что доверие между экономическими агентами снижает трансакционные издержки, содействуя развитию предпринимательства, что приводит к повышению экономической эффективности социально-экономической системы [93–95]. Данное направление экономической науки, принципиально отличающееся от классического мейнстримного экономикс, вбирает в себя ряд экономических теорий, среди которых институциональная и неoinституциональная.

Особое место занимают исследования проблемы межличностного доверия (доверия между отдельными индивидами) в процессе обмена и трансфера знаний. Начнем с определения понятия «доверие». Доверие рассматривается как «уверенность в чьей-либо добросовестности, искренности, в правильности

чего-нибудь и основанное на этом отношении к кому-нибудь, чем-нибудь» [96], являясь основополагающим базисом как межличностных отношений, так и социальных институтов. Современные экономисты дают свои определения доверия, например, «ожидание того, что партнер надежен, честен в действиях и переговорах, что на него можно положиться, предсказать его поведение» [97]. По мнению Ф. Фукуямы, «доверие – это возникающее у членов сообщества ожидание того, что другие его члены будут вести себя более или менее предсказуемо, честно и с вниманием к нуждам окружающих в согласии с некоторыми общими нормами» [94].

Можно выделить следующие типы доверия. Так, различают доверие, основанное на предотвращении нежелательных поступков или на расчете (*deterrence-based, calculus-based trust*); доверие, основанное на знании поведения другого индивида (по собственному опыту или через социальные сети – *knowledge-based trust*); на идентификации интересов партнеров и своих собственных (*identification-based trust*). Другие авторы различают доверие по ряду противоположных характеристик: хрупкое и эластичное (*fragile trust versus resilient trust*), основанное на знании и на чувстве (*cognition-based versus affect-based trust*), на доброй воле и на информации (*goodwill trust and competence trust*). Не стоит забывать и о классической дистинкции выдающегося немецкого социолога Н. Лумана, который различал доверие на микроуровне – между людьми – как связанное с определенным персональным риском, и уверенность на макроуровне – возможность полагаться на общественные институты, отсутствие которой влечет за собой уже не персональный риск, но системную опасность [98].

По мнению И. Нонака [99], межличностное доверие представляет собой основу для формирования кооперативного поведения, реализации опыта создания совместных проектов с целью содействия обмену неявным знанием, и является важнейшим

источником обеспечения устойчивого конкурентного преимущества. Вполне очевидно, что без доверия люди не будут обмениваться знаниями. Ряд других исследований подтверждает эту точку зрения [100, 101].

Межличностное доверие понимается как «готовность быть подверженным действиям другой стороны на основе ожиданий, что эта сторона осуществит определенные действия, важные для доверителя, независимо от способности контролировать эту другую сторону» [102, с. 712]. Можно развить данное определение и предложить понимать под дефиницией «межличностное доверие» уверенность индивида в надежности других и готовность действовать на основе действий и решений других индивидов.

Выделяют, кроме межличностного доверия, также институциональный уровень доверия [103, с. 338], при этом было предложено понятие «безличное доверие» как форма доверия, описывающая убеждения потребителей в процессе электронной торговли. С этим нельзя не согласиться, однако большинство процессов обмена знаниями в рамках компании все же происходит в межличностном формате.

Межличностное доверие имеет многоуровневую структуру: может иметь когнитивную (cognition-based trust) и чувственную основу (affect-based trust). Когнитивное доверие – это восприятие опыта, знаний и компетентности «держателя знаний» как надежного и заслуживающего доверия источника. Напротив, второй тип касается эмоциональных связей между индивидами.

По результатам социологических исследований уровня доверия в России, можно сделать вывод о низком в целом его уровне в нашей стране [104].

Учитывая важность обмена неявными знаниями в процессе коллаборации участников различных типов экосистем, полученные ранее результаты [92] свидетельствуют также, что прежде всего необходимо создавать соответствующую среду, где

участники взаимодействия не только с большой готовностью предоставляют необходимые другой стороне знания, но и не испытывают сомнений в поиске этих знаний в случае необходимости. Культура доверия может способствовать процессу обмена знаниями, руководители инновационных проектов должны развивать тесные взаимоотношения в коллективе, формировать эмоциональные связи между всеми участниками посредством их социализации, реализации командных проектов, развития корпоративной культуры и т.п.

Таким образом, доверие является ключевым фактором, предиктором, объясняющим готовность индивида к поиску и обмену знаниями, что фактически и создает основу для коллаборационных взаимодействий. Именно доверие может представлять значимость в процессе обмена знаний на диадическом (межличностном) уровне. Следовательно, это направление исследований нуждается в большем внимании со стороны научного сообщества.

Заключение

Предложенные теоретические положения актуальны при обосновании концептуальных основ управления развитием территорий в условиях технологической и социальной трансформации, направленных на получение новых теоретико-практических знаний, базирующихся на классических законах развития и отличающихся совокупностью предложенных принципов, теоретических аспектов, механизмов и оценок эффективности

Проведенное исследование позволит углубить и формализовать имеющуюся систему знаний по обеспечению инновационного развития промышленных акторов в условиях открытых инноваций и предложить приоритетные направления и стратегию отраслевого и территориального инновационного развития экосистем в условиях формирования цифровой экономики.

Предлагаемые решения могут быть востребованными в сферах разработки межотраслевых проектов, сетей и услуг, интеллектуальных динамических систем и технологий управления ими, сервисно-ориентированных систем, интеллектуальных интернет-технологий.

Положения исследования, адресованные менеджменту участников экосистемы, могут быть использованы при совершенствовании процессов, методов и моделей разработки и реализации стратегий, программ развития по технологической трансформации, внедрению цифровых платформ, что позволит повысить их эффективность и обеспечить жизнеспособность при условии достижения триединства экономических, экологических и социальных целей развития.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук № МД-1823.2022.2 «Сбалансированное развитие территории на основе промышленных кластеров в контексте теории «умной специализации»».

Глава 2 подготовлена при поддержке гранта РНФ № 22-28-20524 «Цифровизация управления жизненным циклом внутреннего регионального туристского продукта на основе технологии блокчейн».

Список литературы

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – Москва : Эксмо, 2016. – 138 с.
2. WCED (World Commission on Environment and Development). Report of the world commission on environment and development: Our common future. United Nations. – 1987. – URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> (accessed on 16.07.2021).
3. Jackson, D. J. What is an Innovation Ecosystem? / D. J. Jackson. – Arlington : National Science Foundation, VA, 2011. – P. 13.
4. Chesbrough, H. W. Open Innovation: Researching a New Paradigm / H. W. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, J. West. – Oxford : Oxford University Press, UK, 2008. – 227 p.
5. Autio, E. Ecosystem value co-creation. Innovation & Entrepreneurship Department Working Papers / E. Autio, L. Thomas. – London : Imperial College Business School, 2016. – P 30.
6. Carayannis, E. G. Knowledge creation, diffusion, and use in innovation networks and knowledge clusters: A Comparative Systems Approach across the United States, Europe, and Asia / E. G. Carayannis, D. F. Campbell. – Westport : Praeger Publishers, CT., 2016. – 253 p.
7. Сайбель, Н. Ю. Роль центров трансфера технологий в инновационном процессе / Н. Ю. Сайбель // Молодой ученый. – 2016. – № 27 (131). – С. 151–157. – URL: <https://moluch.ru/archive/131/36437/> (дата обращения: 10.11.2021).
8. Национальная ассоциация трансфера технологий (НАТТ). – URL: <https://www.rusnatt.ru/napravleniya-deyatelnosti/> (дата обращения: 17.10.2021).
9. Российская сеть трансфера технологий (РСТТ). – URL: <https://rttn.ru/about-the-network> (дата обращения: 02.11.2021).

10. Стратегии участия вузов в деятельности кластеров. ВУЗПРОМЭКСПО 2014. – URL: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/216156843> (дата обращения: 22.11.2021).
11. Enterprise Europe Network (EEN). – URL: <https://een.ec.europa.eu/> (дата обращения: 13.11.2021).
12. Евразийская сеть трансфера технологий (ЕСТТ). – URL: https://rttn.ru/images/RTTN_DOCS/%D0%95%D0%A1%D0%A2%D0%A2_Full_v_July_2017.pdf (дата обращения: 30.10.2021).
13. Центр трансфера технологий Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. – URL: <http://www.ctt.msu.ru/> (дата обращения: 12.01.2022).
14. Карпинская, В. А. Экосистема как единица экономического анализа / В. А. Карпинская // Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий : материалы Второй конференции Отделения моделирования производственных объектов и комплексов ЦЭМИ РАН (г. Москва, 12 января 2018 г.). – Москва : ЦЭМИ РАН, 2018. – Вып. 2. – С. 125–144. doi:10.33276/978-5-8211-0769-5-125-141
15. Lundvall B. A. National Innovation Systems – Analytical Concept and Development Tool // Industry and Innovation. 2007. Vol. 14, No 1. – P. 95–119.
16. O. Granstranda, M. Holgerssonb. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition // Technovation. Vol. 90-91. February–March 2020
17. Adner, R. Value creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations / R. Adner, R. Kapoor // Strategic Management Journal. – 2010. – Vol. 31. – P. 306–333.
18. Jacobides, Michael G. and Cennamo, Carmelo and Gawer, Annabelle, Towards a Theory of Ecosystems // Strategic Management Journal. – 2018. – Vol. 39. – P. 2255–2276. – URL: <https://ssrn.com/abstract=3218233> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3218233>

19. Moore, J. F. Predators and prey – A new ecology of competition / J. F. Moore // Harvard Business Review. – 1993. – Vol. 71, № 3. – P. 75–86

20. Клейнер, Г. Б. Промышленные экосистемы: взгляд в будущее / Г. Б. Клейнер // Экономическое возрождение России. – 2018. – № 2 (56). С. 53–62.

21. Яковлева, А. Ю. Факторы и модели формирования и развития инновационных экосистем : дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Яковлева А. Ю. – Москва : НИУ ВШЭ, 2012. – 244 с.

22. Иванов, В. В. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива / В. В. Иванов, Г. Г. Малинецкий ; Российская академия наук. – Москва : Российская акад. наук, 2017. – 63 с.

23. Наумов С. В. Категория места в современной теории экономического пространства / С. В. Наумов, А. А. Ермоленко // Пространственная экономика. – 2020. – № 2. – С. 101–123.

24. Ceccagnoli, M. Co-Creation of Value in a Platform Ecosystem: The Case of Enterprise Software / M. Ceccagnoli, C. Forman, P. Huang, D. Wu // MIS Quarterly. – 2012. – Vol. 36. – P. 263–290.

25. Hwang, V. W. The Rainforest: The Secret to Building the Next Silicon Valley / V. W. Hwang, G. Horowitz. – California : Regenwald, 2012. – 304 p.

26. Кобылко, А. А. Экосистемные компании: границы и этапы развития / А. А. Кобылко // Экономическая наука современной России. – 2019. – № 4. – С. 126–136. – URL: [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2019-4\(87\)-126-136](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2019-4(87)-126-136)

27. Kapoor, R. Coordinating and Competing in Ecosystems: How Organizational forms Shape New Technology Investments / R. Kapoor, J. M. Lee // Strategic Management Journal. – 2013. – Vol. 34, № 3. – P. 274–296.

28. Bramwell, A. Growing Innovation Ecosystems: University-Industry Knowledge Transfer and Regional Economic Development in Canada / A. Bramwell, N. Hepburn, D. A. Wolfe //

Final Report to the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada. – Toronto, 2012. – 56 p.

29. Townsend, A. Future Knowledge Ecosystems Future Knowledge Ecosystems / A. Townsend, A. S.-K. Pang, R. Weddle // IFTFReport. – 2009. – № SR-1236.

30. Guerrero, M. Entrepreneurial universities in two European regions: a case study comparison / M. Guerrero, D. Urbano, J. Cunningham // Journal of Technology Transfer. – 2014. – Vol. 39, № 3. – P. 415–434.

31. Dewar, J. University 4.0: Redefining the Role of Universities in the Modern Era / J. Dewar // Higher Education Review, agosto. – 2017. – URL: <https://www.thehighereducationreview.com/magazine/university-40-redefining-the-role-of-universities-in-the-modern-era-SUPG758722027.html>

32. Hussler, C. Taking the ivory from the tower to coat the economic world: Regional strategies to make science useful / C. Hussler, F. Picard, M. F. Tang // Technovation. – 2010. – Vol. 30. – P. 508–518.

33. Influence of partner diversity on collaborative public R&D project outcomes: A study of application and commercialization of nanotechnologies in the Netherlands / A. Raesfeld, P. Geurts, M. Jansen, J. Boshuizen, R. Luttge // Technovation. – 2012. – Vol. 32. – P. 227–233.

34. Dahlander, L. How open is innovation? / L. Dahlander, D. M. Gann // Research Policy. – 2010. – Vol. 39. – P. 699–709.

35. Galán-Muros, V. What drives and inhibits university-business cooperation in Europe? A comprehensive assessment / V. Galán-Muros, C. Plewa // R&D Management. – 2016. – Vol. 46. – P. 369–382.

36. Bruneel, J. Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration / J. Bruneel, P. D’Este, A. Salter // Research Policy. – 2010. – Vol. 39. – P. 858–868.

37. Mueller, P. Exploring the knowledge filter: How entrepreneurship and university–Industry relationships drive economic growth / P. Mueller // *Research Policy*. – 2006. – Vol. 35. – P. 1499–1508.

38. Organization for Economic Cooperation and Development. University-industry collaboration: New evidence and policy options. – 2019. – POI: 10.1787/e9c1e648-ru

39. Rosli, A. The long-term impact of engaged scholarship: How do SMEs capitalise on their engagement with academics to explore new opportunities? / A. Rosli, M. De Silva, F. Rossi, N. Yip // *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*. – 2018. – Vol. 36. – P. 400–428.

40. Balconi, M. University–industry interactions in applied research: The case of microelectronics / M. Balconi, A. Laboranti // *Research Policy*. – 2006. – Vol. 35. – P. 1616–1630.

41. Perkmann, M. University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda / M. Perkmann, K. Walsh // *International Journal of Management Reviews*. – 2007. – Vol. 9. – P. 259–280.

42. Shmeleva, N. Challenges and Opportunities for Technology Transfer Networks in the Context of Open Innovation: Russian Experience / N. Shmeleva, L. Gamidullaeva, T. Tolstkyh, D. Lazarenko // *Open Innov. Technol. Mark. Complex*. – 2021. – Vol. 7. – 197 p. – doi:10.3390/joitmc7030197

43. Tolstkyh T., Universities as Knowledge Integrators and Cross-Industry Ecosystems: Self-Organizational Perspective / T. Tolstkyh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva // *SAGE Open*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – doi:10.1177/2158244020988704

44. Shmeleva, N. Challenges and Opportunities for Technology Transfer Networks in the Context of Open Innovation: Russian Experience / N. Shmeleva, L. Gamidullaeva, T. Tolstkyh, D. Lazarenko // *Journal of Open Innovation: Technology, Market,*

and Complexity. – 2021. – Vol. 7, № 3. – 197 p. – URL: <https://doi.org/10.3390/joitmc7030197>

45. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации (2021–2035). – URL: <http://www.ihim.uran.ru/files/info/2020/passport%20ras.pdf>

46. Российская Венчурная Компания (РВК). – URL: www.rusventure.ru

47. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Определение основных причин, сдерживающих научное развитие в Российской Федерации: оценка научной инфраструктуры, достаточность мотивационных мер, обеспечение привлекательности работы ведущих ученых». – URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/Work_materials_disscusion/sp.pdf (дата обращения: 23.11.2021).

48. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 04.11.2021).

49. Национальный Центр ГЧП. – URL: <https://pppcenter.ru/> (дата обращения: 23.11.2021).

50. Saaty Thomas, L. Vargas the Logic of Priorities: Applications in Business, Energy, Health, and Transportation / L. Saaty Thomas, G. Luis. – Boston : Kluwer-Nijhoff, 1982. – 299 p.

51. Lyu H. M. Inundation risk assessment of metro system using AHP and TFN-AHP in Shenzhen / H. M. Lyu, W. H. Zhou, S. L. Shen, A. Zhou // Sustain. Cities Soc. – 2020. – Vol. 56. – P. 102–103.

52. Kokangül, A. A new approximation for risk assessment using the AHP and Fine Kinney methodologies / A. Kokangül, U. Polat, C. Dağsuyu // Safety Science. – 2017. – Vol. 91. – P. 24–32.

53. Bathrinath, S. Risk analysis in textile industries using AHP-TOPSIS / S. Bathrinath, R. K. A. Bhalaji, S. Saravanasankar // Materials Today : Proceedings In press, 2020. – doi: 10.1016/j.measurement.2019.107194

54. Zhang, Y. Sustainable development of coal cities in Heilongjiang province based on AHP method International / Y. Zhang, Y. Sun, J. Qin // Journal of Mining Science and Technology. – 2012. – Vol. 22, № 1. – P. 133–137.

55. Shen, L. Developing a sustainable development framework in the context of mining industries / L. Shen, K. Muduli, A. Barve // AHP approach Resources Policy. – 2015. – Vol. 46. – P. 15–26.

56. Javadian, M., Shamskooshki H. Application of Sustainable Urban Development in Environmental Suitability Analysis of Educational Land Use by Using Ahp and Gis in Tehran Procedia Engineering. – 2011. – Vol. 21. – P. 72–80.

57. Sun, B. Ecosystem health assessment: A PSR analysis combining AHP and FCE methods for Jiaozhou Bay / B. Sun, J. Tang // China1 Ocean & Coastal Management. – 2019. – Vol. 1681. – P. 41–50.

58. Xu, S. Construction of regional informatization ecological environment based on the entropy weight modified AHP hierarchy model Sustainable Computing / S. Xu, D. Xu // Informatics and Systems. – 2019. – Vol. 22. – P. 26–31.

59. Гамидуллаева, Л. А. Реализация кросс-отраслевых проектов на принципах экосистемности как новый вектор инновационного развития / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых // Инновации. – 2020. – № 8 (262). – С. 65–74.

60. Tolstykh, T. Elaboration of a Mechanism for Sustainable Enterprise Development in Innovation Ecosystems / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. – 2020. – Vol. 6, № 4. – P. 95. – URL: <https://doi.org/10.3390/joitmc6040095>

61. Expert RA Rating Agency. ESG Corporate Ranking. – URL: https://raexpert.eu/esg_corporate_ranking/#conf-tab-3 (accessed on 24.06. 2021).

62. HSE Data Books. Available online. – URL: <https://www.hse.ru/primarydata/> (accessed on 12.06.2021).

63. Yeo, Z. Tools for Promoting Industrial Symbiosis: A Systematic Review / Z. Yeo, D. Masi, J. Low, Y. Ng, P. Tan, S. Barnes // *Journal of Industrial Ecology*. – 2019. – Vol. 23, № 5. – P. 1087–1108. – URL: <https://doi.org/10.1111/jiec.12846>

64. Chertow, M. R. “Uncovering” Industrial Symbiosis / M. R. Chertow // *Journal of Industrial Ecology*. – 2007. – Vol. 1, № 1. – P. 11–30.

65. UNIDO, World Bank Group, and GIZ. An International Framework for Eco-Industrial Parks. The World Bank Group. – 2017. – URL: <https://doi.org/10.1596/29110>

66. UNIDO, «Eco-Industrial Parks – Achievements and Key Insights from the Global RECP Programme 2012–2018». Swiss Confederation. 2019. – URL: uno.org/sites/default/files/files/2019-02/4NIDO_EIP_Achievements_Publication_final.pdf

67. Гамидуллаева, Л. А. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. – 2020. – № 2 (34). – С. 29–48.

68. Толстых, Т. О. Методические аспекты формирования портфеля проектов в инновационной экосистеме / Т. О. Толстых, Л. А. Гамидуллаева, Н. В. Шмелева // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. – 2020. – № 1 (33). – С. 5–23.

69. Shannon, C. A Mathematical Theory of Communication / C. Shannon // *Bell Telephone System Technical Publications*. – 1948. – Vol. 27. – P. 319–423, 623–656.

70. Tolstykh, T. The Entropy Model for Sustainability Assessment in Industrial Ecosystems / T. Tolstykh, N. Shmeleva,

Y. Vertakova, V. Plotnikov // *Inventions*. – 2020. – Vol. 5, № 4. – P. 54. – URL: <https://doi.org/10.3390/inventions5040054>

71. Tolstykh T. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva, Y. Lapygin // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12 (16). – P. 6424. – URL: <https://doi.org/10.3390/su12166424>

72. Аликаева, М. В. Теории социально-экономических экосистем: закономерности и тенденции развития / М. В. Аликаева, Л. О. Асланова, А. А. Шинахов // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2020. – № 3 (85). – С. 284–288. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teorii-sotsialno-ekonomicheskikh-ekosistem-zakonomernosti-i-tendentsii-razvitiya> (дата обращения: 01.02.2022).

73. Taleb, N. N. *Antifragile: Things That Gain from Disorder* / N. N. Taleb. – Moscow, Russia : KoLibri, Azbuka-Attikus, 2014.

74. Pozdnyakov, A. V. *Strategy of Russian Reforms* / A. V. Pozdnyakov. – Tomsk, Russia : Spectrum, 1988. – 332 p.

75. Стиглиц, Д. Неверно оценивая нашу жизнь: Почему ВВП не имеет смысла? Доклад Комиссии по измерению эффективности экономики и социального прогресса / Д. Стиглиц, А. Сен, Ж.-П. Фитусси. – Москва : Изд-во Института Гайдара, 2016. – 216 с.

76. Rating of Russian Regions by Quality of Life. 2019. – URL: <https://ria.ru/20200217/1564483827.html> (accessed on 25.02.2020).

77. National Environmental Rating. – URL: <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchegoreytinga/ekologicheskii-reyting-subektov-rf?tid=395> (accessed on 05.03.2020).

78. Tolstykh T. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment / T. Tolstykh, N. Shmeleva, Yu. Vertakova, V. Plotnikov // *The Sntropy Model for Sustainability Assessment in Industrial Ecosystems* // *Invention*. – 2020. – Vol. 5, № 4. – P. 54.

79. Kaitez, K. The Philosophy of Entropy. Negentropy Perspective / K. Kaitez. – URL: <https://www.litres.ru/nikola-kaytez/filosofiya-entropii-negentropiynaya-perspektiva/chitat-onlayn/> (accessed on 24.03.2020).

80. Guts, A. K. Mathematical Methods in Sociology ; Stereotype / A. K. Guts, L. A. Pautova, Y. V. Frolova. – Moscow, Russia, 2020. – 212 p.

81. Rating of Subjects of the Russian Federation by Socio-Economic Development. – URL: <https://riarating.ru/infografika/20190604/630126280.html> (accessed on 15.01.2020).

82. The Strategy for Socio-Economic Development of the Penza Region until 2035. The Law of the Penza Region of 15 May 2019 № 3323-3ПО. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/553289282> (accessed on 05.03.2020).

83. Facts That Will Give You an Idea of the Vladimir Region. – URL: <https://www.tourism33.ru/guide/info/> (accessed on 15.01.2020).

84. The Results of Socio-Economic Development. – URL: <http://www.vladimir-city.ru/economics/economics/totals.php> (accessed on 01.05.2020).

85. Lapygin, Y. N. Place of the Vladimir region in the Russian Federation / Y. N. Lapygin // Sci. Notes Sci. Pract. J. – 2019. № 1. – P. 114–118.

86. Наумов, С. В. Основы теоретического исследования экономического пространства / С. В. Наумов. – Москва : Весь мир, 2019, 192 с.

87. Sassen, S. A The City: Its Return as a lehs for social Theory// City Curtura and Society. – 2010. № 1 (1). P. 3–11. – DOI:10.1016/j.ccs.2010.04.903

88. Capello, R. Space, growth and development: A historical perspective and recent advances. In Handbook of Regional Growth and Development Theories / R. Capello, P. Nijkamp. – Edward Elgar Publishing: Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA, 2019. – P. 24–47.

89. North, D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance (Political Economy of Institutions and Decisions) / D. North. – Cambridge : Cambridge University Press, 1990. – doi:10.1017/CBO9780511808678

90. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. – 2015. ООН. – URL: docs.cntd.ru/document/420355765

91. Gamidullaeva, L. An Assessment Approach to Circular Business Models within an Industrial Ecosystem for Sustainable Territorial Development / L. Gamidullaeva, N. Shmeleva, T. Tolskykh, A. Shmatko // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, № 2. – P. 704. – URL: <https://doi.org/10.3390/su14020704>

92. Knowledge Exchange and the Trust Institution: a New Look at the Problem / S. M. Vasin, L. A. Gamidullaeva, N. Wise [et al.]. // J. Knowl. Econ. – 2020. – Vol. 11. – P. 1026–1042. – URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-019-00588-2>

93. Fukuyama, F. Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity / F. Fukuyama. – New York : The Free Press, 1995. – 457 p.

94. Fukuyama, F. Social Capital and the Civil Society / F. Fukuyama. IMF Working Paper, 2000, 74 p.

95. North, D. C. The New Institutional Economics and Third World Development / D. C. North, J. Haris, J. Hunter, C. Lewis // The New Institutional Economics and Third World Development. – London : Routledge, 1995. – 374 p.

96. Ожегов, С. И. Словарь русского языка / С. И. Ожегов. – Москва : Рус. яз., 1988. – 750 с.

97. Zaheer, A. Does trust matter? Exploring the effects of interorganizational and interpersonal trust on performance / A. Zaheer, B. McEvily, V. Perrone // Organization Science. – 1998. – Vol. 9. – P. 141–159.

98. Белянин, А. В. Доверие в экономике и общественной жизни / А. В. Белянин, В. Е. Зинченко. – Москва : Фонд «Либеральная миссия», 2010.

99. Nonaka, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation / I. Nonaka // Organization Science. – 1994. – Vol. 5, № 1. – P. 14–37.

100. Lucas, L. The impact of trust and reputation on the transfer of best practices / L. Lucas // Journal of Knowledge Management. – 2005. – Vol. 9, № 4). – P. 87–101.

101. Holste, J. S. Trust and tacit knowledge sharing and use / J. S. Holste, D. Fields // Journal of Knowledge Management. – 2010. – Vol. 14, № 1. – P. 128–140.

102. Mayer, R. C. An integrative model of organizational trust / R.C. Mayer, J. H. Davis, F. D. Schoorman // Academy of Management Review. – 1995. Vol. 20, № 3. – P. 709–734.

103. McKnight, D. H. Developing and validating trust measures for e-commerce: An integrative typology / D. H. McKnight, V. Choudhury, C. Kacmar // Information Systems Research. – 2002. Vol. 13, № 3. – P. 334–359.

104. Левада центр. Аналитический центр Юрия Левады. доверие – Левада-Центр. – URL: levada.ru

Научное издание

**Гамидуллаева Лейла Айваровна,
Толстых Татьяна Олеговна,
Шмелева Надежда Васильевна**

**Промышленные и территориальные экосистемы
в контексте устойчивого развития**

Редактор *В. В. Чувашовой*
Технический редактор *М. Б. Жучкова*
Компьютерная верстка *М. Б. Жучковой*
Дизайн обложки *А. Е. Журиной*

Подписано в печать 07.04.2022.
Формат 60×84¹/₁₆. Усл. печ. л. 9,3.
Тираж 500. Заказ № 81.

Издательство ПГУ.
440026, Пенза, Красная, 40.
Тел.: (8412) 66-60-49, 66-67-77; e-mail: iic@pnzgu.ru