

## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В МАЛОМ БИЗНЕСЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА

*Д.В. Стаханов<sup>1</sup>, Г.А. Шмидько<sup>2</sup>, Б.Б. Сатуев<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Таганрогский институт имени А.П. Чехова, г. Таганрог

<sup>2</sup> Колледж морского приборостроения, г. Таганрог

<sup>3</sup> Министерство образования и науки Чеченской Республики, г. Грозный  
dmit.stahanow@yandex.ru

**Аннотация.** Статья посвящена нечетко-множественному и интервальному подходам к моделированию неопределенности в рамках проблематики управления предприятием малого бизнеса. Рассмотрены узловые события зарождения и развития теории нечетких множеств, основные этапы становления и развития нечетко-множественного подхода как прикладной методологии в бизнес-среде.

В статье рассматриваются проблемы дальнейшей разработки инструментария (системы логистического обеспечения) поддержки процесса принятия решений в малом бизнесе на основе методов нечеткой логики, обеспечивающих эффективность принимаемых решений в условиях неопределенности и риска на принципах логистики.

Гипотеза, выдвигаемая в статье, состоит в том, что дальнейшее развитие поддержки принятия управленческих решений на основе экспертных систем (ЭС) может быть обеспечено через реализацию нового подхода к построению логистической системы представления решаемых задач путем модификации базы знаний в двухуровневую систему (методико-аналитический и экспериментальный уровни). Новизна подхода заключается в изменении концепции формирования и предоставления данных, необходимых для принятия управленческих решений, на основе изменения логической структуры и представления решаемых задач посредством логистического инструментария. Эффективная аналитическая поддержка принятия управленческих решений в малом бизнесе требует реализации нового подхода и новых требований к инструментарию логистического менеджмента. Требуется в определенной степени стандартизация применяемых инструментальных средств для решения управленческих задач.

В статье предусматривается изложение практических аспектов функционирования базы прикладных управленческих решений в рамках нового понимания структуры базы знаний экспертных систем для логистического менеджмента. Результаты исследования, представленные в статье могут быть непосредственно использованы для создания отдельных модулей ЭС в целях поддержки принятия управленческих решений менеджментом малого бизнеса: «Банка данных (накопленных знаний)» и как основу структурирования базы знаний в модуле «Инженерии знаний» для формирования соответствующей системы логистического обеспечения.

**Ключевые слова:** логистическая система, логистическое обеспечение, экспертные системы, управленческие решения, малый бизнес, среда неопределенности и риска.

В сфере экономики и управления экономическими системами, в том числе предприятиями, проблема неопределенности принадлежит категории фундаментальных. Наличие неопределенности при подготовке управленческих решений предопределяет систематический риск неэффективного (нерезультативного) управления, когда поставленные цели оказываются не достигнутыми. Отсюда рациональное управление предприятием любого масштаба, ориентированное на обеспечение его дальнейшего существования и прибыльности, должно основываться на обязательном учете факторов неопределенности

и риска. Теория нечетких множеств уже много десятилетий используется ведущими финансовыми учреждениями мира для решения вопросов управления в среде неопределенности и риска, что позволяет им значительно повысить точность не только экспертных оценок экономических явлений, но и в целом повысить эффективность стратегического менеджмента, обеспечив таким образом дополнительную прибыль.

Дальнейших разработок требуют как учебные материалы и работа по дальнейшей популяризации алгоритма, так и доступность программных средств с элементами нечеткой логики для анали-

за экономических явлений и процессов, в том числе открытого программного обеспечения (open source).

Целью данной публикации является обобщающий обзор исторических, концептуальных и инструментальных аспектов теории нечетких множеств и интервального анализа как новейших подходов к формализованному учету неопределенности в управлении предприятием с последующей разработкой модели использования теории нечеткой логики для принимаемых решений и применением инструментария логистики.

**Современное состояние и основные направления исследований по данной проблеме в мировой науке.** На протяжении длительного исторического периода статус эксклюзивного научного подхода к количественному моделированию неопределенности принадлежал теории вероятностей. Предмет теоретико-вероятностной методологии составляет неопределенность, которая интерпретируется как стохастичность или случайность. Сферой действия классической (традиционной) теории вероятностей выступают массовые, однородные явления, которые характеризуются так называемой статистической устойчивостью [1]. При решении многих вопросов в рамках управления предприятием, и прежде всего тех, что касаются инновационной и инвестиционной деятельности, информационная ситуация, с которой сталкивается заинтересованное лицо (субъект принятия решения, эксперт) не соответствует правилам применения вероятностно-статистических методов [1]. Результатом исследований, направленных на преодоление разрыва между потенциалом традиционной теории вероятностей, которая опирается на частотно-статистическую методологию, и структурой неопределенности, свойственной практическим экономическим реалиям, стало создание концепции так называемых субъективных вероятностей, которые не имеют частотной основы, а трактуются как степень уверенности или веры субъекта управления. Логическая корректность процедуры нахождения субъективных вероятностей обеспечивается наличием специального математического аппарата, который сегодня содержит в своем составе несколько групп методов [2].

Кроме теории субъективных вероятностей во второй половине прошлого века почти одновременно и независимо друг от друга было предложено еще два подхода к моделированию

неопределенности, одной из важных сфер практического использования которых стала проблематика управления в экономике и бизнесе. Речь идет о теории нечетких множеств и интервальном анализе [3]. В настоящее время на уровне проблематики управления предприятием использование указанных подходов получило заметное развитие в отношении задач стратегического анализа, бюджетирования, финансового анализа, экономического обоснования инвестиционных проектов, оптимизации финансовых инвестиций и др.

Концепция нечеткого множества послужила мощным импульсом для фундаментальных и прикладных исследований, в рамках которых за небольшой срок были получены обобщения основных понятий классических (традиционных) теорий множеств, логики, а также арифметики. Дальнейшие исследования на основе идеи формализации нечеткости, осуществленные самим Л.А. Заде, а также другими учеными, привели к появлению и развитию спектра новых теоретических направлений и подходов, которые в своей совокупности произвели парадигмальный сдвиг во многих научных областях. В системах, сложность которых превышает некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти взаимоисключающими характеристиками [4].

Другим направлением практической реализации нечетко-множественного подхода в экономике, бизнесе и финансах является разработка и использование компактных и простых для освоения компьютерных программ, аналитико-инструментальный потенциал которых связан с аппаратом нечеткой арифметики и смежных с ней составляющих теории нечетких множеств. Одним из наиболее показательных представителей программного обеспечения данного класса является программа *FuziCalc*, созданная американской компанией "FuziWare". Функционально указанная программа представляет собой табличный процессор, то есть совокупность электронных таблиц. Он позволяет проводить расчеты как с точными, так и с нечеткими данными [5]. В настоящее время существует ряд программных продуктов для бизнеса, которые позволяют работать с нечеткими множествами. Алгоритмы их работы являются скрытыми от пользователя. Самыми популярными программами являются: *CubiCalc*, *RuleMaker*, *FuziCalc* [6].

Также чрезвычайно удачными информационно-аналитическими системами для компаний являются следующие программные продукты, разработанные компанией "Inex-FT": Fuzzy for Excel – расширяет возможности стандартного Excel для обработки нечетких чисел; Expert Professional Master – один из самых мощных аналитических продуктов компании, который является многофункциональной средой, в рамках которой можно без программирования решать задачи оценки, прогнозирования, классификации (кластеризации) из любых предметных областей. Это специализированный программный комплекс для решения задач сетевого планирования и управления проектами в условиях неопределенности, когда неточно известно начало, продолжительность и объем работ, количество выделенных ресурсов и их расходование, параметры финансирования и другие величины; scikit-fuzzy – специализированная библиотека языка программирования Python [7].

Оптимальным для многих управленцев выступает Fuzzy for Excel (FE), расширение, устанавливаемое в качестве сверхкомплекта к стандартному Excel, что позволяет оперировать числовыми величинами, точные значения которых не определены, но относительно их порядка и/или характера имеются экспертные соображения. При этом анализ чисел происходит не в одном, а в двух измерениях: на числовой оси и на оси уверенности (риска) [8].

Также нечеткие множества можно применять и в Data-Mining или OLAP-системах. В таком случае возникает проблема накопления (хранения) нечетких данных. Для создания нечетких баз данных целесообразно применить следующий подход: в качестве основы следует избрать реляционную модель. Преимуществом реляционного подхода является представление информации в виде отношений, что дает возможность применить методы прикладной алгебры и нечеткой логики к задачам проектирования нечеткой базы данных и приблизить модель данных к профессиональному языку эксперта [9].

Принятие управленческих решений предлагается осуществлять с применением инструментария логистического менеджмента на основе экспертных (информационно-аналитических) систем, которые при использовании становятся элементами соответствующей системы логистического обеспечения.

Предлагаемый модуль экспертизы содержит интерфейсный модуль, а также модули прямого и обратного вывода. Интерфейсный модуль используется для «прямого» взаимодействия пользователя и экспертной системы, которая на основе полученных данных о хозяйственной деятельности предприятия, может рекомендовать варианты управленческих решений. При создании конкретной экспертизы можно задавать как отдельные ее параметры, так и «комплекс» экономических показателей, чем больше показателей, тем больше вариативность принимаемых управленческих решений. Взаимодействие предлагаемых блоков осуществляется на принципах комплексности, полноты, конкретности и оптимальности, т.е. на принципах логистического менеджмента.

Также был разработан блок объяснения результатов экспертизы, который имеет в своем составе интерфейсный блок и процессор «объяснения». Соответствующие протоколы вывода результатов данных позволяют любому пользователю наглядно представить результаты анализа, а также рекомендации по устранению «проблемных» точек и информацию о направлениях развития.

Структура ЭС (экспертной системы) включает следующие основные блоки: редактор базы данных ЭС, блок выполнения экспертизы, блок объяснения результатов экспертизы. Далее предлагается следующая структура «Модуля экспертизы ЭС» для принятия управленческих решений в бизнес-среде (рис. 1). Предложенный подход к анализу данных и выработке экспертных решений по функционированию бизнеса позволяет создать продукт нового поколения, соединяющий экономический анализ, информационные технологии и переводящий управленческие решения из интуитивного процесса в инженерию знаний на принципах рациональности и оптимальности. При явных преимуществах представленной модели (рис. 1) – способности анализировать постоянные изменения в бизнес-среде и принимать соответствующие управленческие решения, имеющие несколько сценариев развития, – имеются и недостатки, которые необходимо устранить, независимо от разрабатываемых моделей логистического менеджмента.

Предлагается применять системы и методы нечеткой логики, которые формализуют представленные разрозненные данные и помогают предусмотреть вариации (изменения) внешней

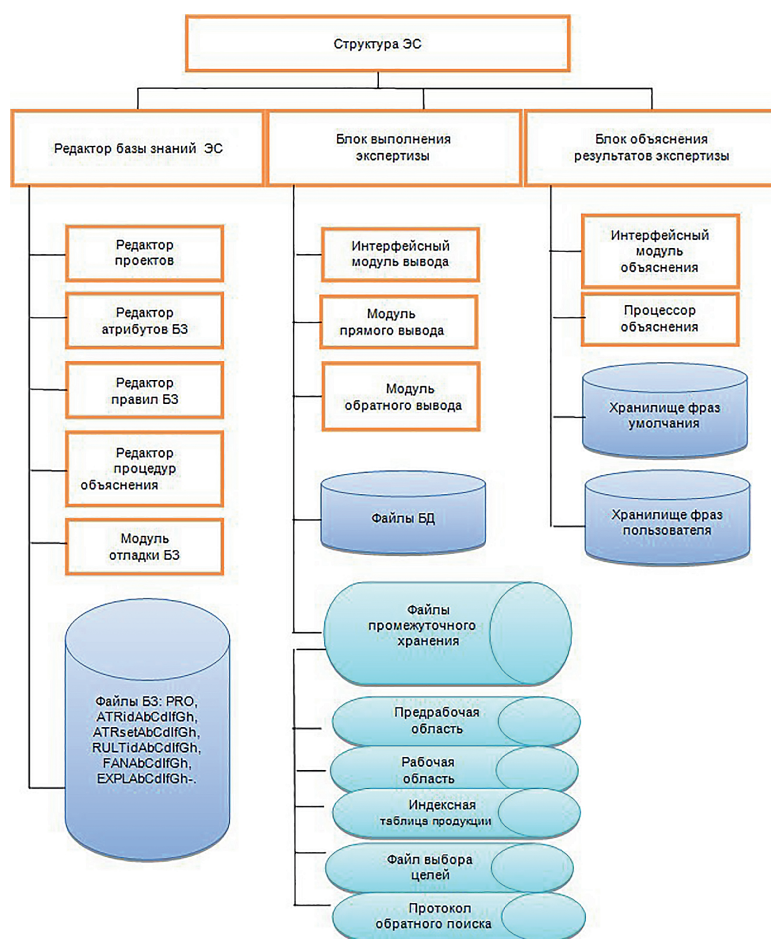


Рис. 1. Структура «Модуля экспертизы ЭС» при принятии управленческих решений в среде неопределенности (составлено авторами)

среды. В зависимости от предполагаемого уровня риска, выделяется объект контроля на предприятии, который анализируется с применением логистического инструментария и в соответствии со сложностью решаемых задач формируется управленческое решение на принципах логистики при последовательном использовании моделей.

Эффективное применение информационно-аналитических систем «эксперты – ЭС» на базе Fuzzy Logic Toolkit для решения управленческих задач предполагает структурирование предметной области на основе группировки поля управленческих задач с целью поиска, выявления и стандартизации управленческих задач [10]. Учитывая структурное представление, необходимым звеном, способствующим развитию и продвижению ЭС, может стать разработка систематизированного банка данных – прикладных управленческих решений, методов внедрения и моделей принятия решений. Развитие поддержки принятия управленческих решений достигается на базе расшире-

ния функциональной структуры ЭС в виде сервисов поддержки, адаптации функциональности к конечному пользователю – менеджменту организаций. Эффективная аналитическая поддержка принятия управленческих решений требует внедрения нового подхода и новых требований к процессам информационного управления на предприятии, основанных на соответствующем экономико-математическом и логистическом инструментарии.

#### Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. В плоскости инвестиционного анализа и бизнес-планирования одним из самых весомых достижений теории нечетких множеств следует считать введение нечетких чисел и разработку аппарата нечеткой арифметики. Их использование дает возможность осуществлять весь объем аналитической работы и финансово-экономических вычислений относительно конкрет-

ных задач в указанных сферах на уровне нечеткомножественных описаний, начиная от оценки начальных параметров и заканчивая нахождением и анализом результирующих показателей.

2. Несмотря на описанные преимущества, применение нечеткой логики имеет и ряд недостатков. Самым главным из них является процесс дефазирования-присвоения аналитиком значению определенной величины. Например, предположение, что при некоторых вычислениях диапазон чисел от 0 до 0,2 характеризуется низким уровнем риска, 0,2–0,7 – средним, 0,7–1 высоким.

Таким образом, на выходе модели появляется своеобразный фактор субъективности. Именно за это данную теорию ученые в США на заре ее появления жестко критиковали. Но несмотря на это, теория нечетких множеств всё же является мощным инструментом повышения точности экспертных оценок. Также данный подход можно использовать не только для повышения адекватности модели дерева решений, но и для оперативного, стратегического планирования или прогнозирования.

3. В настоящее время теория нечетких множеств и интервальный анализ образуют математический базис мощных подходов к моделированию неопределенности, которая не может быть описана с помощью традиционных вероятностно-статистических методов. Методы и модели на основе указанных теорий находят свое успешное применение в решении широкого круга задач по управлению предприятием. В целом же значение как теории нечетких множеств, так и интервального анализа выходит далеко за рамки чисто экономической проблематики.

Несмотря на свою относительную непродолжительность, исторический путь, пройденный каждым из освещенных в работе теоретических подходов, характеризуется содержательной насыщенностью и предполагает выделение определенных этапов их становления и развития. Вместе с тем дальнейшее формирование и развитие рассмотренных в исследовании методологий продолжает представлять большой научный и практический интерес.

#### Список литературы

1. Заде Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании и конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем // Новости искусственного интеллекта. № 2–3. 2001. (44–45). С. 7–15.
2. Алиев М.И., Алиев И.М., Исаева Э.А. Флуктуации с точки зрения теории нечетких множеств Л. Заде // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 2. С. 70–75.
3. Шноль С.Е. Флуктуации в макросистемах // УФН. 1998. Т. 168. № 10. С. 1129–1140.
4. Kosko B. Neural Networks and Fuzzy Systems: a Dynamical Systems Approach To Machine Intelligence. Prentice-Hall, 1992.
5. Chan, D.Y. Application of extent analysis method in fuzzy ANP // European Journal of Operation Research. 1996. No. 95. P. 649–655.
6. Lee, J.W. and Kim, S.H. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection // Computers & Operations Research. 2000. No. 27. P. 367–382.
7. Кочубей Н.А. Модели принятия решений на основе нечетких множеств // Экономический анализ: теория и практика. 2010. Т. 9. Вып. 17. С. 63–68.
8. Перепелица Д.Г. Изучение возможностей практического использования модели оптимизации инвестиционного портфеля с применением нечетких множеств на российском финансовом рынке // Интернет-журнал «Науковедение». Т. 8. 2016. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/97EV516.pdf>.
9. Стаханов Д.В., Целых А.Н., Целых Л.А., Сергеев Н.Е. К вопросу об адаптации экспертных систем для поддержки принятия решений прикладных управленческих задач // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 8 (157). С. 185–193.
10. Целых А.Н., Целых Л.А., Причина О.С. Методы нечеткой логики в управлении производственными процессами // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 1 (150). С. 111–119.

---

TO THE ISSUE OF FORMALIZING THE SYSTEM OF LOGISTIC SUPPORT IN SMALL  
BUSINESS UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY AND RISK

---

*D.V. Stakhanov<sup>1</sup>, G.A. Shmidko<sup>2</sup>, B.B. Satuev<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Taganrog A.P. Chekhov Institute (branch) "Russian State University of Economics (RSEU)"; dmit.stahanow@yandex.ru

<sup>2</sup> Taganrog College of Marine Instrumentation; genshmid@mail.ru

<sup>3</sup> Ministry of Education and Science of the Chechen Republic; moin.chr@mail.ru

---

**Abstract.** The article is devoted to the fuzzy-multiple and interval approaches to modeling uncertainty in the framework of small business enterprise management. The key events of origin and development of fuzzy sets theory, main stages of formation and development of fuzzy-multiple approach as an applied methodology in business environment are considered. The article considers the problems of further development of tools (logistics support system) to support decision-making in small businesses based on methods of fuzzy logic, ensuring the effectiveness of decisions under uncertainty and risk on the principles of logistics. The hypothesis put forward in the article is that further development of management decision support based on expert systems (ES) can be provided through the implementation of a new approach to building a logistics system of representation of the tasks to be solved by modifying the knowledge base into a two-tier system (methodical-analytical and experimental levels). The novelty of the approach is to change the concept of formation and provision of data necessary for making management decisions, based on changes in the logical structure and representation of the tasks to be solved by means of logistic tools. Effective analytical support of managerial decision-making in small business requires the implementation of a new approach and new requirements for logistics management tools. To a certain extent, standardization of applied tools for solving managerial tasks is required. The article envisages the presentation of practical aspects of functioning of the applied management decision base as part of a new understanding of the structure of the knowledge base of expert systems for logistics management. The results of the study presented in the article can be directly used for the creation of separate modules of ES for the purpose of support of managerial decisions by small business management: "Data Bank (accumulated knowledge)" and as the basis of structuring the knowledge base in the module "Knowledge Engineering" to form the appropriate system of logistics support.

**Keywords:** logistics system, logistics support, expert systems, management decisions, small business, uncertainty and risk environment.

#### References

1. Zade L.A. Rol' mjagkih vychislenij i nechetkoj logiki v ponimanii i konstruirovanii i razvitii informacionnyh intellektual'nyh sistem. *Novosti iskusstvennogo intellekta*. No. 2–3. 2001. (44–45). P. 7–15. (In Russian).
2. Aliev M.I., Aliev I.M., Isaeva Je.A. Fluktuacii s tochki zrenija teorii nechetkih mnozhestv L. Zade. *Iskusstvennyj Intellekt i prinjatje reshenij*. 2009. No. 2. P. 70–75. (In Russian).
3. Shmol' S.E. Fluktuacii v makrosistemah. *Uspekhi fizicheskikh nauk*. 1998. Vol. 168. No. 10. P. 1129–1140. (In Russian).
4. Kosko B. *Neural Networks and Fuzzy Systems: a Dynamical Systems Approach To Machine Intelligence*. Prentice-Hall, 1992.
5. Chan, D.Y. Application of extent analysis method in fuzzy AHP *European Journal of Operation Research*. 1996. No. 95. P. 649–655.
6. Lee, J.W. and Kim, S.H. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection *Computers & Operations Research*. 2000. No. 27. P. 367–382.
7. Kochubej N.A. Modeli prinjatija reshenij na osnove nechetkih mnozhestv. *Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika*. 2010. Vol. 9. Iss. 17. P. 63–68. (In Russian).
8. Perepelica D.G. Izuchenie vozmozhnostej prakticheskogo ispol'zovanija modeli optimizacii investicionnogo portfelja s primeneniem nechetkih mnozhestv na rossijskom finansovom rynke. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*. Vol. 8. 2016. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/97EV516.pdf> (In Russian).
9. Stakhanov D.V., Celyh A.N., Celyh L.A., Sergeev N.E. K voprosu ob adaptacii jekspertnyh sistem dlja podderzhki prinjatija reshenij prikladnyh upravlencheskih zadach [About the of adaptation of expert systems to decision support in applied management problems]. *Izvestija Juzhnogo federal'nogo universiteta. Tehnicheskie nauki. Tehnologicheskij institut*, Taganrog, 2014. No. 8 (157). P. 185–193. (In Russian).
10. Celyh A.N., Celyh L.A., Prichina O.S. Metody nechetkoj logiki v upravlenii proizvodstvennymi processami. *Izvestija Juzhnogo federal'nogo universiteta. Tehnicheskie nauki*. 2014. No. 1 (150). P. 111–119. (In Russian).