

УДК 330.43

DOI 10.52452/18115942_2023_4_44

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

© 2023 г.

С.С. Кузора, Е.Б. Олейник

Кузора Станислав Сергеевич, ассистент Департамента инноваций
Дальневосточного федерального университета, Владивосток
kuzora_ss@dvfu.ru

Олейник Елена Борисовна, д.э.н.; проф.; Департамента инноваций
Дальневосточного федерального университета, Владивосток
oleynik.eb@dvfu.ru

Статья поступила в редакцию 28.06.2023

Статья принята к публикации 23.10.2023

Цель работы – рассмотрение методов математического моделирования для оценки эффективности организаций инновационной инфраструктуры. Объектом исследования выступают организации, деятельность которых связана с инновационным развитием. Предметом исследования являются показатели эффективности разных видов деятельности с целью их классификации и дальнейшего использования. Особое внимание в работе уделяется анализу методов моделирования, на основании которого обосновывается выбор в пользу теории нечетких множеств и нечеткой логики. В качестве конкретного примера моделируется оценка с учетом ранее сформированных показателей и выбранного раздела математики. По результатам моделирования делается вывод, что предложенный подход имеет основание рассматриваться как способ оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры. В заключении отмечается, что предложенный способ оценки будет дополнен другими методами математического моделирования с целью повышения объективности результатов.

Ключевые слова: инновационное развитие, инновационная инфраструктура, показатели эффективности, оценка эффективности, количественные и качественные методы оценки эффективности, математическое моделирование инновационной деятельности.

Введение

Одним из возможных способов достижения стратегических целей устойчивого развития экономики является переход от экспортно-сырьевой к инновационной модели развития. Согласно нормативно-правовым документам [1–3], под инновационным развитием понимается создание технологической среды, направленной на научно-исследовательскую деятельность, результаты которой могут быть коммерциализированы посредством прямого финансирования и формирования благоприятных условий: бюджетное и налоговое стимулирование, исключение административных барьеров, создание необходимых социально-экономических условий.

Несмотря на перспективность технологического развития, существенно новые, а иногда и модернизированные решения часто сопряжены с некоторой неопределённостью, связанной с недостатком информации об области внедрения результатов интеллектуальной деятельности, с отсутствием знаний о событиях, вероятностях наступлений и их последствиях, а также с воз-

можными рисками реализации инновационных решений: технических, технологических и/или организационных.

Важной частью инновационного развития является деятельность организаций инновационной инфраструктуры, которая способствует реализации научно-исследовательских проектов и технологических разработок, включающей следующие функции: управленческая, материально-техническая, финансовая, информационная, кадровая, консультационная и организационная [3]. К наиболее распространенным организациям относятся: инновационные технологические центры, кластеры, технопарки, малые инновационные предприятия, бизнес-инкубаторы и другие.

Каждый вид организаций инновационной инфраструктуры имеет свои особенности функционирования. Например, инновационный научно-технологический центр (общепринятое сокращение ИНТЦ), представляет собой совокупность организаций, земельных участков, зданий и сооружений, предназначенных для осуществления научно-технологической деятельности [4]. Данный вид организации охватывает сразу несколько функций, которые свой-

ственные инновационной инфраструктуре. В качестве другого вида организации можно привести бизнес-инкубатор, основная деятельность которого направлена на оказание широкого спектра консультационных услуг и проведение образовательных мероприятий [5].

Как можно заметить, деятельность организаций инновационной инфраструктуры предполагает не только разработку новых технологий и выпуск высокотехнологичной продукции, но также и управленческую функцию, для которой необходим соответствующий инструментарий, включающий отбор и оценку показателей эффективности деятельности той или иной организации [6–8]. Результаты подобной оценки могут быть использованы для определения приоритетов развития, формирования инновационной политики организации, выстраивания новых механизмов взаимодействия участников инновационных процессов.

Одним из способов оценки эффективности является применение методов математического моделирования, результаты которого повышают вероятность принятия взвешенных, обоснованных управленческих решений. Таким образом, основной целью данной работы является выявление

показателей эффективности, а также анализ методов математического моделирования для выбора наиболее подходящего инструментария, позволяющего оценить эффективность деятельности организаций инновационной инфраструктуры.

Показатели эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры

В широком смысле под эффективностью понимается отношение эффекта (результата) к затраченным ресурсам [9]. Принято считать: чем эффективнее деятельность организации, тем она конкурентоспособнее на рынке товаров и услуг. Достигнутые результаты и затраченные ресурсы в зависимости от вида деятельности и типов организаций имеют как специфические, так и общие показатели, по которым можно оценить их эффективность (табл. 1).

Предложенные показатели обладают следующими характеристиками:

- тип показателя, имеет количественное и качественное выражение;
- группа показателя, под которой понимается сопоставление конкретного показателя с достигнутым результатом (например, завершение

Таблица 1

Классификация основных показателей эффективности деятельности организаций

Автор(ы)	Тип показателя	Деятельность организации
Мерзликina Е.М. [28]	Продуктивность, прибыльность, доходность	Отрасль печати
Обухов О.В. [29]	Коэффициенты эффективности инвестиций, различные коэффициенты рентабельности и ликвидности, чистый приведенный доход	Предприятия и организации реального сектора экономики
Еремина Г.А. [23]	Потенциал сотрудников, соответствие правилам текущей деятельности, результаты деятельности	Организации широкого спектра деятельности
Каплан Р., Нортон Д. [33]	Финансовая составляющая, клиентская составляющая, составляющая внутренних бизнес-процессов, составляющая обучения и развития персонала	Бизнес-ориентированные организации
Спицын В.В. [20]	Результативность, оптимальность, экономичность	Широкий спектр деятельности социально-экономических объектов
Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. [24]	Финансовый результат, прогнозируемый финансовый рост, наличие ресурсов на поддержку и развитие организации, человеческий ресурс, конечный продукт	Предприятия широкого спектра деятельности
Коган А.Б., Приставка А.Н. [26]	Выручка, прибыль	Деятельность экономических систем
Болодурина М.П., Коньшева К.А. [22]	Финансы, клиенты, сотрудники, окружающая среда, бизнес-процессы, обучение и развитие	Предприятия нефтегазовой направленности
Усманова Г.Р. [30]	Ликвидные активы, быстрореализуемые активы, медленно реализуемые активы, трудно реализуемые активы, наиболее срочные обязательства, краткосрочные пассивы, долгосрочные пассивы, постоянные пассивы	Нефтеперерабатывающее предприятие

Окончание таблицы 1

№	Автор(ы)	Тип показателя	Деятельность организации
10	Шмидт Ю.Д., Лимин Я. [32]	Урожайность зерновых, урожайность овощей открытого грунта, урожайность картофеля, среднегодовой надой молока на корову, среднесуточный привес живой массы крупного рогатого скота, среднесуточный привес живой массы свиней, рентабельность, валовой доход растениеводства на 100 га сельхозугодий, валовой доход на 1 среднегодового работника	Сельскохозяйственные предприятия
11	Крюкова Т.М. [26]	Инвестиции в основной капитал; количество научно-исследовательских, проектно-конструкторских подразделений; доля научно-исследовательских работников в общей численности персонала; объем инновационных товаров, работ и услуг; затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации	Промышленные предприятия
12	Марамохина Е.В. [27]	Наличие завершенных технологических инноваций, наличие завершенных маркетинговых инноваций, наличие завершенных организационных инноваций, количество совместных проектов по выполнению НИОКР, пр.	Промышленные предприятия
13	Чистякова Н.О. [31]	Коммерциализация технологий, содействие генерации наукоемкого бизнеса, эффективность функционирования подсистем	Организации, способствующие развитию инновационного бизнеса
14	Тимерев А.В. [18]	Доля чистой прибыли от инноваций; коэффициент прироста производительности труда; доля нематериальных активов в общей величине активов; коэффициент инновационного роста; доля основных и оборотных материальных активов, обеспечивающих инновационную деятельность	Предприятия широкого спектра деятельности
15	Борисов А.А. [19]	Удельные затраты на НИОКР в объемах продаж; удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау; затраты на приобретение инновационных фирм; наличие фондов на развитие инициативных разработок и т.д.	Научно-образовательные центры
16	Бабкин А.В., Ноговицына О.С. [21]	Результативность, качество, интенсивность, финансовая результативность	Региональный промышленный комплекс

Составлено авторами на основании анализа литературных источников.

ные технологические инновации) или с затраченными ресурсами (например, инвестиции в основной капитал).

Отдельную группу составляют интегральные показатели эффективности. Основная суть интегрального показателя заключается в объединении множества отдельных параметров/критериев для совокупной оценки наблюдаемого явления. В литературных источниках встречаются и другие названия интегрального показателя, например комплексный, по смыслу схожий с интегральным. Ниже представлены результаты анализа работ, в которых исследователи предлагают использовать интегральные (комплексные) показатели для определения эффективности разного рода деятельности.

Авторы [10] в своей работе разрабатывают интегральный показатель для количественной оценки эффективности деятельности образовательных организаций. По результатам анализа разнородных показателей исследователи приходят к выводу, что для расчета интегрального показателя целесообразно учитывать только два критерия: востребованность программ обучения и эффективность работы преподавателя.

Работа [11] посвящена оценке эффективности производства зерновых культур основываясь на интегральном показателе, где способом исследования выступает метод главных компонент. Авторы дают пояснение, что метод главных компонент в контексте их исследования позволяет уменьшить количество первоначальных данных путем группировки в несколько

факторов. Эти факторы включают такие показатели, как урожайность и рентабельность, себестоимость и затраты, товарность зерна.

Автор исследования [12] для комплексной оценки эффективности предлагает использовать две основные категории интегральных показателей, которые направлены как на оценку ресурсов, так и на деятельность организации. Каждая категория содержит частные показатели, соответствующие назначению основной категории. Впоследствии предлагается применить сформированные категории для оценки влияния использованных ресурсов на выручку организации. И делается вывод, что предлагаемая комплексная оценка может использоваться для сравнения других организаций в контексте определения эффективности.

Исследование [13] направлено на формирование комплексной оценки эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций с целью определения инновационно-инвестиционной привлекательности зернового хозяйства. Данная работа отличается от предыдущих тем, что автор обращает внимание на коэффициенты вариации и корреляции задействованных показателей и соотносит их с рентабельностью продаж зерновых культур. На основании статистических расчетов доказывается, что процесс укрупнения производства в зерновом сегменте зачастую приводит к снижению экономических показателей, тем самым происходит влияние на снижение инвестиционной привлекательности предприятия.

Группа авторов [14] предлагает единую систему показателей для интегральной оценки организаций здравоохранения, которая определяет результативность и эффективность оказания медицинской помощи. Особенность данной работы в том, что единая система показателей базируется на трех разных классификациях данных, в то время как зарубежная практика учитывает другие показатели, которые, по мнению авторов, не полностью охватывают предметную область. Иными словами, для претендующей на полноту интегральной оценки необходимо выполнять комплексный анализ соответствующих нормативно-правовых актов и научных публикаций на предмет наличия критериев эффективности.

Пример работы [15] демонстрирует сравнительный анализ методов расчета интегральных показателей эффективности. Первый метод основан на показателях экономической, социальной, экологической и технологической эффективности. Результат применения перечисленных показателей позволяет проиллюстрировать

устойчивость производства сельскохозяйственных предприятий. Второй метод относится к наиболее распространенному способу определения эффективности – соотношение фактической прибыли и понесенных затрат того или иного предприятия. На основании двух методов применения интегральных показателей авторы резюмируют, что конкретное предприятие достигает лидирующих позиций в процессе производства вне зависимости от способа оценки. И дополняют вывод тем, что для повышения объективности результатов необходимо пользоваться несколькими способами определения эффективности.

По мнению авторов [16], для определения эффективности деятельности организации необходимо полагаться на комплексный показатель, в основе которого лежит метод средней геометрической. Несмотря на то, что исследователи не дают пояснения в пользу выбранного метода, на основании проделанной работы в выводе отмечают несколько преимуществ предлагаемого подхода: многогранность (учет основных показателей), оригинальность (отсутствие дублирования показателей), практическая применимость, автоматизация (возможность использования компьютерных средств).

Заключительным примером использования интегральных показателей является работа [17], в которой применяются современные подходы определения эффективности инновационной деятельности в целом, не только деятельности организаций инновационной инфраструктуры. Интегральные показатели используются для оценки бюджетного эффекта от применения нововведений как разница между суммой всех доходов и расходов, связанных с реализацией инноваций. Для дисконтирования интегрального показателя добавляется коэффициент приведения к расчетному году доходов и расходов бюджета на инновации, что позволит наблюдать динамику эффекта от применения нововведений.

Заметно, что большинство рассмотренных показателей оценки отражают финансовую сторону организации, также обращается внимание на показатели компетентности сотрудников, удовлетворенности клиентов и персонала, имиджевой стороны организации, в меньшей степени рассмотренные показатели отражают особенности деятельности организаций. В этой связи сфокусируем внимание на организациях, чья деятельность включает реализацию научно-исследовательских проектов и технологических разработок, и составим сводный перечень показателей оценки эффективности (табл. 2).

Таблица 2

Сводный перечень показателей оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры

№	Показатель	Тип показателя (количественный, качественный), ед. измерения
Финансовый		
1	Инвестиции в основной капитал	руб.
2	Завершенные технологические инноваций	шт.
3	Коммерциализация технологий	руб.
4	Чистая прибыль (убыток) от инноваций	руб.
5	Затраты на НИОКР	руб.
6	Фонды развития инициативных разработок	шт.
7	Расходы на модернизацию существующей продукции	руб.
Материально-технический		
8	Научно-исследовательские, проектно-конструкторские подразделения	шт.
9	Проекты по выполнению НИОКР	шт.
10	Основные и оборотные материалы активов	руб.
11	Современное оборудование	шт.
12	Внедренные объекты интеллектуальной собственности	шт.
Кадровый		
13	Потенциал сотрудников	у.е.
14	Обучение и развитие персонала	у.е.
15	Научно-исследовательские работники в общей численности персонала	чел.
16	Прирост производительности труда	время
Консультационный		
18	Инновационные товары, работы и услуги	шт.
19	Содействие генерации наукоемкого бизнеса	у.е.
20	Новые категории продуктов и/или услуг	шт.
Имиджевый		
21	Затраты на маркетинговые и организационные мероприятия	руб.
22	Завершенные маркетинговые инновации	шт.

Авторы данного исследования не претендуют на полноту классификации и отмечают, что некоторые исследователи используют идентичные или схожие по содержанию показатели, характерные как для инновационных организаций, так и для организаций, которые занимаются иными видами хозяйственной деятельности. Например, А.В. Тимерев в своей работе использует показатель «доля нематериальных активов» [18], в то время как А.А. Борисов обращает внимание на удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау [19]. В первом и во втором случае речь идет об объектах интеллектуальной собственности. Причинами индивидуального подхода по формированию показателей может быть особенность организации и/или авторское видение. Так, авторы В.В. Спицын и А.В. Бабкин, О.С. Ноговицына используют показатель «результативность», который в соответствующих работах [20, 21] интерпретируется по-разному, или используется такой показатель, как «эффект». Понятие эффекта характеризует превышение достигнутых результатов над затратами за определенный период времени. Ре-

зультат (эффект) деятельности инновационных организаций можно разделить на:

- экономический (объем отгруженной инновационной продукции, число реализованных инновационных проектов, прирост прибыли от инновационной деятельности);
- научно-технический (повышение научно-технического потенциала предприятий, накопление научного опыта, использование новых технологий);
- социальный (прирост доходов работников и улучшение условий труда за счет реализации инновационных проектов, повышение квалификации работников предприятия);
- экологический (обеспечение сертификации производства в соответствии с международными стандартами).

Важно заметить, что только часть эффектов может иметь адекватную количественную и качественную оценку. Кроме того, при оценке эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры необходимо учитывать прирост дохода в сравнении с аналогом и инфляционные процессы, происходившие в



Рис. 1. Количественные и качественные методы математического моделирования оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры.
Составлено авторами на основании анализа литературных источников

период разработки. Иными словами, учет динамических показателей является необходимой составляющей в процессе определения эффективности деятельности организаций, особенно организаций инновационной инфраструктуры, по причине быстрого темпа научно-технологического развития.

Методы моделирования оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры

На основании предыдущего раздела можно предположить, что методы оценки эффективности деятельности должны быть комплексными, т. е. учитывать как поддающиеся количественной оценке характеристики инновационной продукции и технологий, так и качественной. Так как эффективность инновационных процессов связана с высокими рисками, то каждый из показателей нужно рассматривать в динамике, сопоставлять их абсолютные или относительные приросты и сравнивать с ожидаемыми (прогнозируемыми) значениями. Экономика, как отдельно рассматриваемое научное направление, включает несколько разных способов по изучению количественных и качественных характеристик средствами статистических и других методов математического моделирования. Для построения прогнозных значений показателей эффективности и анализа тенденций их изменения также используют различные методы математического моделирования.

По результатам анализа выявлено, что существует большое количество научной, учебной и прикладной литературы, посвященной вопросам экономико-математического моделирования, среди которой встречаются методы/подходы как узкого, так и широкого диапазона применения. Одним из таких направлений является эконометрика, которая направлена на изучение количественных взаимосвязей экономических процессов и объектов посредством использования математического инструментария. Относительно методов исследования динамических показателей, сложно выделить главенствующий способ, однако можно условно разделить их на две группы: первая основана на решении разностных и дифференциальных уравнений, вторая – на статистических данных. Выбор одного из методов зависит от таких особенностей, как постановка проблемы исследования, сведения переменных (параметров) изучаемого объекта, возможность практического использования результатов. Учитывая вышесказанное, на рисунке 1 сгруппированы методы математического моделирования.

Несмотря на разнообразие методов, достаточно сложно выделить один способ, учитывающий весь необходимый перечень количественных и качественных характеристик при оценке эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры. Отсюда следует, что при оценке эффективности следует учитывать имеющуюся комплексность, предполагающую применение двух или более методов математического моделирования.

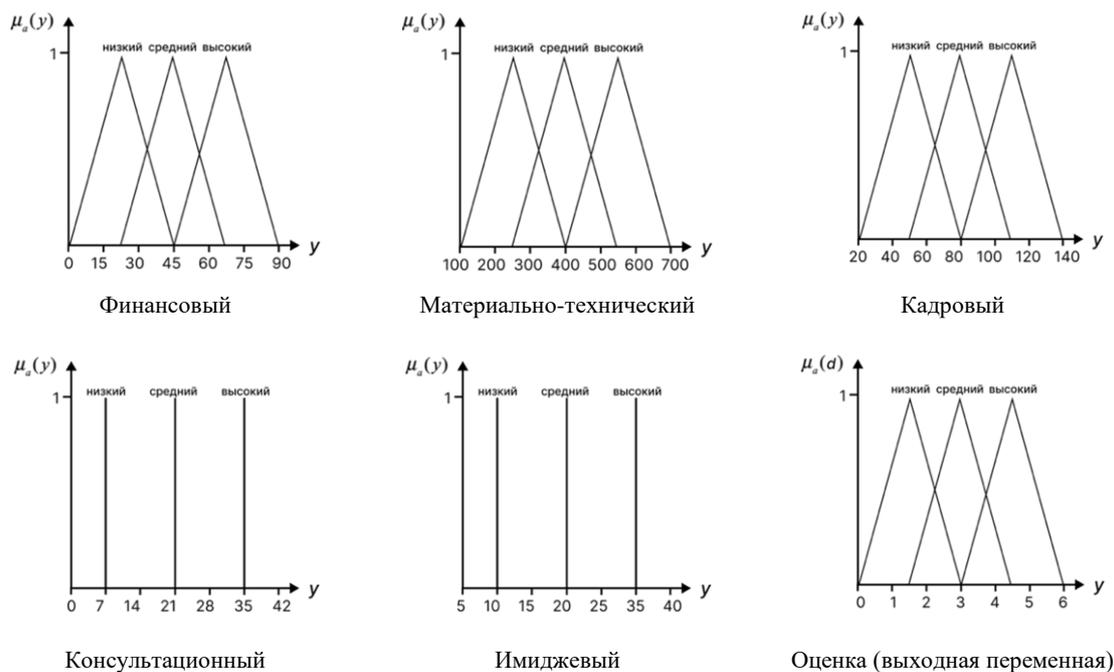


Рис. 2. Измерительные шкалы показателей оценки

Пример использования метода математического моделирования оценки

С точки зрения комплексности наиболее подходящим способом из рассмотренных выше является применение теории нечетких множеств и нечеткой логики [34–36]. Использование данного подхода позволяет учитывать как количественные, так и качественные показатели изучаемого объекта. Относительно других проанализированных способов стоит отметить, что эконометрические методы исследования могут быть использованы для оценки дополнительных показателей, а динамические способы применимы для прогноза интересующих значений.

На основании показателей таблицы 2 воспользуемся основными этапами нечеткой логики для математической формализации оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры. Процесс формализации начинается с построения измерительных шкал для каждой категории показателей используя алгоритмы нечеткого вывода. Измерительные шкалы имеют допустимые количественные и качественные показатели. В соответствии с существующей разницей алгоритмов Мамдани и Сугено [7] для показателя вида «Финансовый», «Материально-технический», «Кадровый» воспользуемся алгоритмом Мамдани, а для «Консультационный», «Имиджевый» – Сугено. Для выходной переменной, т.е. для оценки, используем алгоритм Мамдани. Результат отобразим в виде рисунка 2.

Следующим этапом формализации является формирование базы правил (таблица 3). На данном этапе лингвистические переменные сопоставляются с числовыми значениями. Под названием лингвистических переменных «Низкий», «Средний», «Высокий» понимается уровень качественной оценки показателя. В таблице 3 представлены возможные варианты сопоставления для 3 лингвистических переменных, максимальное количество которых равно 125.

В заключение находится итоговое значение оценки по формуле:

$$y_{ms} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^N d_i$$

где y_{ms} – допустимое числовое значение итоговой оценки в соответствии с разработанными шкалами; индекс ms означает, что для определения числовых значений показателей использованы алгоритмы Мамдани–Сугено; N – число показателей; d_i – выходные переменные i -го показателя, r – количество правил.

Несмотря на совокупное использование алгоритмов Мамдани и Сугено, которые позволяют повысить объективность моделирования, оценка может быть уточнена расстановкой приоритетов задействованных показателей и присвоением вспомогательных параметров. Отсюда следует, что следующим шагом по развитию направления исследования будет уточнение и обоснование выбора дополнительного способа математического моделирования с целью комплексной оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры.

Таблица 3

База правил переменных оценки

№	Финансовый		Материально-технический		Кадровый		Консультационный		Имиджевый		Оценка	
1	Низкий	0–45	Низкий	100–400	Низкий	20–80	Низкий	7	Низкий	10	Низкий	0–3
2	Низкий	0–45	Низкий	100–400	Средний	50–110	Низкий	7	Средний	20	Средний	1.5–4.5
3	Низкий	0–45	Средний	250–550	Низкий	20–80	Средний	21	Низкий	10	Низкий	0–3
4	Низкий	0–45	Средний	250–550	Средний	50–110	Средний	21	Средний	20	Средний	1.5–4.5
5	Низкий	0–45	Высокий	400–700	Средний	50–110	Высокий	35	Средний	20	Средний	1.5–4.5
6	Низкий	0–45	Высокий	400–700	Высокий	80–140	Высокий	35	Высокий	35	Высокий	3–6
7	Низкий	0–45	Высокий	400–700	Низкий	20–80	Высокий	35	Низкий	10	Низкий	0–3
8	Низкий	0–45	Средний	250–550	Высокий	80–140	Средний	21	Высокий	35	Высокий	3–6
9	Низкий	0–45	Низкий	100–400	Высокий	80–140	Низкий	7	Высокий	35	Высокий	3–6
10	Средний	22–67	Низкий	100–400	Низкий	20–80	Низкий	7	Низкий	10	Низкий	0–3
11	Средний	22–67	Низкий	100–400	Средний	50–110	Низкий	7	Средний	20	Средний	1.5–4.5
12	Средний	22–67	Средний	250–550	Низкий	20–80	Средний	21	Низкий	10	Низкий	0–3
13	Средний	22–67	Низкий	100–400	Высокий	80–140	Низкий	7	Высокий	35	Средний	1.5–4.5
14	Средний	22–67	Средний	250–550	Средний	50–110	Средний	21	Средний	20	Средний	1.5–4.5
15	Средний	22–67	Средний	250–550	Высокий	80–140	Средний	21	Высокий	35	Средний	1.5–4.5
16	Средний	22–67	Высокий	400–700	Средний	50–110	Высокий	35	Средний	20	Средний	1.5–4.5
17	Средний	22–67	Высокий	400–700	Низкий	20–80	Высокий	35	Низкий	10	Средний	1.5–4.5
18	Средний	22–67	Высокий	400–700	Высокий	80–140	Высокий	35	Высокий	35	Высокий	3–6
19	Высокий	45–90	Средний	250–550	Средний	50–110	Средний	21	Средний	20	Средний	1.5–4.5
20	Высокий	45–90	Средний	250–550	Низкий	20–80	Средний	21	Низкий	10	Средний	1.5–4.5
21	Высокий	45–90	Низкий	100–400	Низкий	20–80	Низкий	7	Низкий	10	Средний	1.5–4.5
22	Высокий	45–90	Низкий	100–400	Средний	50–110	Низкий	7	Средний	20	Средний	1.5–4.5
23	Высокий	45–90	Низкий	100–400	Высокий	80–140	Низкий	7	Высокий	35	Средний	1.5–4.5
24	Высокий	45–90	Высокий	400–700	Высокий	80–140	Высокий	35	Высокий	35	Высокий	3–6
...
125	Высокий	45–90	Высокий	400–700	Высокий	80–140	Высокий	35	Высокий	35	Высокий	3–6

Заключение

По итогам проведенного исследования обратим внимание на основные результаты.

1. Составленная классификация показателей эффективности деятельности организаций позволила определить их тип и отношение, а также сгруппировать по функциональному назначению. Такое уточнение способствовало формулировке представленного ниже определения и указало на собственное видение разных исследователей при выборе показателей измерения эффективности.

2. Проведенный анализ определений эффективности, перечня показателей и специфики организаций инновационной инфраструктуры позволил уточнить, что эффективность деятельности организаций инновационной инфраструктуры – это отношение между достигнутым результатом (например, завершенная технологическая инновация) и затраченными ресурсами (например, инвестиции в основной капитал).

3. Пример использования теории нечетких множеств и нечеткой логики показал, что результат оценки имеет основание для уточнения с помощью расстановки приоритетов показателей и других вспомогательных параметров, которые могут быть применимы для прогнозирования изменения эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры.

На основании перечисленных результатов можно сделать следующий вывод: в процессе оценки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры целесообразно задействовать не весь перечень показателей (рис. 1), а ограничиться несколькими, которые в наибольшей степени согласуются с особенностями конкретной организации. С точки зрения комплексности наиболее подходящим способом из рассмотренных выше является применение теории нечетких множеств и нечеткой логики. Использование данного раздела математики позволяет учитывать как количественные, так и качественные показатели изучаемого объекта. Относительно других способов стоит отметить, что эконометрические методы исследования могут быть действенным подспорьем в контексте исследования индивидуальных количественных показателей, а динамические способы применимы для прогноза интересующих значений. Это является дополнительной причиной, по которой теория нечетких множеств и нечеткая логика способна объединить разные по назначению способы оценки. Из всего вышесказанного следует, что сформированные показатели и предложенный раздел математики могут рассматриваться как основа оцен-

ки эффективности деятельности организаций инновационной инфраструктуры.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 28.09.2018) «Об утверждении Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года».
2. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р (ред. от 18.10.2018) «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года».
3. Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 (ред. от 15.03.2021) «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».
5. Федеральный закон от 29 июля 2017 г. № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
6. Закон Новгородской области от 27 октября 2017 года № 160-ОЗ «О технопарках и бизнес-инкубаторах на территории Новгородской области».
7. Соловьев Д.Б., Кузора С.С. Методика оценки инновационной деятельности посредством гибких алгоритмов // *Инновации*. 2019. № 6 (248). С. 11–20.
8. Соловьев Д.Б., Кузора С.С. Имитационное моделирование как метод исследования элементов инновационной деятельности // *Инновации*. 2020. № 7 (261). С. 65–72.
9. Борисов А.Б. Большой экономический словарь. М.: Книжный мир, 1999. 895 с.
10. Ахметшин А.А., Ибатуллин У.Г. Интегральный показатель для количественной оценки эффективности производственной деятельности в организации дополнительного профессионального образования // *Лидерство и менеджмент*. 2016. Т. 3. 4. С. 277–289. DOI: 10.18334/lim.3.4.37193.
11. Будько О.Н., Захарова В.С. Оценка эффективности производства зерновых по интегральному показателю // *Вестник Гродненского государственного университета им. Янки Купалы. Серия 5: Экономика. Социология. Биология*. 2019. Т. 9. 1. С. 35–42.
12. Доронина Ф.Х. Интегральный подход в комплексной оценке эффективности деятельности предприятия // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. 2017. № 1 (20). С. 40–47. DOI: 10.21777/2307-6135-2017-1-40-47.
13. Зюкин Д.А. Комплексная оценка эффективности производства зерна в сельскохозяйственных организациях как критерия их инвестиционной привлекательности // *Экономические науки*. 2020. № 182. С. 55–59. DOI: 10.14451/1.182.55.
14. Омеляновский В.В., Михайлов И.А., Лукьянцева Д.В. [и др.] Единая система и классификация показателей для интегральной оценки результативности и эффективности организации оказания медицинской помощи на уровне субъекта Российской Федерации

- Федерации. Фармакоэкономика // Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2022. Т. 15. 4. С. 442–451. DOI: 10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.151.
15. Стукало О.Г., Слепокурова Ю.И., Парутин А.А., Богомолов А.В. Сравнительная оценка методов расчета интегральных показателей эффективности деятельности отраслевых предприятий // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2007. № 4 (24). С. 203–207.
16. Шелковников С.А., Матвиенко С.Н., Афанасьева И.В. Модель комплексной оценки эффективности производственно-хозяйственной деятельности организации на основе интегрального показателя // Экономика и предпринимательство. 2015. № 2 (55). С. 446–449.
17. Яшин С.Н., Туккель И.Л., Кошелев Е.В., Макаров С.А., Коробова Ю.С. Оценка эффективности инновационной деятельности: Учебник. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2018. 409 с.
18. Тимерев А.В. Формирование комплексного механизма оценки эффективности инновационной деятельности предприятий: Дис. ... канд. эконом. наук. Н. Новгород, 2010. 138 с.
19. Борисов А.А. Оценка эффективности инновационной деятельности научно-образовательных центров: Дис. ... канд. эконом. наук. М., 2010. 119 с.
20. Спицын В.В., Монастырный Е.А. Оценка комплексной эффективности социально-экономических объектов // Экономическое возрождение России. 2014. № 2 (40). С. 68–74.
21. Бабкин А.В., Ноговицына О.С. Научно-методические аспекты оценки эффективности инновационной инфраструктуры промышленного комплекса региона // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2012. № 1 (139). С. 56–61.
22. Болодурина М.П., Коньшева К.А. Система показателей оценки эффективности деятельности предприятий в составе нефтегазового холдинга // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 3 (290). С. 48–59.
23. Еремина Г.А. Ключевые показатели эффективности как инструмент управления организацией // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7. 5 (30). С. 39.
24. Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. Составляющие эффективной деятельности предприятия. Эффективность деятельности предприятия // Российское предпринимательство. 2010. 7-2. С. 39–42.
25. Коган А.Б., Приставка А.Н. Анализ развития подходов к определению эффективности деятельности компании // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т. 19. 6 (501). С. 1173–1188.
26. Крюкова Т.М. Совершенствование системы оценки эффективности инновационной деятельности промышленных предприятий в современных условиях: Дис. ... канд. эконом. наук. 2009. 24 с.
27. Марамохина Е.В. Оценка эффективности и рисков инновационной деятельности промышленных предприятий: Дис. ... канд. эконом. наук. Н. Новгород, 2023. 168 с.
28. Мерзликина Е.М. Методология оценки эффективности деятельности организации (на примере отрасли печати): Дис. ... д-ра эконом. наук. М., 2008. 334 с.
29. Обухов О.В. К вопросу методологии типологизации характеристик эффективности предприятий реального сектора // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2015. № 3 (25). С. 5–10.
30. Усманова Г.Р. Оценка эффективности деятельности нефтеперерабатывающего предприятия // Вестник экономики и менеджмента. 2019. 3-4. С. 12–15.
31. Чистякова Н.О. Мониторинг и оценка эффективности функционирования инфраструктуры инновационной системы региона: Дис. ... канд. эконом. наук. Томск, 2008. 189 с.
32. Шмидт Ю.Д., Лимин Я. Анализ эффективности деятельности основных сельскохозяйственных предприятий региона // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2007. № 3 (43). С. 14–22.
33. Kaplan R.S., Norton D.P. The balanced scorecard – measures that drive performance // Harvard Business Review. 1992. P. 71–90.
34. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Information and Control. 1965. 8. P. 338–353.
35. Zadeh L.A. Fuzzy logic // IEEE Transactions on Computers. 1988. 4. P. 83–93.
36. Соловьев Д.Б., Кузора С.С. Нечеткое моделирование оценки элемента кластера // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2019. № 2 (54). С. 15–22.

THE USE OF MATHEMATICAL MODELING METHODS TO ASSESS THE EFFECTIVENESS OF ORGANIZATIONS OF INNOVATION INFRASTRUCTURE

S. S. Kuzora, E.B. Oleinik

Far Eastern Federal University

The purpose of this paper is to consider the methods of mathematical modeling for assessing the effectiveness of innovation infrastructure organizations. The object of the study is organizations whose activities are related to innovative development. The subject of the study is the indicators of efficiency of different types of activities in order to classify and further use them. Special attention in the work is paid to the analysis of modeling methods, on the basis of which the choice in favor of the theory of fuzzy sets and fuzzy logic is justified. As a concrete example, the assessment is modeled taking into account the previously formed indicators and the selected section of mathematics. According to the results of modeling it is concluded that the proposed approach has a reason to be considered as a way to assess the performance of innovation infrastructure organizations. In conclusion, it is noted that the proposed method of assessment will be supplemented with other methods of mathematical modeling in order to improve the objectivity of the results.

Keywords: innovative development, innovation infrastructure, efficiency indicators, efficiency assessment, quantitative and qualitative methods of efficiency assessment, mathematical modeling of innovation activity.