



Инструментарий выбора технологии как объекта трансфера в условиях многокритериальности

С.И. Кравченко¹
А.В. Мешков²
А.И. Киселева²

¹ Институт развития международного сотрудничества (Познань, Польша)

² Донецкий национальный технический университет

Аннотация

В статье проведен анализ особенностей развития малого и среднего предпринимательства (МСП) в условиях пандемии COVID-19. Выявлены негативные тенденции, связанные с диспропорциональностью отраслевой структуры бизнеса и низкой инновационной активностью предприятий. Рассмотрены ключевые меры государственной поддержки предпринимательства, предпринятые Правительством Российской Федерации в период 2020–2021 годов. Определена целесообразность стимулирования субъектов малого и среднего предпринимательства к участию в процессе трансфера технологий, на основании чего сформулирована основная цель исследования, связанная с формированием экономико-математического инструментария выбора технологии для дальнейшего внедрения в практику деятельности МСП. Обоснована целесообразность применения нечетко-множественного упрощенного метода анализа иерархий Саати при осуществлении выбора технологических решений из конечного числа имеющихся альтернатив с учетом интересов субъектов малого и среднего предпринимательства. Предложенный подход позволяет повысить степень обоснованности управленческих решений при сокращении объема метаматематических операций и снижении влияния субъективизма.

Ключевые слова: малое и среднее предпринимательство, государственная поддержка, трансфер, технология, многокритериальность, выбор, метод анализа иерархий.

Для цитирования:

Кравченко С.И., Мешков А.В., Киселева А.И. (2021). Инструментарий выбора технологии как объекта трансфера в условиях многокритериальности. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 12(3): 202–211. DOI: 10.17747/2618-947X-2021-3-202-211.

Toolkit for selecting technology as a transfer object under multi-criteria conditions

S.I. Kravchenko¹
A.V. Meshkov²
A.I. Kiseleva²

¹ Institute for the Development of International Cooperation (Poznan, Poland)

² Donetsk National Technical University

Abstract

The article analyzes the features of the development of small and medium-sized enterprises (SMEs) in the context of the COVID-19 pandemic. There revealed the negative trends associated with the disproportionality of the sectoral structure of the business and the low enterprises' innovative activity. The key measures of state support for entrepreneurship taken by the Government of the Russian Federation in the period 2020–2021 are considered. The expediency of stimulating small and medium-sized businesses to participate in the process of technology transfer is determined, based on which the main purpose of the study is formulated, associated with the formation of economic and mathematical tools for choosing a technology for further implementation in the practice of SMEs. The research substantiates the expediency of using the fuzzy-multiple simplified method of analysis of hierarchies by Saaty for choosing technological solutions from a finite number of available alternatives, taking into account the interests of small and medium-sized businesses. The proposed approach makes it possible to increase the degree of validity of management decisions by reducing the volume of metamathematical operations and reducing the impact of subjectivism.

Keywords: small and medium business, government support, transfer, technology, multicriteria, choice, hierarchy analysis method.

For citation:

Kravchenko S.I., Meshkov A.V., Kiseleva A.I. (2021). Toolkit for selecting technology as a transfer object under multi-criteria conditions. *Strategic Decisions and Risk Management*, 12(3): 202-211. DOI: 10.17747/2618-947X-2021-3-202-211. (In Russ.)

Введение

В контексте кризисных явлений в экономике, связанных с очередной волной распространения COVID-19, сама возможность выживания субъектов хозяйствования напрямую зависит от их способности адаптироваться к динамично меняющимся условиям, продуцировать и распространять идеи, направленные на погашение влияния негативных последствий изменения рынка, а также готовности стать реципиентом новых технологий в бизнесе. В значительной степени это относится к представителям малого и среднего предпринимательства (МСП), так как негативные последствия пандемии затронули подавляющее большинство компаний этого сектора. В результате опросов, проведенных Уполномоченным при Президенте Российской Федерации по защите прав предпринимателей, в 2020 году падение спроса коснулось 80% компаний МСП, при этом до настоящего момента спрос не восстановился у 52,6% из них, а оборот, по данным Росстата, за 2020 год снизился на 3,1 трлн руб. в сравнении с предшествующим периодом¹.

В условиях рецессии государством были приняты беспрецедентные меры поддержки бизнеса: так, государственную поддержку получили 42% предпринимателей, что позволило компенсировать резкое падение спроса во II квартале 2020 года. Однако тенденция роста спроса прервалась в конце 2020 года, и уже в I квартале 2021 года наблюдалось падение данного показателя на 13%², то есть с окончанием действия программ государственной поддержки положение малого и среднего бизнеса вновь ухудшилось. Вполне очевидно, что в подобной ситуации необходимость внедрения инновационных технологий, способных обеспечить устойчивое развитие субъектов предпринимательства, является безальтернативной.

Основываясь на предыдущих авторских исследованиях [Кравченко, Квилинский, 2016; Кравченко, 2019; Кравченко, Заниздра, 2019], учитывая большое количество исследований зарубежных ученых, проведенных в обозначенной сфере [Lee et al., 2012; Bozeman et al., 2015; Günsel, 2015; Kumar et al., 2015; Hsu et al., 2017; Aleinikova et al., 2020; Leal, 2020; Becker, Becker, 2021; Estep et al., 2021], а также принимая во внимание, что в условиях неустойчивого спроса, а также ограниченности ресурсов актуализируются вопросы повышения степени обоснованности управленческих решений (особенно в части выбора оптимальных вариантов дальнейшего развития), цель настоящей работы – предложить инструментальный выбор технологии как объекта трансфера для дальнейшего ее внедрения

в практику деятельности субъекта МСП на основе сравнительной оценки доступных технологических решений (в условиях многокритериальности).

1. Описание методологии исследования

По сути, выбор оптимального варианта технологии для последующего ее внедрения представляет собой процесс принятия решений в условиях многокритериальности. При этом существует достаточно широкий спектр соответствующих методик и подходов, которые в наиболее общем виде можно свести к трем основным группам (табл. 1).

Предложенная классификация не является исчерпывающей и лишь характеризует отдельные методы, проанализированные в работе для определения наиболее пригодного для целей выбора оптимальной технологии. При этом среди рассмотренных подходов особый интерес представляет метод анализа иерархий Т. Саати (далее МАИ) [Саати, 1989], который предназначен для решения многокритериальных задач с конечным множеством возможных альтернатив и критериев их отбора. Его применение основано на экспертной

Таблица 1
Характеристика основных методов решения многокритериальных задач
Table 1
Description of the main methods for solving multicriteria problems

| Группа | Название | Характеристика |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сведение к одному критерию | Метод главного критерия | Полагается, что с точки зрения принимающего решения один из критериев (главный) имеет существенно более высокий приоритет, чем все остальные, но с одной важной оговоркой: по остальным критериям вариант тоже не должен быть слишком плох |
| | Метод свертки | Предполагается введение некоторого обобщенного критерия, представляющего собой функцию на множестве отдельных показателей (обобщенный критерий позволяет упорядочить альтернативы по величине и выделить среди них наилучшую – аддитивные, мультипликативные, максиминные свертки) |
| Достижение компромисса между критериями | Метод последовательных уступок | Все частные критерии располагаются и нумеруются в порядке их относительной важности, затем поэтапно максимизируются критерии в порядке убывания их значимости с учетом установленной величины допустимого снижения значения вышестоящего критерия (оптимальной обычно считают любую стратегию, которая получена при решении задачи отыскания условного максимума последнего по важности критерия) |
| Ранжирование критериев по степени их значимости | Метод анализа иерархий | Предполагает поэтапное решение следующих взаимосвязанных частных задач: – построение иерархической структуры показателей (признаков); – оценивание значимости отдельных частных показателей для каждого уровня иерархии; – сравнение имеющихся альтернатив и выбор наилучшей из них |

Источник: составлено авторами на основе [Саати, 1989; Подиновский, 2019; Набатова, 2020].

¹ МСП/Постковид. Время для системных решений: Специальный доклад Уполномоченного при Президенте Российской Федерации по защите прав предпринимателей Президенту Российской Федерации. 2021. URL: <http://doklad.ombudsmanbiz.ru/2021/7.pdf>.

² Там же.

информации об относительной важности критериев в виде матрицы парных сравнений.

Следует отметить, что метод анализа иерархий Саати имеет качественные преимущества в сравнении с другими, поскольку позволяет гибко варьировать число и состав критериев, а также учитывать характеристики технологий, имеющие как количественную, так и вербальную оценку. Однако его процедура существенно усложняется трудоемкостью проведения попарных сравнений, особенно при значительном числе альтернатив (как в случае с задачей выбора технологии), и необходимостью проверки матриц попарных сравнений на совместность. Эти недостатки устраняются при использовании упрощенного МАИ, предложенного в работе В.Д. Ногина [Ногин, 2004].

Другим существенным недостатком указанного метода выступает высокая степень субъективизма, связанная с тем, что при выборе технологии используются оценки, выставленные одним или несколькими экспертами по предварительному согласованию, что снижает их объективность. Нивелировать данный эффект можно за счет использования методологической базы теории нечетких множеств [Артамонов и др., 2016].

2. Теоретическая и расчетная части

Согласно основным положениям национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», развитие МСП является одной из стратегических целей Российской Федерации. Указанный документ направлен на улучшение предпринимательского климата, а также повышение роли такого рода бизнеса в экономике (на период 2019–2024 годов) и предусматривает рост числа занятых в сфере МСП до 25 млн чел., увеличение доли этого сектора экономики до 32,5% в ВВП и до 10% в общем объеме несырьевого экспорта³. Достижение заданных стратегических ориентиров осложняется негативными последствиями распространения COVID-19. Так, по предварительным оценкам, доля МСП в ВВП Российской Федерации в 2020 году сократилась на 1% в сравнении с предшествующим периодом и составила 19,8%. При этом численность занятых в секторе восстановилась до уровня 2018 года и возросла с 26% в 2019 году до 27% в 2020-м. Однако эксперты отмечают риск снижения данного показателя в случае отсутствия необходимости сохранять число занятых по условиям поддержки. Малые и средние предприятия оказались наиболее чувствительны к негативному воздействию пандемии, что обусловлено их высокой концентрацией именно в тех отраслях экономики, которые испытали существенные изменения в объеме и структуре рыночного спроса и предложения (в РФ наибольшая доля субъектов МСП задействована в сфере оптовой и розничной торговли, и этот показатель вырос с 34,8%

в 2018 году до 41% в 2020-м)^{4,5}. Предприятия столкнулись с такими ключевыми проблемами, как падение объемов выручки, перебои в снабжении, сложности в обеспечении коммуникации, рост неопределенности и, как следствие, финансовая неустойчивость.

С учетом того, что малый бизнес является основой благосостояния населения, создавая значительное число рабочих мест и сглаживая эффекты социальной стратификации в обществе, государство сталкивается с острой необходимостью разработки эффективных мер поддержки этого сектора экономики. Так, Правительство РФ приняло ряд мер поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, занятых в сферах деятельности, наиболее пострадавших в условиях ухудшения ситуации в связи с распространением коронавирусной инфекции. Реализованы механизмы финансовой, имущественной, информационной и консультационной поддержки. Исследования эффективности мер государственной поддержки МСП подтверждают удовлетворительный результат предпринятых действий, указывая на значительную осведомленность субъектов хозяйствования о реализуемых программах и высокую интенсивность обращений.

Характерным является то, что большая часть предложенных мер направлена на компенсацию непредотвратимых потерь и не позволяет реализовать такое неоспоримое преимущество малых форм предпринимательства, как мобильность и гибкость, готовность к оперативной адаптации в быстро меняющихся условиях хозяйствования и переориентации деятельности. Следует отметить, что Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ к 2020 году предусматривала сокращение доли занятых в сфере торговли малых предприятий и рост числа МСП в области информационных услуг, науке, ЖКХ и, что особенно актуально, здравоохранении⁶. Таким образом, рациональная государственная политика в области поддержки малого бизнеса должна стимулировать структурные изменения в данном секторе и рост числа МСП, занятых в приоритетных отраслях.

Результаты ряда российских и международных исследований позволяют выделить такие актуальные направления деятельности, как профилактика распространения инфекций, диагностика заболевания, оценка больших массивов информации, адаптация к условиям карантина и самоизоляции, высокотехнологичные разработки. При этом в текущий момент в России и за рубежом по этим инновационным направлениям деятельности проводятся научно-исследовательские разработки, финансируемые как за счет средств государственного бюджета, так и частными инвесторами.

В подобных условиях актуализируются вопросы стимулирования трансфера технологий, который, согласно ГОСТ Р 57194.1–2016, представляет собой процесс передачи технологии и соответствующих прав на нее от передающей стороны к принимающей в целях последующего внедрения и использования, а сам процесс трансфера технологий включает такие этапы, как:

³ Паспорт национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» (утв. президентом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16). URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/65c7e743dffad1f3f3a8207e31a0d99/Passport_NP_MSP.pdf.

⁴ Малое и среднее предпринимательство в России. 2019: Статистический сборник. М.: Росстат, 2019.

⁵ МСП/Постковид. Время для системных решений...

⁶ О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-п // Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/.

- идентификация потребности в технологии, с одной стороны, и объекта продажи – с другой;
- оценка затрат, связанных с приобретением технологий;
- информационный поиск;
- сравнительный анализ, оценка уровня готовности и выбор технологии;
- переговоры между продавцом и покупателем технологии;
- заключение договора и передача технологии (либо иного результата интеллектуальной деятельности);
- использование технологии и мониторинг результатов⁷.

Действующее законодательство определяет категорию «технология» как выраженный в объективной форме результат научно-технической деятельности, который включает в себя в том или ином сочетании изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ или другие результаты интеллектуальной деятельности, подлежащие правовой охране в соответствии с действующим законодательством, и может служить технологической основой определенной практической деятельности в гражданской или военной сферах⁸. В ряде работ подчеркивается целесообразность рассмотрения технологии в качестве товара, который должен обладать такими свойствами, как наукоемкость и наличие конкурентных преимуществ в сравнении с другими имеющимися технологиями [Мрыхина, 2018].

Таким образом, кризисные условия функционирования МСП создают предпосылки для осознания потребности в постоянном поиске новых технологий, что обуславливает значимость обеспечения свободного доступа реципиентов к информации об актуальных инновационных технологиях, возможности получения финансовой поддержки, необходимой для организации внедрения новшества. Кроме того, передача технологии, разработанной за счет средств государственного бюджета, может сама по себе рассматриваться как один из инструментов государственной поддержки бизнеса.

Государственная цифровая платформа поддержки предпринимательства «Мой бизнес» обеспечивает доступ субъектов хозяйствования к консолидированной информации о системе закупок, доступных банковских продуктах и гарантиях, образовательных программах, программах финансовой, имущественной, консультационной, информационной и инновационной поддержки, в том числе к каталогу франшиз, большая часть из которых сосредоточена в сфере услуг. Однако на платформе отсутствует база технологических профилей, то есть запросов и предложений технических и технологических решений, адаптированных под специфику представителей сферы малого бизнеса. Получить доступ к этой информации можно на портале бизнес-навигатора МСП, а также на портале Российской сети трансфера технологий.

В условиях дефицита реального опыта и профессиональных навыков реализации инновационных проектов малые предприятия сталкиваются с рядом препятствий на пути внедрения новых технологий, начиная с момен-

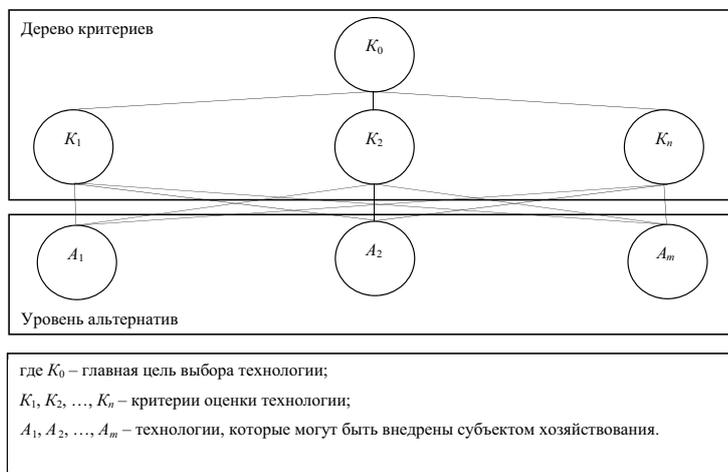
та обоснования выбора проекта, способного наиболее полно соответствовать интересам субъекта предпринимательства и удовлетворять имеющимся финансовым, трудовым и техническим ограничениям. Таким образом, разработка эффективного метода выбора технико-технологических и прочих решений для их дальнейшего внедрения в практику деятельности малых предприятий является актуальной научной задачей и заслуживает отдельного внимания.

В настоящей работе с целью осуществления выбора оптимальной технологии предлагается выполнение следующей последовательности действий:

- определение текущих целей деятельности субъекта МСП, достижению которых должно способствовать внедрение технологии;
- установление перечня технологических решений, которые могут быть применены в условиях конкретного субъекта хозяйствования;
- формирование группы экспертов, мнения которых будут учтены при принятии решений;
- обоснование перечня критериев отбора технологий;
- проведение каждым экспертом попарного сравнения имеющихся технологий по каждому критерию принятия решения;
- представление обобщенных результатов экспертных оценок всех задействованных специалистов в виде нечетких чисел;
- оценивание имеющихся альтернатив по МАИ;
- формулирование выводов о выборе оптимальной технологии с целью ее дальнейшего внедрения в практику деятельности предприятия на основе критерия максимизации оценки, полученной в результате проведенных расчетов.

В соответствии с методикой МАИ иерархия (граф специального вида) проблемы выбора технологии для МСП будет иметь следующий вид (рис. 1).

Рис. 1. Иерархия проблемы выбора технологии
Fig. 1. Hierarchy of the technology choice problem



Источник: составлено авторами на основе [Саати, 1989].

⁷ ГОСТ Р 57194.1-2016. Трансфер технологий. Общие положения. Введение. 2017.05.01. М.: Стандартинформ, 2020.

⁸ Там же.

Согласно рис. 1 достижение главной цели, обозначенной K_0 , то есть выбор оптимальной технологии, полностью определяется достижением критериев (K_1, K_2, \dots, K_n). Роль каждого критерия в достижении главной цели различна, что отражается в присвоении им различных весовых коэффициентов. При этом вес главной цели равен сумме весовых показателей критериев. Определение конечного набора оценочных критериев зависит от специфики субъекта предпринимательской деятельности, его стратегических целей и характеристики условий хозяйствования. Однако в наиболее общем виде их можно отнести к следующим группам:

- потребительские характеристики товаров или услуг, получаемых в результате внедрения технологии;
- анализ потенциального рынка (размер, динамика роста, основные сегменты, трудности выхода на рынок);
- оценка конкурентной среды;
- степень готовности технологии;
- правовая защищенность идеи;
- обеспеченность ресурсами.

На уровне альтернатив находятся точки (A_1, A_2, \dots, A_m), характеризующие варианты технологий, которые могут быть внедрены в практику деятельности малого предприятия. Линии, соединяющие альтернативы с критериями, указывают на то, что анализ технологий следует проводить с точки зрения степени их соответствия критериям.

Таким образом, определив вес каждого критерия относительно главной цели, а потом и вес каждой технологии с позиции каждого критерия, можно определить вес каждой технологии уже с позиции главной цели, используя операции иерархического взвешивания:

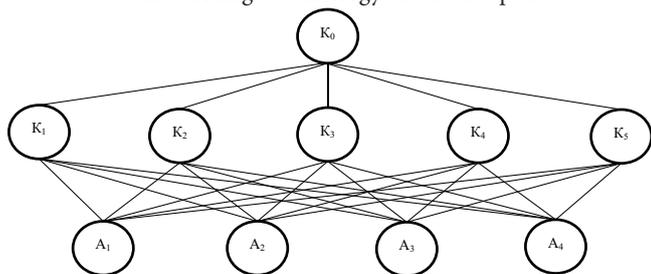
$$Vec(A^i) = Vec(A^i/K_1) \cdot Vec(K_1) + Vec(A^i/K_2) \cdot Vec(K_2) + \dots + Vec(A^i/K_n) \cdot Vec(K_n), \quad (1)$$

где i – номер альтернативы.

Технология с наибольшим весом с позиции главной цели и будет оптимальной [Саати, 1989].

Допустим, малое предприятие принимает решение о приобретении франшизы из числа тех, что рекомендованы на платформе «Мой бизнес», пользуясь перечнем критериев, приведенных выше. При этом на предварительном этапе отбора к рассмотрению были допущены четыре франшизы, каждая из которых предполагает оказание технических и технологических услуг населению, физическим и юридическим лицам, что совпадает со сферой деятельности малого предприятия (чтобы не раскрывать информацию, связанную с особенностями каждого варианта франшизы, и не нарушать

Рис. 2. Иерархия проблемы выбора технологии для предприятия
 Fig. 2. Hierarchy of the problem of choosing a technology for an enterprise



Источник: разработано авторами на основе [Саати, 1989].

авторских прав их собственников, условно назовем их технологии 1, 2, 3 и 4 соответственно). Для принятия решения малым предприятием была сформирована группа экспертов, включающая как сотрудников предприятия, так и сторонних специалистов. В данном случае иерархия проблемы выбора франшизы может быть представлена в виде графа на рис. 2.

Для значения веса альтернативы относительно главной цели сначала следует определить экспертным методом вес каждого критерия принятия решения относительно нее, после чего установить вес каждой технологии по отношению к каждому критерию.

Эксперту необходимо провести ряд попарных сравнений альтернатив, определяя по девятибалльной шкале (табл. 2) количественную оценку, которая будет указывать на относительное преимущество одной альтернативы над другой.

Таблица 2
 Шкала соотношений
 Table 2
 Ratio scale

| Степень важности | Определение | Пояснения |
|------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Равная значимость | Оба объекта вносят равный вклад в достижение цели |
| 3 | Слабая значимость | Незначительное преимущество одного объекта над другим |
| 5 | Существенная значимость | Значительное преимущество одного объекта над другим |
| 7 | Очевидная значимость | Преимущество одного объекта над другим очень сильное |
| 9 | Абсолютная значимость | Преимущество одного объекта над другим более чем очевидно |
| 2, 4, 6, 8 | Промежуточные значения | Промежуточный уровень между обозначенными состояниями |

Источник: [Саати, 1989].

Количественный результат попарных сравнений критериев с точки зрения главной цели представляется в виде матрицы попарных сравнений размерностью $n \times n$: $G_K = (K_{ij})$, ($i, j = 1, 2, \dots, n$).

Для представления экспертных оценок предлагается использовать аппарат теории нечетких множеств, который позволит минимизировать риск ошибки от субъективизма. Согласно теории экспертные мнения могут быть представлены в виде нечеткого числа ($L-R$)-типа.

Нечеткое толерантное число ($L-R$)-типа характеризуется функцией принадлежности, представленной в формуле (2):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} L\left(\frac{a_1 - x}{\alpha}\right), & a_1 - \alpha \leq x \leq a_1, \\ 1, & a_1 \leq x \leq a_2, \\ R\left(\frac{x - a_2}{\beta}\right), & a_2 \leq x \leq a_2 + \beta, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (2)$$

где $[a_1; a_2]$ – мода нечеткого толерантного числа ($L-R$)-типа, α – левый коэффициент нечеткости, β – правый коэффициент нечеткости.

Если допустить, что L и R компоненты функции принадлежности описанных выше нечетких чисел представлены прямыми линиями, то нечеткое толерантное число (L - R)-типа $A(a_1, a_2, \alpha, \beta)$ можно представить как нечеткое трапециевидное число (нечеткая четверка) $B(b_1, b_2, b_3, b_4)$ так, что:

$$\begin{cases} b_1 = a_1 - \alpha, \\ b_2 = a_1, \\ b_3 = a_2, \\ b_4 = a_2 + \beta. \end{cases} \quad (3)$$

Арифметика нечетких чисел базируется на принципах простых интервалов.

На практике результат оценки экспертов в виде нечеткого числа формируется следующим образом: эксперт оценивает значимость одной альтернативы по отношению к другой по шкале из табл. 2. По результатам опроса всех экспертов строится функция принадлежности, соответствующая конкретной четверке чисел, смысл которой состоит в следующем: степень значимости оцениваемой альтернативы находится в пределах от b_1 до b_4 , но наиболее вероятно она находится в пределах от b_2 до b_3 .

Согласно МАИ матрица попарных сравнений должна удовлетворять следующим требованиям:

- все элементы матрицы G_K не должны быть отрицательными: $a_{ij} > 0$ для всех номеров $i, j = 1, 2, \dots, n$;
- матрица G_K обратна симметрична: $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ для всех номеров;
- матрица G_K совместна, то есть равенства $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj} = \frac{a_{kj}}{a_{ki}}$ имеют место для всех номеров $i, j = 1, 2, \dots, n$;
- число n является максимальным собственным значением матрицы G и для единого (нормированного) вектор-столбца $W_K = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ с неотрицательными компонентами выполняется уравнение $G_K W_K = n W_K$.

Пользуясь схемой «сравнения с образцом» (в роли которого выступает первый объект сравнения) на базе количественно определенной экспертами степени преимущества или отставания каждого объекта относительно первого, построим матрицу, удовлетворяющую всем указанным условиям, для чего воспользуемся формулой:

$$a_{ij} = a_{i1} a_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{i1}}. \quad (4)$$

Так, в результате присвоения количественных оценок критериям принятия решения относительно главной цели получим нечеткую матрицу попарных сравнений (табл. 3).

Данную матрицу для осуществления дальнейших действий необходимо дефазифицировать (табл. 4).

Введем модифицированное репрезентативное число [Ахрамейко и др., 2002]:

$$R(x) = \sum_{i=1}^n \left(r_i \cdot \frac{x_1^{\alpha_i} + x_2^{\alpha_i}}{2} \right) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{\sum i} \cdot \frac{x_1^{\alpha_i} + x_2^{\alpha_i}}{2} \right), \quad (5)$$

где $R(x)$ – модифицированное репрезентативное число, $(x_1^{\alpha_i}, x_2^{\alpha_i})$ – i -й α -срез, r_i – весовой коэффициент i -го α -среза, i – номер α -среза, n – число α -срезов.

Ранжирование альтернатив (построение вектора приоритетов) проводится на основе главного собственного вектора дефазифицированной матрицы попарных сравнений.

Опираясь на упрощенный МАИ, предложенный Ногиным [Ногин, 2004], можно утверждать, что собственный вектор дефазифицированной матрицы G_K будет состоять из компонентов последнего столбца матрицы попарных сравнений, нормированных на сумму этих элементов. Данный вектор будет равен $W_K = (0,53; 0,17; 0,13; 0,1; 0,07)^T$.

Поскольку матрица построена по методу сравнения с образцом, то она изначально соответствует всем требованиям и не нуждается в проверке на согласованность. Но для дополнительной проверки точности расчетов можно определить показатель отношения согласованности (OC) как отношения индекса согласованности ($ИС$) к числу, соответствующему случайной согласованности матрицы того же порядка в процентах. Отношение согласованности не должно превышать 20%. Индекс согласованности определяется по формуле (6):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (6)$$

где λ_{\max} – максимальное собственное значение матрицы, n – порядок матрицы.

Для матрицы попарных сравнений (табл. 4) отношение согласованности составляет 5,65%.

Таблица 3
Матрица попарных сравнений критериев принятия решения
Table 3

Matrix of pairwise comparisons of decision criteria

| Критерий | K_1 – финансовые характеристики проекта | K_2 – потребительские характеристики товаров или услуг | K_3 – анализ потенциального рынка | K_4 – обеспеченность ресурсами | K_5 – степень готовности технологии и правовая защищенность идеи |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| K_1 – финансовые характеристики проекта | (1; 1; 1; 1) | (2; 3; 4; 5) | (3; 4; 5; 6) | (4; 5; 6; 7) | (6; 7; 8; 9) |
| K_2 – потребительские характеристики товаров или услуг | $(\frac{1}{5}; \frac{1}{4}; \frac{1}{3}; \frac{1}{2})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{3}{5}; 1; \frac{2}{3}; 3)$ | $(\frac{4}{5}; 1; \frac{1}{4}; 2; 3; \frac{1}{2})$ | $(1; \frac{1}{5}; 1; \frac{3}{4}; 2; \frac{2}{3}; 4; \frac{1}{2})$ |
| K_3 – анализ потенциального рынка | $(\frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4}; \frac{1}{3})$ | $(\frac{2}{6}; \frac{3}{5}; 1; 1; \frac{1}{3})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{2}{3}; 1; 1; \frac{1}{2}; 2; \frac{1}{3})$ | $(1; 1; \frac{2}{5}; 2; 3)$ |
| K_4 – обеспеченность ресурсами | $(\frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4})$ | $(\frac{2}{7}; \frac{1}{2}; \frac{4}{5}; 1; \frac{1}{4})$ | $(\frac{3}{7}; \frac{2}{3}; 1; 1; \frac{1}{2})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{6}{7}; 1; \frac{1}{6}; 1; \frac{3}{5}; 2; \frac{1}{4})$ |
| K_5 – степень готовности технологии и правовая защищенность идеи | $(\frac{1}{9}; \frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6})$ | $(\frac{2}{9}; \frac{3}{8}; \frac{4}{7}; \frac{5}{6})$ | $(\frac{1}{3}; \frac{1}{2}; \frac{5}{7}; 1)$ | $(\frac{4}{9}; \frac{5}{8}; \frac{6}{7}; 1; \frac{1}{6})$ | (1; 1; 1; 1) |

Источник: разработано авторами.

Таблица 4
Дефазифицированная матрица попарных сравнений критериев принятия решения
Table 4
Defuzzified matrix of pairwise comparisons of decision criteria

| Критерий | K_1 – финансовые характеристики проекта | K_2 – потребительские характеристики товаров или услуг | K_3 – анализ потенциального рынка | K_4 – обеспеченность ресурсами | K_5 – степень готовности технологии и правовая защищенность идеи |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| K_1 – финансовые характеристики проекта | 1,00 | 3,50 | 4,50 | 5,50 | 7,50 |
| K_2 – потребительские характеристики товаров или услуг | 0,31 | 1,00 | 1,49 | 1,80 | 2,42 |
| K_3 – анализ потенциального рынка | 0,23 | 0,87 | 1,00 | 1,33 | 1,80 |
| K_4 – обеспеченность ресурсами | 0,19 | 0,69 | 0,88 | 1,00 | 1,44 |
| K_5 – степень готовности технологии и правовая защищенность идеи | 0,14 | 0,49 | 0,63 | 0,76 | 1,00 |

Источник: разработано авторами.

Таблица 5
Матрица попарных сравнений альтернатив по каждому из критериев принятия решения
Table 5
Matrix of pairwise comparisons of alternatives for each of the decision criteria

| | A_1 – технология 1 | A_2 – технология 2 | A_3 – технология 3 | A_4 – технология 4 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| K_1 Критерий 1 «Финансовые характеристики проекта» | | | | |
| A_1 – технология 1 | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4})$ | $(\frac{1}{9}; \frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6})$ | $(\frac{1}{5}; \frac{1}{4}; \frac{1}{3}; \frac{1}{2})$ |
| A_2 – технология 2 | (4; 5; 6; 7) | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{4}{9}; \frac{5}{8}; \frac{6}{7}; 1\frac{1}{6})$ | $(\frac{4}{5}; 1\frac{1}{4}; 2; 3\frac{1}{2})$ |
| A_3 – технология 3 | (6; 7; 8; 9) | $(\frac{6}{7}; 1\frac{1}{6}; \frac{3}{5}; 2\frac{1}{4})$ | (1; 1; 1; 1) | $(1\frac{1}{5}; 1\frac{3}{4}; 2\frac{2}{3}; 4\frac{1}{2})$ |
| A_4 – технология 4 | (2; 3; 4; 5) | $(\frac{2}{7}; \frac{1}{2}; \frac{4}{5}; 1\frac{1}{4})$ | $(\frac{2}{9}; \frac{3}{8}; \frac{4}{7}; \frac{5}{6})$ | (1; 1; 1; 1) |
| K_2 Критерий 2 «Потребительские характеристики товаров или услуг» | | | | |
| A_1 – технология 1 | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5})$ | $(\frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4})$ | (3; 4; 5; 6) |
| A_2 – технология 2 | (5; 6; 7; 8) | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{5}{7}; 1; 1\frac{2}{5}; 2)$ | (15; 24; 35; 48) |
| A_3 – технология 3 | (4; 5; 6; 7) | $(\frac{1}{2}; \frac{5}{7}; 1; 1\frac{2}{5})$ | (1; 1; 1; 1) | (12; 20; 30; 42) |
| A_4 – технология 4 | $(\frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4}; \frac{1}{3})$ | $(\frac{1}{48}; \frac{1}{35}; \frac{1}{24}; \frac{1}{15})$ | $(\frac{1}{42}; \frac{1}{30}; \frac{1}{25}; \frac{1}{12})$ | (1; 1; 1; 1) |
| K_3 Критерий 3 «Анализ потенциального рынка» | | | | |
| A_1 – технология 1 | (1; 1; 1; 1) | (4; 5; 6; 7) | (5; 6; 7; 8) | $(\frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5})$ |
| A_2 – технология 2 | $(\frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{5}{7}; 1; 1\frac{2}{5}; 2)$ | $(\frac{1}{56}; \frac{1}{42}; \frac{1}{30}; \frac{1}{20})$ |
| A_3 – технология 3 | $(\frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5})$ | $(\frac{1}{2}; \frac{5}{7}; 1; 1\frac{2}{5})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{1}{64}; \frac{1}{49}; \frac{1}{36}; \frac{1}{25})$ |
| A_4 – технология 4 | (5; 6; 7; 8) | (20; 30; 42; 56) | (25; 36; 49; 64) | (1; 1; 1; 1) |
| K_4 Критерий 4 «Обеспеченность ресурсами» | | | | |
| A_1 – технология 1 | (1; 1; 1; 1) | (5; 6; 7; 8) | (4; 5; 6; 7) | $(\frac{1}{9}; \frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6})$ |
| A_2 – технология 2 | $(\frac{1}{8}; \frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{1}{2}; \frac{5}{7}; 1; 1\frac{2}{5})$ | $(\frac{1}{72}; \frac{1}{56}; \frac{1}{42}; \frac{1}{30})$ |
| A_3 – технология 3 | $(\frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4})$ | $(\frac{5}{7}; 1; 1\frac{2}{5}; 2)$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{1}{63}; \frac{1}{48}; \frac{1}{35}; \frac{1}{24})$ |
| A_4 – технология 4 | (6; 7; 8; 9) | (30; 42; 56; 72) | (24; 35; 48; 63) | (1; 1; 1; 1) |
| K_5 Критерий 5 «Степень готовности технологии и правовая защищенность идеи» | | | | |
| A_1 – технология 1 | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{1}{7}; \frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4})$ | (1; 2; 3; 4) | (3; 4; 5; 6) |
| A_2 – технология 2 | (4; 5; 6; 7) | (1; 1; 1; 1) | (4; 10; 18; 28) | (12; 20; 30; 42) |
| A_3 – технология 3 | $(\frac{1}{4}; \frac{1}{3}; \frac{1}{2}; 1)$ | $(\frac{1}{28}; \frac{1}{18}; \frac{1}{10}; \frac{1}{4})$ | (1; 1; 1; 1) | $(\frac{3}{4}; 1\frac{1}{3}; 2\frac{1}{2}; 6)$ |
| A_4 – технология 4 | $(\frac{1}{6}; \frac{1}{5}; \frac{1}{4}; \frac{1}{3})$ | $(\frac{1}{42}; \frac{1}{30}; \frac{1}{25}; \frac{1}{12})$ | $(\frac{1}{6}; \frac{2}{5}; \frac{3}{4}; 1\frac{1}{3})$ | (1; 1; 1; 1) |

Источник: разработано авторами.

Таблица 6
Дефазифицированная матрица попарных
сравнений альтернатив
по каждому из критериев принятия решения
Table 6
Defuzzified matrix of pairwise comparisons of alternatives
for each of the decision criteria

| | A_1 – техно- логия 1 | A_2 – техноло- гия 2 | A_3 – техно- логия 3 | A_4 – техно- логия 4 |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| K_1 Критерий 1 «Финансовые характеристики проекта» | | | | |
| A_1 – технология 1 | 1,00 | 0,19 | 0,14 | 0,31 |
| A_2 – технология 2 | 5,50 | 1,00 | 0,72 | 1,80 |
| A_3 – технология 3 | 7,50 | 1,44 | 1,00 | 2,42 |
| A_4 – технология 4 | 3,50 | 0,69 | 0,49 | 1,00 |
| K_2 Критерий 2 «Потребительские характеристики товаров или услуг» | | | | |
| A_1 – технология 1 | 1,00 | 0,16 | 0,19 | 4,50 |
| A_2 – технология 2 | 6,50 | 1,00 | 1,25 | 30,17 |
| A_3 – технология 3 | 5,50 | 0,89 | 1,00 | 25,67 |
| A_4 – технология 4 | 0,23 | 0,04 | 0,04 | 1,00 |
| K_3 Критерий 3 «Анализ потенциального рынка» | | | | |
| A_1 – технология 1 | 1,00 | 5,50 | 6,50 | 0,16 |
| A_2 – технология 2 | 0,19 | 1,00 | 1,25 | 0,03 |
| A_3 – технология 3 | 0,16 | 0,89 | 1,00 | 0,03 |
| A_4 – технология 4 | 6,50 | 36,67 | 43,17 | 1,00 |
| K_4 Критерий 4 «Обеспеченность ресурсами» | | | | |
| A_1 – технология 1 | 1,00 | 6,50 | 5,50 | 0,14 |
| A_2 – технология 2 | 0,16 | 1,00 | 0,89 | 0,02 |
| A_3 – технология 3 | 0,19 | 1,25 | 1,00 | 0,03 |
| A_4 – технология 4 | 7,50 | 49,67 | 42,17 | 1,00 |
| K_5 Критерий 5 «Степень готовности технологии и правовая защищенность идеи» | | | | |
| A_1 – технология 1 | 1,00 | 0,19 | 2,50 | 4,50 |
| A_2 – технология 2 | 5,50 | 1,00 | 14,67 | 25,67 |
| A_3 – технология 3 | 0,49 | 0,10 | 1,00 | 2,40 |
| A_4 – технология 4 | 0,23 | 0,05 | 0,63 | 1,00 |

Источник: разработано авторами.

Литература

- Ахрамейко А.А., Железко Б.А., Ксенович Д.В., Ксенович С.В. (2002). Обобщение метода анализа иерархий Саати для использования нечетко-интервальных экспертных данных. *Новые информационные технологии: материалы V междунар. науч. конф.* Минск, 29–31 октября 2002 г., 1: 217–222.
- Артамонов В.С., Лабинский А.Ю., Уткин О.В. (2016). Модификация нечеткого метода анализа иерархий. *Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России*, 4: 77–84.
- Кравченко С.И. (2019). Регулирование национальной инновационной системы в глобализационном аспекте. *Экономика промышленности*, 4(88): 58–74.
- Кравченко С.И., Занизра М.Ю. (2019). Типологизация базовых наднациональных инновационных систем. *Экономика промышленности*, 1(85): 5–29.
- Кравченко С.И., Квилинский А.С. (2016). Оптимизация конкурентоспособности инновационного проекта в условиях стратегической синергетизации. *Вестник экономической науки Украины*, 1(30): 70–77.

Аналогично находятся векторы матриц попарного сравнения альтернативных технологий по отношению к каждому из критериев принятия решений (табл. 5) (то есть векторы $W_{K_1}, W_{K_2}, \dots, W_{K_n}$ матриц $G_{K_1}, G_{K_2}, \dots, G_{K_n}$ соответственно).

Далее в табл. 6 производится дефазификация матриц попарных сравнений альтернативных технологий по выбранному перечню критериев их оценки.

Векторы приоритетов альтернатив, полученные для приведенных выше матриц, будут иметь следующий вид: $W_{K_1} = (0,06; 0,31; 0,43; 0,20)^T$, $OC_{K_1} = 5,41\%$; $W_{K_2} = (0,07; 0,49; 0,42; 0,02)^T$, $OC_{K_2} = 2,25\%$; $W_{K_3} = (0,13; 0,02; 0,02; 0,83)^T$, $OC_{K_3} = 1,90\%$; $W_{K_4} = (0,11; 0,02; 0,02; 0,85)^T$, $OC_{K_4} = 1,85\%$; $W_{K_5} = (0,12; 0,78; 0,07; 0,03)^T$, $OC_{K_5} = 4,08\%$.

Следующий шаг – определение вектора альтернатив относительно главной цели как результата умножения матриц, которые состоят из векторов $W_{K_1}, W_{K_2}, \dots, W_{K_n}$ на вектор W_K :

$$W = [W_{K_1} W_{K_2} \dots W_{K_n}] \cdot W_K \quad (7)$$

В результате умножения получаем вектор $W_{K_1} = (0,080; 0,311; 0,309; 0,301)^T$.

Технология, которой соответствует наибольший элемент полученного вектора, считается оптимальной. То есть в анализируемой ситуации в качестве лучшей можно выбрать технологию 2.

Заключение

В рамках проведенного исследования проанализированы ключевые негативные тенденции в развитии малого и среднего бизнеса в Российской Федерации, в том числе связанные с последствиями пандемии коронавирусной инфекции, а также меры его государственной поддержки, предпринятые в 2020–2021 годах. Обоснована целесообразность создания условий для участия субъектов предпринимательства в процессах трансфера технологий. Как результат в работе предложен метод выбора технологий для дальнейшего внедрения в практику деятельности малых предприятий, основанный на применении упрощенного метода анализа иерархий Саати, модифицированного за счет использования инструментария нечетких чисел для фазификации суждений экспертов. Такой подход позволяет предприятию сформировать обоснованное хозяйственное решение при сокращении объема метаматематических операций и снижении влияния субъективизма.

6. Мрыхина А.Б. (2018). *Трансфер технологий в системе стратегического развития университетов*. Дисс. на соиск. уч. ст. д.э.н: 08.00.04. Львов. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1344/dismrykhina1109.pdf>.
7. Набатова Д.С. (2020). *Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений*. М.: Юрайт.
8. Ногин В.Д. (2004). Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев. *Журнал вычислительной математики и математической физики*, 44(7): 1261–1270.
9. Подиновский В.В. (2019). *Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений*. М.: Наука.
10. Саати Т. (1989). *Принятие решений. Метод анализа иерархий* / пер. с англ. М.: Радио и связь.
11. Aleinikova O., Kravchenko S., Hurochkina V., Zvonar V., Brechko O. (2020). Improving public administration by block chain technologies. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, 13(4): 1824–1835.
12. Becker J., Becker A. (2021). Model of integration and cooperation of multi-criteria decision support methods. *Procedia Computer Science*, 192: 3740–3750.
13. Bozeman B., Rimes H., Youtie J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1): 34–49.
14. Estep J., Daim T., Shaygan A. (2021). R&D project evaluation: Technology transfer focus. *The Electricity Journal*, 34(2): 106904. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106904>.
15. Günsel A. (2015). Research on effectiveness of technology transfer from a knowledge based perspective. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 207: 777–785.
16. Hsu Ch.-H., Chang An.-Y., Luo W. (2017). Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs – integrating QFD and fuzzy MADM methods. *Journal of Cleaner Production*, 161: 629–645.
17. Leal J.E. (2020). AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method, *MethodsX*, 7: 100748. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.021>.
18. Lee S., Kim W., Kim Y.M., Oh K.J. (2012). Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. *Expert Systems with Applications*, 39(7): 6388–6395.
19. Kumar S., Luthra S., Haleem A., Mangla S.K., Garg D. (2015). Identification and evaluation of critical factors to technology transfer using AHP approach. *International Strategic Management Review*, 3(1–2): 24–42.

References

1. Ahramejko A.A., Zhelezko B.A., Ksenevich D.V., Ksenevich S.V. (2002). Generalization of the Saati hierarchy analysis method for using fuzzy interval expert data. *New information technologies: Materials of the V International scientific conference*. Minsk, October 29-31, 2002, 1; 217-222. (In Russ.)
2. Artamonov V.S., Labinskiy A.Yu., Utkin O.V. (2016). Modification of the fuzzy analytical hierarchy process. *Saint Petersburg University of the State Fire Service the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters*, 4: 77-84. (In Russ.)
3. Kravchenko S.I. (2019). Regulation of the national innovation system in the globalization aspect. *Economy of Industry*, 4(88): 58-74. (In Russ.)
4. Kravchenko S.I., Zanizdra M.Yu. (2019). Typology of basic supranational innovative systems. *Economy of Industry*, 1(85), 5-29. (In Russ.)
5. Kravchenko S.I., Kvilinskij A.S. (2016). Optimization of the competitiveness of an innovative project in the context of strategic synergy. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*, 1(30): 70-77. (In Russ.)
6. Mrykhina A.B. (2018). *Technology transfer in the system of strategic development of universities*. A dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of economic sciences in the specialty 08.00.04. Lvov. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1344/dismrykhina1109.pdf>. (In Ukrain.)
7. Nabatova D.S. (2020). *Mathematical and instrumental methods of decision support*. Moscow, Yurayt. (In Russ.)
8. Nogin V.D. (2004). A simplified version of the hierarchy analysis method based on nonlinear convolution of criteria. *Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 44(7): 1261-1270. (In Russ.)
9. Podinovski V.V. (2019). *Ideas and methods of the theory of the importance of criteria in multi-criteria decision-making tasks*. Moscow, Nauka. (In Russ.)
10. Saaty T. (1989). *Adoption of decisions. The method of analysis of hierarchies*, transl. from Eng. Moscow, Radio i svyaz'.
11. Aleinikova O., Kravchenko S., Hurochkina V., Zvonar V., Brechko O. (2020). Improving public administration by block chain technologies. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, 13(4): 1824-1835.
12. Becker J., Becker A. (2021). Model of integration and cooperation of multi-criteria decision support methods. *Procedia Computer Science*, 192: 3740-3750.
13. Bozeman B., Rimes H., Youtie J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1): 34-49.
14. Estep J., Daim T., Shaygan A. (2021). R&D project evaluation: Technology transfer focus. *The Electricity Journal*, 34(2): 106904. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106904>.
15. Günsel A. (2015). Research on effectiveness of technology transfer from a knowledge based perspective. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207: 777-785.

16. Hsu Ch.-H., Chang An-Y., Luo W. (2017). Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs - integrating QFD and fuzzy MADM methods. *Journal of Cleaner Production*, 161: 629-645.
17. Leal J.E. (2020). AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method, *MethodsX*, 7: 100748. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.021>.
18. Lee S., Kim W., Kim Y.M., Oh K.J. (2012). Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. *Expert Systems with Applications*, 39(7): 6388-6395.
19. Kumar S., Luthra S., Haleem A., Mangla S.K., Garg D. (2015). Identification and evaluation of critical factors to technology transfer using AHP approach. *International Strategic Management Review*, 3(1-2): 24-42.

Информация об авторах

Сергей Иванович Кравченко

Доктор экономических наук, профессор, Институт развития международного сотрудничества (Познань, Польша). SPIN-код РИНЦ: 8606-3176, Author ID: 110508, ORCID ID: 0000-0001-8391-0445, ResearcherID: E-1397-2017, Scopus Author ID: 57208315814.

Область научных интересов: инвестиционная и инновационная деятельность, национальные инновационные системы, управление наукой и образованием, управление изменениями.

sergey.iv.kravchenko@gmail.com

Андрей Витальевич Мешков

Кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики предприятия и инноватики, Донецкий национальный технический университет. SPIN-код: 2309-2226, Author ID: 831366, ORCID ID: 0000-0002-3415-4804, ResearcherID: A-9692-2016.

Область научных интересов: экономика предприятия, инвестиции и инновации в современной экономике.

andrew_mesh@rambler.ru

Александра Игоревна Киселева

Аспирант, Донецкий национальный технический университет. SPIN-код РИНЦ: 5392-1673, Author ID: 1066166, ORCID: 0000-0002-8121-0418.

Область научных интересов: инновационное развитие экономики, трансфер технологий, предпринимательство, государственное и муниципальное управление.

alexig.kiselyova@rambler.ru

About the authors

Sergey I. Kravchenko

Doctor of economic sciences, professor, Institute for the Development of International Cooperation (Poznan, Poland). SPIN-code: 8606-3176, Author ID: 110508, ORCID ID: 0000-0001-8391-0445, ResearcherID: E-1397-2017, Scopus Author ID: 57208315814.

Research interests: investment and innovation, national innovation systems, science and education management, change management.

sergey.iv.kravchenko@gmail.com

Andrey V. Meshkov

Candidate of economic sciences, associate professor, head of the Department of Enterprise Economics and Innovation, Donetsk National Technical University. SPIN-code: 2309-2226, Author ID: 831366, ORCID ID: 0000-0002-3415-4804, ResearcherID: A-9692-2016.

Research interests: enterprise economics, investment and innovation in the contemporary economy.

andrew_mesh@rambler.ru

Aleksandra I. Kiseleva

Postgraduate student, Donetsk National Technical University. SPIN-code: 5392-1673, Author ID: 1066166, ORCID: 0000-0002-8121-0418.

Research interests: innovative economic development, technology transfer, entrepreneurship, state management.

alexig.kiselyova@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 28.09.2021; после рецензирования 2.10.2021 принята к публикации 5.11.2021. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 28.09.2021; revised on 2.10.2021 and accepted for publication on 5.11.2021. The authors read and approved the final version of the manuscript.