

РАЗДЕЛ 1

МОДЕЛИ, СИСТЕМЫ, СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

УДК 332.14

DOI 10.21685/2227-8486-2020-1-1

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

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

METHODOLOGICAL ASPECTS OF PROJECT PORTFOLIO FORMATION IN THE INNOVATION ECOSYSTEM

T. O. Tolstykh, L. A. Gamidullaeva, N. V. Shmeleva

Аннотация. *Предмет и цель работы.* Предпринята попытка развития методологии формирования и оценки инновационных экосистем в решении проблемы оценки потенциала проектов предприятий-участников на примере инновационной экосистемы в промышленности. *Методы.* В качестве методологической основы исследования выбран системный подход. Основным методом выступил метод нечетких множеств. *Результаты и выводы.* Предложен новый подход к формированию портфеля проектов инновационной экосистемы, разработанный с использованием теории нечетких множеств, позволяющий учитывать особенности каждого из этапов жизненного цикла инновационных проектов, входящих в экосистему. Использование концепции жизненного цикла при проектировании экосистем позволяет выстраивать эффективные стратегии на каждой стадии развития с учетом свойственных данной стадии проблем, поставленных целей с задействованием всех имеющихся в распоряжении ресурсов.

Ключевые слова: экосистема, инновационная экосистема, промышленная экосистема, эффективность, инновационные проекты, жизненный цикл, отбор проектов.

Abstract. *Subject and goals.* This article attempts to develop a methodology for the formation and assessment of industrial ecosystems in terms of solving the problem of assessing the potential of projects and their selection. *Methods.* As a methodological base, a systematic approach to the analysis of the role of actors in the formation of the industrial ecosystem from the point of view of the law of self-organization was chosen. The main research method was the fuzzy set method. *Results and conclusions.* The authors proposed a new approach to the formation of a portfolio of innovative projects of an industrial ecosystem based on an assessment of the potentials of projects included in the ecosystem, developed using the theory of fuzzy sets, which allows taking into account the features of the stages of the life cycle of individual innovative ecosystem projects. It is the use of the life cycle concept in the design of industrial ecosystems that allows us to build effective strategies at each stage of development, taking into account the problems and goals inherent in this stage, using all available resources.

Keywords: ecosystem, innovation ecosystem, industrial ecosystem, efficiency, innovative projects, life cycle, project selection.

Введение

Очевиден тот факт, что экономика России стагнирует на протяжении последних восьми лет под влиянием множества факторов, среди которых современные демографические тенденции и политика Центрального банка РФ. В таких условиях без инновационных технологических прорывов преодолеть стагнацию практически невозможно. Согласно мнению А. Г. Аганбегяна, одними из ключевых драйверов технологического развития экономики являются инвестиции в производство [1]. Российской экономике необходим форсированный экономический рост, который можно обеспечить посредством ускоренного инновационного развития производственной сферы [2]. Инновации оказывают структурирующее воздействие на производство и продукцию, изменяют привычные бизнес-модели, являясь драйвером развития промышленности. При этом процесс реализации инновационных проектов является результатом тесных взаимодействий между различными субъектами экономической деятельности и находится в прямой зависимости от сложившейся сетевой среды, создающей благоприятные условия для налаживания взаимодействия экономических агентов с другими участниками инновационных процессов [3–5].

В манифесте Давосского форума 2020, опубликованного К. Швабом, говорится о том, что нынешний капитализм – это капитализм стейкхолдеров: «Цель компании – вовлечь все заинтересованные стороны в совместный и устойчивый процесс создания стоимости. Создавая ее, компания служит интересам не только своих акционеров, но и всех стейкхолдеров – сотрудников, клиентов, поставщиков, местных сообществ и общества в целом» [6]. В. А. Карпинская справедливо отмечает, что «в условиях ускорения процессов экономической интеграции на микро-, мезо- и макроуровне, усложнения форм организации бизнеса, возникновения новых форм сотрудничества компаний и новых способов совместного создания ими добавленной стоимости многие организационные границы в экономике становятся все более размытыми и динамичными» [7]. Эти обстоятельства актуализируют различного рода коллаборативные модели создания инноваций на уровне сетевых структур, образующих экосистемы устойчивых взаимодействий [8–10]. Основоположителем экосистемного подхода в экономике является Дж. Мур [8], предложивший под бизнес-экосистемами понимать кластер взаимодействующих субъектов (различных фирм, университетов, научных парков, общественности и государства), которые сосуществуют в общей среде и развиваются вместе. В подавляющем большинстве появившихся работ в этой области прямо или косвенно проводится аналогия с природными экосистемами как сообществом живых организмов в сочетании с неживыми компонентами их среды, где предполагается, что приставка «эко» означает связь с окружающей средой, а «система» означает функцию как совокупность связанных частей, которые функционируют как единое целое [9]. Природные экосистемы могут быть любого размера, но обычно охватывают определенное ограниченное географическое пространство. В экономическом смысле экосистема состоит из экзогенно заданных компонентов, окружающей среды и агентов, которые эндогенно действуют вместе как система, связанная с получением выгод от взаимосвязи [10]. Экосистемы объединяют и интегрируют интересы начинающих или конкурирующих между собой предприятий, которые предла-

гают различные продукты и услуги. Можно с уверенностью утверждать, что экосистемы постепенно становятся новыми акторами экономики и, соответственно, объектом экономического анализа. Как известно, существуют «бизнес-экосистемы» [8], «инновационные экосистемы» [11], «цифровые экосистемы» [12], «университетские экосистемы» [13, 14], «финансовые экосистемы» [14, 15], «предпринимательские экосистемы» [16]. В целом теория инновационной экосистемы является продолжением плеяды экономических исследований по инновационным системам, основы которых были заложены Б. Лундваллом, Р. Нельсоном и К. Фрименом [17–19], отличаясь при этом повышенным вниманием исследователей к динамичным сетевым взаимодействиям в процессе создания инноваций. По мнению Н. В. Смородинской, экосистемный подход делает акцент на взаимодействиях участников (коллаборации), которые обеспечивают генерацию и распространение знаний с последующей трансформацией в инновации [20]. Основу инновационной экосистемы образуют формальные и неформальные институты, которые влияют на процессы взаимодействия субъектов в процессе инновационной деятельности и обеспечивают получение синергетических эффектов [3, 5].

Параллельно начала развиваться и теория промышленных (индустриальных) экосистем [21–24]. Например, в работе [21] разработаны теоретические основы для оценки структуры, функционирования и эволюции региональной промышленной экосистемы, которые интегрируют основные положения промышленной экологии, экономической географии и теории сложных систем. Автор подчеркивает все многообразие естественных функций экосистем, экономических транзакций, экономической политики и социальных взаимодействий, в рамках которых развивается межфирменное сотрудничество в регионе.

При всем многообразии подобных исследований теория развития экосистем все еще находится на стадии методологического становления.

В контексте нашего исследования необходимо подчеркнуть важность таких характеристик экосистемы, как взаимодополняемость и координация предприятий различных отраслей, объединенных по принципу совместной специализации. В свою очередь, совместная специализация означает, что «условием присоединения какого-либо участника в экосистеме должен быть определенный объем его инвестиций, не являющихся полностью заменяемым» [7]. Как справедливо отмечено в [25, с. 34], «ключевым элементом экосистемы является инновационный проект, так как важнейшим показателем ее эффективности является успешность реализуемых инновационных проектов». Остальные элементы необходимы для генерации, поддержания и развития этих проектов. Следовательно, инновационную экосистему можно представить «в виде области роста инновационного проекта, который зарождается в данной системе и затем последовательно проходит все стадии своего развития» [25, с. 34]. Особую сложность составляет реализация непрерывного отбора инновационных проектов, обеспечивающих получение положительных синергетических эффектов от взаимодействия участников и позволяющих формировать эффективные устойчивые экосистемы. Отбор проектов предполагает оценку их потенциала и должен проходить в неразрывной связке с целями и особенностями развития всей экосистемы.

В статье авторами предпринята попытка развития методологии формирования и оценки экосистем в решении проблемы оценки потенциала инновационных проектов на примере инновационной экосистемы в промышленности. Использование концепции жизненного цикла при проектировании экосистем позволит выстраивать эффективные стратегии на каждой стадии развития с учетом свойственных данной стадии проблем, поставленных целей с задействованием всех имеющихся в распоряжении ресурсов.

Методология и методы исследования

Исследуя экосистему, которая может объединять в качестве акторов экономические субъекты на микро-, мезо- и макроуровнях с целью инициации и разработки инновационных проектов на принципах совместного использования интеллектуальных, технологических и материальных ресурсов, целесообразно рассмотреть и концепцию жизненного цикла применительно к экосистеме. Тогда классификацию проектов, реализуемых в экосистемах, можно представить в виде двух проекций:

- уровень экосистемы;
- сложность структуры экосистемы, которая будет зависеть от количества акторов, их масштаба и потенциала.

Например, проекты трансфера технологий, рециклинга, аддитивного производства, проектирования новых технологий и материалов имеют сложную структуру и могут быть реализованы на региональном, национальном и международном уровнях. Проекты, связанные с кросс-отраслевой кооперацией, энергоэффективностью, цифровым моделированием, созданием интеллектуальной собственности, реализуются на мезоуровне. В свою очередь, на микроуровне целесообразно реализовывать инжиниринговые и образовательные проекты.

Учитывая, что стратегия формирования экосистемы нацелена в конечном итоге на повышение эффективности реализации процессов разработки, внедрения и продвижения инновационных проектов, авторами предлагается исследовать жизненный цикл проектов в экосистеме (рис. 1).

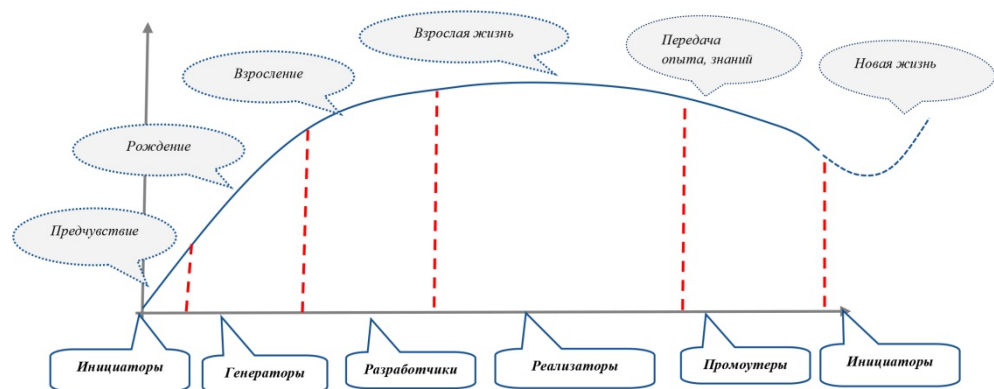


Рис. 1. Жизненный цикл проекта в экосистеме

Жизненный цикл любого проекта включает, как правило, четыре стадии: инициация, разработка, реализация и контроль. Стадий проектов экоси-

системы больше уже потому, что такие проекты включают в себя процессы генерирования знаний, разработки и конструирования, обучения, переливы знаний между акторами, переливы знаний между экосистемами. При этом жизненные циклы экосистем могут различаться от уровней (микро-, макро- и мезо-), а стадии различаться по составу акторов-участников. На рис. 1 представлено шесть возможных стадий жизненного цикла проекта промышленной экосистемы.

К таким стадиям можно отнести следующие:

1. Предчувствие. На этой стадии у акторов-инициаторов возникает осознание необходимости изменений. Такими акторами могут стать крупные промышленные комплексы, которым необходимы процессы трансформации, а также университеты, генерирующие и аккумулирующие отечественный и мировой опыт.

2. Рождение. Это стадия конструирования, логической и технологической проработки, описания идеи. Акторами-генераторами этой стадии могут быть инжиниринговые центры, технопарки, венчурные компании, исследовательские структуры, стартапы, консалтинговые компании, финансовые институты. Университеты выступают на этой стадии акторами-интеграторами, определяющими тех, кто в состоянии создать ту или иную идею.

3. Взросление. На этой стадии формируются команды для реализации проекта. К акторам предыдущей стадии дополнительно подключаются промышленные предприятия.

4. Взрослая жизнь. Эта стадия непосредственной реализации проекта. Акторами-реализаторами выступают промышленные предприятия, внедряющие инновационные проекты, и акторы, участвующие непосредственно в разработке этих проектов.

5. Передача опыта и знаний. Одна из основных задач экосистемы – перелив знаний. Акторами этой стадии являются университеты, промышленные предприятия, маркетинговые компании.

6. Новая жизнь. Новые вызовы требуют изменений и трансформаций. Эта стадия предполагает преобразование опыта реализации прошлых проектов в новые проекты.

Для оценки экосистемы как единой системы, реализующей портфель инновационных проектов (рис. 2), авторы предлагают использовать модель жизненного цикла, состоящую из четырех стадий, которые могут быть не только последовательными, но и перекрываться во времени друг другом.

Дадим краткую характеристику каждой из этих стадий.

1. Стадия разработки концепции. На данной стадии производится анализ альтернатив развития, разрабатываются первоначальные системные требования, а также потенциальные проектные решения. Итогом является построение архитектуры системы.

2. Стадия становления экосистемы. Предполагает непосредственное проектирование самой системы, которая нацелена на решение обозначенных на предыдущем этапе задач. На данной стадии разрабатывается прототип экосистемы, отвечающий всем необходимым требованиям; формируются ее структуры; определяются границы экосистемы и разрабатывается траектория (стратегия) развития каждого актора системы; оценивается состояние экосистемы на базе интегральных характеристик сетевых взаимодействий.

3. *Стадия функционирования.* Как правило, это самый длинный этап жизненного цикла экосистемы, в течение которого реализуются мероприятия, направленные на поддержание и повышение эффективности функционирования экосистемы. Осуществляются поиск оптимальной конфигурации системы для адаптации к внешним и внутренним изменениям, управление процессами, связанными с обеспечением жизнеспособности системы.

4. *Стадия сукцессии.* Подразумевает последовательную замену 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. Паттерны жизненного цикла выделяют в зависимости от распределения различных рисков по стадиям цикла.

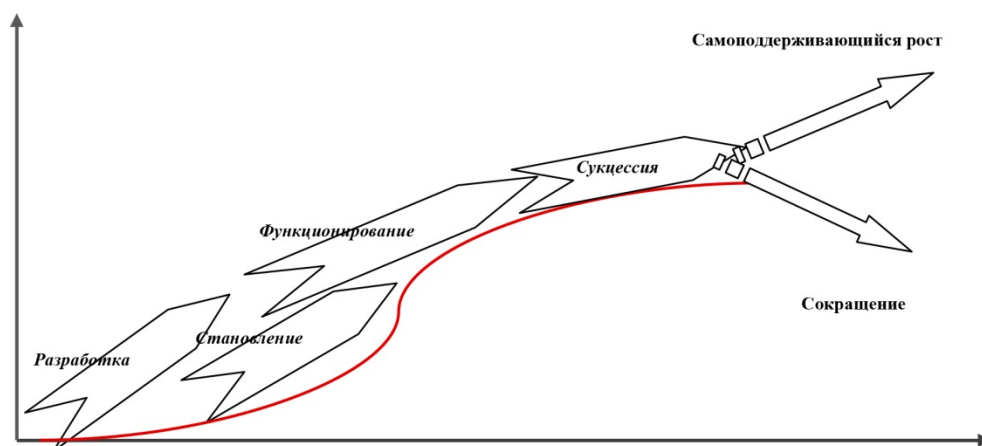


Рис. 2. Жизненный цикл экосистемы, реализующей портфель инновационных проектов

Каждый актор экосистемы развивается в соответствии со своим жизненным циклом, где последовательно происходит смена стадий развития. В жизненном цикле акторов важно выделить две основные фазы:

- 1) актор потребляет значительные ресурсы для своего становления и развития;
- 2) при достижении предела роста ресурсы направляются на трансформацию.

Методика формирования портфеля инновационных проектов экосистемы

Новые знания представляют собой энергию, которая обеспечивает самоорганизацию экосистемы. В наступательном варианте знания – это возможность экосистемы инициировать и реализовывать новые проекты. Знание-емкость экосистемы зависит как от акторов, входящих в нее, так и от проектов, ею реализуемых.

Методика формирования знаниеемкого портфеля проектов состоит из четырех этапов:

- I. Оценка потенциалов проектов, входящих в экосистему.
- II. Оценка результативности проектов.

III. Анализ полученных оценок.

IV. Принятие управленческого решения по возможности включения рассматриваемых проектов и акторов в другие экосистемы.

Этапы I и II выполняются по одному алгоритму. Изложим алгоритм первого этапа. Он предусматривает последовательное выполнение пяти шагов.

Шаг 1. Определим классификатор для оценки потенциала некоторого проекта, представляющий собой разновидность «серой» шкалы Поспелова [26], которая является полярной шкалой, где происходит плавный переход от свойства A^+ к свойству A^- . Эта шкала должна удовлетворять определенным условиям: а) свойства A^+ и A^- должны быть взаимно компенсируемыми; б) существует нейтральная точка A_0 , в которой свойства A^+ и A^- реализуются в одинаковой степени.

Шаг 2. Сформируем совокупность показателей, характеризующих потенциал результативности проекта. Каждому проекту при этом присваивается соответствующий ранг, который обозначим через переменную X_i ($i=1, \dots, n$), где n – число показателей [27, с. 92].

Шаг 3. Оценим влияние показателя на значение потенциала с применением лингвистической переменной. Введем лингвистическую переменную b_i = «значение показателя X_i ». Универсальным множеством для переменной b_i является отрезок $[1, m]$, где m – число оцениваемых объектов. Считаем, что каждая лингвистическая переменная имеет трапециевидную функцию принадлежности.

Шаг 4. Определим терм-множество из пяти элементов, т.е. $B = \{B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}, B_{i4}, B_{i5}\}$, при этом можно использовать следующие значения термов в зависимости от значений рангов по анализируемому показателю (например, в пропорции 1:2:4:2:1), где B_{i1} – очень низкий уровень показателя X_i ; B_{i2} – низкий уровень показателя X_i ; B_{i3} – средний уровень показателя X_i ; B_{i4} – высокий уровень показателя X_i ; B_{i5} – очень высокий уровень показателя X_i .

Шаг 5. Перейдем от показателей, характеризующих потенциал $X = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6\}$, непосредственно к лингвистическим переменным $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$.

Сформулируем правило перехода от оценок показателей к лингвистическим переменным. С этой целью определяем вес (r_i) показателя по степени вклада в потенциал. Существует два способа определения веса: а) по правилу Фишберна в случае, когда имеем упорядоченность весов, б) принимаем показатели с равным весом в случае, когда показатели равно предпочтительные или система предпочтений отсутствует.

Тогда правило перехода от значений показателей к весам термов лингвистической переменной g принимает следующий вид:

$$p_k = \sum_{i=1}^n r_i \mu_{ki}, \quad k = 1, 2, 3, 4, 5. \quad (1)$$

Рассчитав наблюдаемые веса каждого термина лингвистической переменной G_i , определяем значения самой переменной g по следующей формуле:

$$g = \sum_{k=1}^5 p_k \bar{g}_k, \quad k = 1, 2, 3, 4, 5, \quad (2)$$

где $\bar{g}_k$ – середина промежутка, который является носителем термина $G_k \in (a_{k1}, a_{k4}]$ [27, с. 92–93].

Оценка потенциала проекта зависит от заказчика проекта, которым может выступать другой актор или несколько акторов сразу.

В том случае, когда необходимо оцениваемые проекты ранжировать (оценивать) по определенной значимой (критической) группе или нескольким значимым (критическим) для заказчика группам параметров (далее – критические параметры) для принятия принципиального решения, необходимо их вначале идентифицировать. Потом оценить по ним, задавая строгие ограничения, и отбросить те акторы (если их несколько), которые в принципе им не соответствуют. Для них оценка по остальным параметрам не имеет смысла. Например, выделяем критические группы оценки потенциала проекта: технологический, предпринимательский, интеллектуальный потенциалы. Если по какому-нибудь параметру из этих групп оценка актора не соответствует строгому ограничению заказчика, то такой потенциал проекта оценивается как недопустимый. Обобщенный критерий оптимизации в виде функции желательности Харрингтона принимает значение, равное 0, что соответствует по шкале функции желательности (табл. 1) «очень плохо». Данный случай в принципе является частным по отношению к первому варианту, поэтому не имеет принципиальных отличий в оценке.

Таблица 1

Шкала желательности Харрингтона [28]

Эмпирическая система предпочтений (желательность)	Числовая система предпочтений (система психологических параметров)
Очень хорошо	1,00–0,80
Хорошо	0,80–0,63
Удовлетворительно	0,63–0,37
Плохо	0,37–0,20
Очень плохо	0,20–0,00

Рассмотрим методику оценки потенциала проекта и ее основные этапы.

1. Первоначально необходимо задать ограничения и (или) желательные уровни по всем указанным частным параметрам оценки каждой группы показателей. При этом предполагается, что все параметры оценки, указанные в табл. 1, имеют значения количественные со своими единицами измерений или качественные в виде экспертной оценки (баллы).

2. По тем параметрам оценки, по которым заданы строгие ограничения, т.е. установлены строгие пороги (max, min; max и min), необходимо установить допустимость. Если по какому-либо строгому параметру потенциал проекта является недопустимым, то такой проект является неэффектив-

ным или непригодным для данной экосистемы. На этом оценка потенциала актора (если она одна) заканчивается.

3. Если по всем строгим параметрам проект является допустимым, то необходимо приступить к процедуре перевода всех заданных параметров различной физической сущности как количественных, так и качественных в шкалу желательности Харрингтона (см. табл. 1).

4. Если ограничения, заданные по параметрам (индикаторам) оценки, представлены как одностороннее ограничение (либо $\min$, либо $\max$), то для определения функций желательности (d_{ij}) этих параметров используются следующие формулы Харрингтона:

$$d_{ij} = e^{-e^{-y'_{ij}}}; \quad (3)$$

$$y'_{ij} = \frac{(y_{\max} - y_{ij})}{y_{\max}}; \quad (4)$$

$$y'_{ij} = \frac{(y_{ij} - y_{\min})}{y_{\min}}, \quad (5)$$

где d_{ij} – частная функция желательности с односторонним ограничением для i -го параметра j -го проекта; $y_{\max}$, $y_{\min}$ – верхний и нижний пределы одностороннего ограничения по i -му частному параметру; y'_{ij} – кодированное (нормированное) значение i -го частного параметра j -го проекта, переводимого в шкалу желательности.

5. Если ограничения, заданные по параметрам (индикаторам) оценки, представлены как двустороннее ограничение, что, возможно, имеет место для некоторых параметров (и $\min$, и $\max$), то для определения функций желательности (d_{ij}) этих параметров используется следующая формула Харрингтона:

$$d_{ij} = e^{-|y'_{ij}|^n}, \quad (6)$$

где y'_{ij} – кодированное (нормированное) значение i -го частного параметра j -го проекта, переводимого в шкалу желательности; n – показатель степени, устанавливаемый и имеющий свое значение для каждого частного параметра, имеющего двустороннее ограничение, в зависимости от требований заказчика.

Кодированное (нормированное) значение i -го частного параметра j -го проекта, переводимого в шкалу желательности, определяется в этом случае по формуле

$$y' = \frac{(2y - (y_{\max} + y_{\min}))}{(y_{\max} - y_{\min})}. \quad (7)$$

В итоге получатся данные, которые могут быть представлены в виде табл. 2 при оценке нескольких проектов (A), где n – количество параметров оценки, а m – число оцениваемых проектов.

Таблица 2

Форма для оценки проектов по модели Харрингтона

Параметры $i = 1, n$ $A, j = 1, m$	Параметр 1			Параметр 2			Параметр 3			Параметр i			Параметр n		
	y_1	y'_1	d_1	y_2	y'_2	d_2	y_3	y'_3	d_3	y_i	y'_i	d_i	y_n	y'_n	d_n
$A1$	...	...	d_{11}	...	...	d_{21}	...	...	d_{31}	...	...	d_{i1}	...	...	d_{n1}
$A2$	...	...	d_{12}	...	...	d_{22}	...	...	d_{32}	...	...	d_{i2}	...	...	d_{n2}
$A3$	...	...	d_{13}	...	...	d_{23}	...	...	d_{33}	...	...	d_{i3}	...	...	d_{n3}
Aj	...	...	d_{1j}	...	...	d_{2j}	...	...	d_{3j}	...	...	d_{ij}	...	...	d_{nj}
Am	...	...	d_{1m}	...	...	d_{2m}	...	...	d_{3m}	...	...	d_{im}	...	...	d_{nm}

6. Обобщенная функция желательности Харрингтона (критерия оптимизации) j -го актора определяется как среднегеометрическое частных желательностей по формуле

$$D_j = \sqrt[n]{d_{1j} \cdot d_{2j} \cdot d_{3j} \cdot \dots \cdot d_{ij} \cdot \dots \cdot d_{nj}}. \quad (8)$$

Среднегеометрическое позволяет отбросить любого участника, не соответствующего хотя бы одному параметру, по которому задано строгое ограничение.

По критерию $D_j \rightarrow 1$ устанавливаем наилучшие проекты с оптимальным потенциалом. Чем ближе к единице оценка потенциала проекта, тем лучше этот участник для экосистемы с позиции оценки всех составляющих элементов потенциала. Полученные остальные оценки альтернативных проектов сопоставляются с предпочтениями шкалы желательности (см. табл. 1) и могут быть использованы как альтернативные варианты (при оценках «удовлетворительно», «хорошо», «очень хорошо»).

Система критериев оценки проектов экосистемы в промышленности

Исходной предпосылкой при разработке критериальных показателей для оценки проектов экосистемы является позиционирование экосистемы в качестве системы связанных друг с другом проектов, оценка которых должна осуществляться с использованием количественных и качественных показателей, позволяющих производить диагностику экосистемы посредством укрупненных параметров. К числу таких параметров предлагаем отнести следующие:

1. Укрупненный количественный параметр оценки результатов интеллектуальной деятельности ($\Xi_{ид}$). Этот показатель характеризует интеллектуальный потенциал проекта (табл. 3).
2. Укрупненный количественный параметр оценки значимости проекта определяет «возможность перерождения» проекта.
3. Укрупненный количественный параметр оценки экономической эффективности проектов на основе денежных потоков позволяет определить финансовый потенциал проекта.

Таблица 3

Группы оценки потенциала проекта на стадиях жизненного цикла (ЖЦ)

Потенциал проекта / Стадии ЖЦ	Потенциал проекта				
	P1	P2	P3	P4	P5
Предчувствие	Новизна	Актуальность	Интеллектуальность	Финансовый	Технологический
Рождение	Креативность	Востребованность	Интеллектуальность	Финансовый	Технологический
Взросление	Организационный	Проработанность идеи	Интеллектуальность	Финансовый	Технологический
Взрослая жизнь	Проработанность идеи	Управленческий	Кадровый	Финансовый	Технологический
Передача опыта	Востребованность	Оригинальность	Результативность	Эффективность	Управленческая активность
Новая жизнь	Возможность перерождения	Креативность	Интеллектуальность	Финансовый	Технологический

Результирующий количественный показатель оценки проекта (Ξ_n) рекомендуется определять как среднегеометрическую трех составляющих: количество созданных результатов интеллектуальной деятельности; темп прироста добавленной стоимости; денежный поток от интеллектуальной деятельности.

Для перевода количественных показателей в баллы может быть использована функция желательности Харрингтона, устанавливающая соответствие между числовой и эмпирической системами предпочтений.

С целью проведения диагностики состояния экосистемы по качественным параметрам необходимо разработать карты экспертных оценок (табл. 4).

Таблица 4

Карта экспертных оценок анализируемых укрупненных параметров состояния экосистемы (составлена авторами)

Показатели потенциала проектов	Градации параметров в соответствии со шкалой желательности Харрингтона				
	(1,00)	(0,8)	(0,63)	(0,37)	(0,2)
1	2	3	4	5	6
Креативность	Высокий уровень творческой, созидательной, новаторской деятельности при реализации проекта. Создание качественно новых продуктов и услуг, отличающихся неповторимостью, оригинальностью и уникальностью	...	...	...	Утилитарность – создание материальных и нематериальных ценностей, управление ценностями, осуществление в соответствии с уже существующими технологиями, а также общепринятыми правилами, нормами и принципами

1	2	3	4	5	6
Технологический потенциал	Высокий технологический потенциал, который обеспечивается совокупностью располагаемых, привлекаемых и мобилизуемых материально-технических и организационно-управленческих ресурсов и возможностей для достижения поставленных целей научно-технологического развития	...	...	...	Технологический потенциал отсутствует.
Проработанность идеи	Идея проработана, учтены различные элементы – компоненты проблемы – и сведены в единое целое	...	...	...	Идея неэффективна для решения поставленных задач

Таким образом, дана оценка качественных показателей, характеризующих потенциал проекта. Для оценки качественных показателей потенциала может быть рекомендована шкала, приведенная в табл. 5. Чтобы обеспечить взаимосвязь стратегии акторов с общей стратегией развития экосистемы, предлагается декомпозировать цели и ключевые показатели эффективности (КПЭ).

Таблица 5

Шкала оценки качественных показателей потенциала проекта
(составлена авторами на основе [26])

Шкала оценки	Описание		
1	2		
0	Низкий уровень креативности проекта. Используются уже существующие технологии, установленные нормы, правила, подходы	Идея не проработана, так как неэффективна для решения поставленных задач	Технологический потенциал отсутствует
+1	Невысокий уровень. Новые методы проектной деятельности позволяют адаптироваться к изменяющимся внешним условиям, но внутренние резервы оптимально не используются	Идея проработана недостаточно, отсутствует взаимосвязь с результирующими показателями проекта	Производительность технологической структуры производства соответствует среднеотраслевому показателю

1	2		
+2	Способность отказываться от стереотипных способов проектной деятельности	Идея апробирована, получены результаты, но они ниже запланированных	Своевременное технологическое обновление основных средств, направленное на ресурсосбережение
+3	Способность генерировать оригинальные идеи для решения новых проблем	Способность идеи побуждать к нахождению новых решений	Уровень асинхронного изменения технологической структуры
+4	Создание качественно новых продуктов и услуг, отличающихся неповторимостью, оригинальностью и уникальностью	Идея формирует новый подход к проблеме, соответственно, и новый способ ее решения. Существует возможность модификации самой идеи	Соотношение уровня новых и старых технологий
+5	Высокий уровень творческой, созидательной, новаторской деятельности при реализации проекта	Идея проработана, учтены различные элементы – компоненты проблемы и сведены в единое целое	Применяются вновь созданные передовые технологии, расширяется технологическое и продуктовое разнообразие

Перечень качественных показателей, характеризующих потенциал проекта, на каждой стадии жизненного цикла определяется экспертным путем.

После получения экспертных оценок в баллах определяются кодированные значения контрольных точек (y_{ij}) с учетом нижнего и верхнего пределов допустимости значения ($y_{\min} = 0$, $y_{\max} = 5$) по методике желательности Харрингтона (см. формулы (4), (5)). Затем рассчитывается кодированное значение каждого качественного параметра по формуле (6). Потенциал (P) качественных показателей на каждой стадии жизненного цикла проекта определяется как среднегеометрическое кодированных значений (y_{ij} ; d_i). Итоговый потенциал проекта считаем как среднеарифметическое между потенциалами показателей как качественных, так и количественных ($\Sigma P_i/n$).

Чем ближе к единице оценка потенциала проекта, тем лучше этот участник для экосистемы с позиции всех составляющих элементов потенциала. Значение показателей потенциала проекта в интервале от 0 до 1 соответствует уровню на шкале Харрингтона «очень плохо» (0,2 – 0); от 1 до 2 – «плохо» (0,37 – 0,20); от 2 до 3 – «удовлетворительно» (0,63 – 0,37); от 3 до 4 – «хорошо» (0,80 – 0,63); от 4 до 5 – «очень хорошо» (1,00 – 0,80).

Данная методика оценки потенциала проектов позволяет принимать управленческие решения по дальнейшим действиям акторов экосистемы относительно развития проектов.

Апробация методики на примере проекта, реализуемого научными центрами и лабораториями Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

Один из реализуемых на данный момент проектов называется «Разработка технологий цифрового производства для промышленного машино- и судостроения».

Проведем оценку потенциала данного проекта экосистемы. Экспертным путем установлено, что проект находится на стадии ЖЦ «Новая жизнь».

Для оценки потенциала проекта используются следующие количественные показатели: проработанность идеи (P1), финансовый потенциал (P3), интеллектуальность (P4), представленные в табл. 6. В свою очередь к качественным показателям относятся креативность (P2) и технологический потенциал (P5). Результаты расчетов количественных показателей потенциала проекта представлены в табл. 7, 8. Результаты расчета качественных показателей с использованием формул (6)–(8) представлены в табл. 8.

Таблица 6

Оценка проекта по разработке технологий цифрового производства для промышленного машино- и судостроения

Показатели	Этапы ЖЦ проекта					
	Предчувствие	Рождение	Взросление	Взрослая жизнь	Передача опыта	Новая жизнь
Результаты интеллектуальной деятельности, ед.	2	4	7	8	9	8
Темп прироста добавленной стоимости, %	4	11	12	14	18	17
Денежный поток от интеллектуальной деятельности, млн руб.	–148	164	215	254	271	265

Для перевода количественного значения результатов интеллектуальной деятельности в баллы по безразмерной десятибалльной шкале применена функция желательности Харрингтона ($d = 0,8$).

Затем были рассчитаны кодированные значения контрольных точек (y_{ij}) и кодированное значение искомого параметра:

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

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

Уравнение $y' = ay + b$ выступает в качестве механизма перевода y в y' .

Окончательно уравнение примет вид $y' = 0,16576y - 0,16025$.

Таблица 7

Интерпретация стандартных отметок на шкале Харрингтона

Этапы жизненного цикла проекта	Результаты интеллектуальной деятельности		Темп прироста добавленной стоимости		Денежный поток от интеллектуальной деятельности		Обобщенная функция желательности Харрингтона (D)
	y_{ij}	d_1	y_{ij}	d_2	y_{ij}	d_3	
Новая жизнь	1,486	0,797	1,251	0,751	1,331	0,768	0,77

Таблица 8

Определение потенциала проекта на стадии ЖЦ «Новая жизнь»

Потенциал проекта	Тип показателей	y_{ij}	d_1	Значение параметров потенциала проекта
P_1	Количественный	1,251	0,751	0,94
P_2	Качественный	1,120	0,527	0,59
P_3	Количественный	1,486	0,797	1,18
P_4	Количественный	1,331	0,768	1,02
P_5	Качественный	1,223	0,662	0,81

Аналогичным образом выполнена оценка параметра «Темп прироста добавленной стоимости». Окончательное уравнение примет вид $y' = 8,3y - 0,16024$.

Для параметра «денежный поток от интеллектуальной деятельности» было задано минимальное значение 0, а максимальное 300 млн руб. Окончательно уравнение примет вид $y' = 0,005y + 0,00576$.

Итоговая средняя оценка по трем параметрам рассчитывается по формуле (8).

Таким образом, в результате проведенных расчетов по проекту «Разработка технологий цифрового производства для промышленного машино- и судостроения», находящегося на стадии жизненного цикла «Новая жизнь», установлено, что итоговый потенциал составил $P_{\text{пл}} = 0,91$. По шкале Харрингтона проект относится к категории «очень хорошо», следовательно, со стороны актора не требуются корректирующие действия по отношению к данному проекту.

Выводы

В сегодняшних условиях появляется возможность проектирования экосистем в различных сферах и отраслях экономики. Крайне важным аспектом, который следует учитывать при их проектировании, является формирование оптимального портфеля инновационных проектов, каждый из которых делает предприятия более конкурентоспособными на внутреннем и мировом рынках. В данной статье представлен новый подход к оценке эффективности промышленных экосистем, разработанный с использованием теории нечетких множеств, позволяющий учитывать особенности этапов жизненного цикла отдельных инновационных проектов экосистемы. Использование концепции жизненного цикла при проектировании экосистем позволяет выстраивать эффективные стратегии на каждой стадии развития с учетом свойственных данной стадии проблем, поставленных целей и с задействованием всех имеющихся в распоряжении ресурсов.

Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ № 20-010-00470, № 18-010-00204.

Библиографический список

1. Аганбегян, А. Г. Инвестиции в основной капитал и вложения в человеческий капитал – два взаимосвязанных источника социально-экономического роста / А. Г. Аганбегян // Проблемы прогнозирования. – 2017. – № 4. – С. 17–20.

2. Чернецов, В. И. Модернизация экономики как императив инновационного развития России / В. И. Чернецов, Л. А. Гамидуллаева // Экономика и управление. – 2014. – № 1 (99). – С. 45–52.
3. Гамидуллаева, Л. А. Институты в развитии инновационных систем / Л. А. Гамидуллаева // Journal of Economic Regulation. – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 93–103.
4. Гамидуллаева, Л. А. Формирование базовой модели инновационной системы: проблемы и решения / Л. А. Гамидуллаева // Экономическое возрождение России. – 2015. – № 3 (45). – С. 161–163.
5. Vasin, S. M. Increasing the efficiency of state institutional aid to small innovative enterprises / S. M. Vasin, L. A. Gamidullaeva // Review of European Studies. – 2015. – Т. 7, № 11. – С. 77–88.
6. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – Москва : Эксмо, 2016. – 138 с. – URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2020/01/14/820569-davosskii-forum-manifest-biznesa>
7. 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 (Москва, 12 января 2018 г.). – Москва : ЦЭМИ РАН, 2018. – Вып. 2. – С. 125–141.
8. Moore, J. F. Predators and prey – A new ecology of competition / J. F. Moore // Harvard Business Review. – 1993. – Vol. 71 (3). – P. 75–86.
9. Smith, T. M. Elements of ecology / T. M. Smith, R. L. Smith. – Essex : Pearson Publishers, 2015.
10. Acs, Z. J. National systems of entrepreneurship / Z. J. Acs, D. B. Audretsch, E. E. Lehmann, G. Licht // Small Business Economics. – 2016. – Vol. 46 (4). – P. 527–535.
11. Adner, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem / R. Adner // Harv. Bus. Rev. – 2006. – Vol. 84 (4). – P. 98–107.
12. Sussan, F. The digital entrepreneurial ecosystem / F. Sussan, Z. J. Acs // Small Business Economics. – 2017. – Vol. 49 (1). – P. 55–73.
13. Hayter, C. S. A trajectory of early-stage spinoff success: The role of knowledge integration within an entrepreneurial university ecosystem / C. S. Hayter // Small Business Economics. – 2017. – Vol. 47 (3). – P. 633–656.
14. Meoli, M. The governance of universities and the establishment of academic spinoff / M. Meoli, S. Paleari, S. Vismara // Small Business Economics. – 2017. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9956-5>
15. Cumming, D. Governance in entrepreneurial ecosystems: venture capitalists versus technology parks / D. Cumming, J. C. Wert, Y. Zhang // Small Business Economics. – 2017. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9955-6>
16. Ghio, N. The creation of high-tech ventures in entrepreneurial ecosystems: Exploring the interactions among university knowledge, cooperative banks and individual attitudes / N. Ghio, M. Guerini, C. Lamastra-Rossi // Small Business Economics. – 2017. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9958-3>
17. Lundvall, B.-A. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning / B.-A. Lundvall. – London : Frances Pinter, 1992.
18. Nelson, R. National Innovation Systems: A Comparative Analysis / R. Nelson. – Oxford : University Press, 1993.
19. Freeman, C. The National System of Innovation in Historical Perspective / C. Freeman // Cambridge Journal of Economics. – 1995. – Vol. 19. – P. 5–24.
20. Смородинская, Н. В. Сетевые инновационные экосистемы и их роль в динамизации экономического роста / Н. В. Смородинская // Инновации. – 2014. – № 7 (189). – С. 27–33.
21. Ashton, W. S. The Structure, Function and Evolution of a Regional Industrial Ecosystem / W. S. Ashton // Journal of Industrial Ecology. – 2009. – Vol. 13. – P. 228–246. – DOI 10.1111/j.1530-9290.2009.00111.x

22. Korhonen, J. Four ecosystem principles for an industrial ecosystem / J. Korhonen // *Journal of Cleaner Production*. – 2001. – Vol 9, № 3.
23. Попов, Е. В. Структура промышленных «экосистем» в цифровой экономике / Е. В. Попов, В. Л. Симонова, А. Д. Тихонова // *Менеджмент в России и за рубежом*. – 2019. – № 4. – С. 3–11.
24. Frosch, R. A. Strategies for Manufacturing / R. A. Frosch, N. E. Gallopoulos // *Scientific American*. – 1989. – Vol. 261. – P. 144–152. – URL: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
25. Фияксель, Э. А. Исследование конкурсов инновационных проектов как базовых структурных элементов инновационной экосистемы / Э. А. Фияксель, Д. В. Сидоров, В. В. Разина // *Инновации*. – 2017. – № 3 (221). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-konkursov-innovatsionnyh-proektov-kak-bazovyh-strukturnyh-elementov-innovatsionnoy-ekosistemy> (дата обращения: 24.04.2020).
26. Пospelов, Д. С. «Серые» и/или «черно-белые» [шкалы] / Д. С. Пospelов // *Прикладная эргономика. Специальный выпуск «Рефлексивные процессы»*. – 1994. – № 1. – С. 29–33.
27. Шуршикова, Г. В. Методика комплексной оценки уровня безопасности сельскохозяйственной продукции (на примере зерна пшеницы) / Г. В. Шуршикова, Н. М. Дерканосова, В. И. Котарев, Н. И. Золотарева // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2015. – Вып. 2 (31). – С. 92–100.
28. Пуряев, А. С. Математический аппарат компромиссной оценки эффективности инвестиционных проектов / А. С. Пуряев // *Вестник Инжэкона. Серия: Экономика*. – 2009. – № 6. – С. 196–200.

References

1. Aganbegyan A. G. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting]. 2017, no. 4, pp. 17–20. [In Russian]
2. Chernetsov V. I., Gamidullaeva L. A. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and management]. 2014, no. 1 (99), pp. 45–52. [In Russian]
3. Gamidullaeva L. A. *Journal of Economic Regulation*. 2016, vol. 7, no. 1, pp. 93–103.
4. Gamidullaeva L. A. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii* [Economic revival of Russia]. 2015, no. 3 (45), pp. 161–163. [In Russian]
5. Vasin S. M., Gamidullaeva L. A. *Review of European Studies*. 2015, vol. 7, no. 11, pp. 77–88.
6. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [Fourth industrial revolution]. Moscow: Eksmo, 2016, 138 p. Available at: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2020/01/14/820569-davoskii-forum-manifest-biznesa> [In Russian]
7. Karpinskaya V. A. *Sistemnye problemy otechestvennoy mezoekonomiki, mikroekonomiki, ekonomiki predpriyatiy: materialy Vtoroy konferentsii Otdeleniya mode-lirovaniya proizvodstvennykh ob"ektov i kompleksov TsEMI RAN (Moskva, 12 yanvarya 2018 g.)* [System problems of domestic macroeconomics, microeconomics, and enterprise Economics: proceedings of the Second conference of the Department of modeling of production facilities and complexes of CEMI RAS (Moscow, January 12, 2018)]. Moscow: TsEMI RAN, 2018, iss. 2, pp. 125–141. [In Russian]
8. Moore J. F. *Harvard Business Review*. 1993, vol. 71 (3), pp. 75–86.
9. Smith T. M., Smith R. L. *Elements of ecology*. Essex: Pearson Publishers, 2015.
10. Acs Z. J., Audretsch D. B., Lehmann E. E., Licht G. *Small Business Economics*. 2016, vol. 46 (4), pp. 527–535.
11. Adner R. *Harv. Bus. Rev.* 2006, vol. 84 (4), pp. 98–107.
12. Sussan F., Acs Z. J. *Small Business Economics*. 2017, vol. 49 (1), pp. 55–73.
13. Hayter C. S. *Small Business Economics*. 2017, vol. 47 (3), pp. 633–656.
14. Meoli M., Paleari S., Vismara S. *Small Business Economics*. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9956-5>

15. Cumming D., Wert J. C., Zhang Y. *Small Business Economics*. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9955-6>
16. Ghio N., Guerini M., Lamastra-Rossi C. *Small Business Economics*. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9958-3>
17. Lundvall V.-A. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Frances Pinter, 1992.
18. Nelson R. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: University Press, 1993.
19. Freeman C. *Cambridge Journal of Economics*. 1995, vol. 19, pp. 5–24.
20. Smorodinskaya N. V. *Innovatsii* [Innovations]. 2014, no. 7 (189), pp. 27–33. [In Russian]
21. Ashton W. S. *Journal of Industrial Ecology*. 2009, vol. 13, pp. 228–246. DOI 10.1111/j.1530-9290.2009.00111.x
22. Korhonen J. *Journal of Cleaner Production*. 2001, vol. 9, no. 3.
23. Popov E. V., Simonova V. L., Tikhonova A. D. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom* [Management in Russia and abroad]. 2019, no. 4, pp. 3–11. [In Russian]
24. Frosch R. A., Gallopoulos N. E. *Scientific American*. 1989, vol. 261, pp. 144–152. Available at: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
25. Fiyaksel' E. A., Sidorov D. V., Razina V. V. *Innovatsii* [Innovations]. 2017, no. 3 (221). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-konkursovo-innovatsionnyh-proektov-kak-bazovyh-strukturnyh-elementov-innovatsionnoy-ekosistemy> (accessed Apr. 24, 2020). [In Russian]
26. Pospelov D. S. *Prikladnaya ergonomika. Spetsial'nyy vypusk «Refleksivnye protsessy»* [Applied ergonomics. Special issue "Reflexive processes"]. 1994, no. 1, pp. 29–33. [In Russian]
27. Shurshikova G. V., Derkanosova N. M., Kotarev V. I., Zolotareva N. I. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and commodity science of innovative food products]. 2015, iss. 2 (31), pp. 92–100. [In Russian]
28. Puryaev A. S. *Vestnik Inzhekona. Seriya: Ekonomika* [Bacon's Bulletin. Series: Economics]. 2009, no. 6, pp. 196–200. [In Russian]

Толстых Татьяна Олеговна

доктор экономических наук, профессор,
кафедра промышленного менеджмента,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»,
институт ЭУПП
(Россия, г. Москва,
Ленинский проспект, 4)
E-mail: tt400@mail.ru

Tolstykh Tatyana Olegovna

doctor of economical sciences, professor,
sub-department of industrial management,
National University of Science
and Technology "MISIS",
Institute of Economics
and Industrial Management
(4 Leninskiy prospect, Moscow, Russia)

Гамидуллаева Лейла Айваровна

доктор экономических наук, профессор,
кафедра менеджмента и экономической
безопасности,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40);
заведующий кафедрой прикладной
и бизнес-информатики,
Московский государственный
университет технологий и управления
имени К. Г. Разумовского (ПКУ)
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 6)
E-mail: gamidullaeva@gmail.com

Gamidullaeva Leyla Ayvarovna

doctor of economical sciences, professor,
sub-department of management
and economic security,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia);
head of sub-department of applied
and business informatics,
K.G. Razumovsky Moscow State
University of technologies
and management (FCU)
(6 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Шмелева Надежда Васильевна

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра экономики,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»,
институт ЭУПП
(Россия, г. Москва,
Ленинский проспект, 4)
E-mail: nshmeleva@misis.ru

Shmeleva Nadezhda Vasilievna

candidate of economical sciences,
associate professor,
sub-department of economics,
National University of Science
and Technology “MISIS”,
Institute of Economics
and Industrial Management
(4 Leninskiy prospect, Moscow, Russia)

Образец цитирования:

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. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-1-1.