

DOI: 10.18721/JE.10313
УДК 338:502.131

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАРИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

А.В. Веретёхин, В.М. Ячменева

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь,
Республика Крым, Российская Федерация

Основные сложности при определении уровня защищенности организаций связаны с выбором предпочтительных методологий, их адаптацией под решаемые задачи, выработкой оптимальных алгоритмов, подбором факторной базы. Статья посвящена оценке эколого-экономической безопасности на примере промышленных предприятий Республики Крым. На основе статистических данных о состоянии региональной и отраслевой экономики рассмотрены показатели и основные тенденции развития крымских машиностроительных предприятий. В процессе исследования отмечено существенное взаимное влияние предприятия и внешней среды. Функционирование крупных производств в специфических экосистемах влечет за собой негативные трансформации, а риски внештатных ситуаций усиливают неопределенность окружающей среды. В условиях перманентной изменчивости параметров и затруднительности их конкретизации, наиболее адекватные результаты анализа эколого-экономической безопасности дают методы экспертной оценки, нечеткой логики и их комбинация. Предложена методика нахождения количественных оценок уровня эколого-экономической безопасности региональных промышленных предприятий с использованием адаптированного инструментария нечетких множеств. Применена сбалансированная система показателей и характеристик эколого-экономической безопасности предприятия. С целью формирования корректного набора продукционных правил вводится четырехуровневая иерархия данных. Выработанная концепция выстроена с учетом накопления ценных знаний и допускает гибкое изменение входных данных. В результате применения авторской методики получены интегральные показатели эколого-экономической безопасности по каждой из аттестуемых компаний. На их основе выработаны конкретные рекомендации для рассмотренных объектов. Созданная методика характеризуется высокой универсальностью. При необходимости возможна ее корректировка и адаптация под нужды конкретного предприятия, в том числе и с учетом особенностей отраслевого или территориального кластера.

Ключевые слова: промышленное предприятие; оценка эколого-экономической безопасности; метод нечеткой логики; критические факторы; система показателей и характеристик

Ссылка при цитировании: Веретёхин А.В., Ячменева В.М. Оценка эколого-экономической безопасности промышленного предприятия с использованием инструментария нечеткой логики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 3. С. 140–157. DOI: 10.18721/JE.10313

EVALUATION OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SAFETY OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE USING FUZZY LOGIC TOOLS

A.V. Veretyokhin, V.M. Yachmenova

Crimean Federal University. Simferopol. Crimean Republic. Russian Federation

The main difficulties in determining the level of security of organizations are in selecting the preferred methodologies, adapting them to the tasks to be solved, developing optimal algorithms, selecting the factor database. The article reviews the approaches to assessing environmental and economic safety. The Crimean industrial enterprises are used

as an example. The authors consider the main indicators and trends of Crimean engineering enterprises based on the regional and industrial statistical economic data. The study has demonstrated a significant mutual influence of the company and the external environment. In modern times, large enterprises function in specific urban ecosystems. This situation enhances the negative transformations. The risk of an emergency greatly increases the uncertainty of the environment. In the conditions of permanently variable parameters that are difficult to concretize, the most adequate results for analyzing environmental and economic safety are provided by methods of expert evaluation, fuzzy logic and their combination. This study used the method of fuzzy multiple modeling with a fixed set of determining factors. We created a balanced scorecard of the enterprise's environmental and economic safety. We presented a four-level data hierarchy for generating a correct system of production rules. The developed model allows the flexible change of the input data. Based on computing the values of integrated indicators, we give the recommendations to improve the level of environmental and economic security of actual enterprises. The constructed model is highly versatile and can be adapted to the needs of a particular enterprise taking into account the specifics of a sectoral or territorial cluster if necessary.

Keywords: industrial enterprise; assessment of environmental and economic safety; fuzzy logic methods; critical factors; parameters and scorecards

Citation: A.V. Veretyokhin, V.M. Yachmenova, Evaluation of ecological and economic safety of an industrial enterprise using fuzzy logic tools, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (3) (2017) 140–157. DOI: 10.18721/JE.10313

Введение. Одной из основных целей, декларируемых государством, является обеспечение достойного уровня жизни своих граждан. В свете отчетливо проявляющихся на данном этапе реиндустриализационных тенденций важной задачей выступает гармоничное структурирование экономики и промышленности как неотъемлемой ее части [1]. Помимо покрытия социально-экономических расходов государства, промышленные предприятия позволяют повысить занятость трудоспособного населения, и именно производства создают множество рабочих мест [2]. В Крыму, например, они формируют порядка 20% регионального валового продукта, обеспечивают значительные налоговые поступления в бюджеты разных уровней. Кроме того, промышленные предприятия выступают в роли инвестиционных аттракторов, инспирируют инновационную деятельность, что открывает определенные реиндустриализационные перспективы [3, 4]. Именно передовые компании, благодаря накопленному потенциалу, способны привлечь и освоить самые современные, экологически чистые технологии, что, в свою очередь, способствует развитию промышленности и науки в регионе [5].

На нынешней стадии эволюции стремительная изменчивость внешней и внутренней среды компаний постоянно создает новые опасности и генерирует угрозы существованию организации [6]. В этих условиях качест-

венно выполненная оценка экономической безопасности (ЭБ) позволяет вовремя обнаруживать, ослабить или компенсировать негативные воздействия. Оценка ЭБ должна проводиться на всех управленческих уровнях — от предприятия до государственного и глобального.

Поскольку в современном мире актуальность проблематики защиты окружающей среды и человека от негативных воздействий растет, экологическому аспекту ЭБ уделяется все больше внимания. В связи с этим на практике зачастую рассматривается эколого-экономическая безопасность предприятия (ЭЭБП).

Изучению основ ЭЭБП посвящены труды А.Б. Айдарова, Н.Е. Булетовой, А.В. Затонского, И.А. Злочевского, А.А. Малышева, Н.Л. Никулиной, Г.А. Резник, Е.Ю. Труновой. Существенный вклад в разработку методик оценки ЭЭБП внесли О.Н. Зайцев, А.В. Канунников, Н.В. Каткова, В.А. Кузьмин, В.В. Лепихин, М.М. Макова, Е.А. Матушевская, Ю.К. Перский, А.Ф. Рогачев, Е.В. Семенова, Н.Н. Скитер, В.В. Строков, Т.А. Худякова, Г.З. Хуснуллина, А.В. Шмидт и др.

Большинство ученых, интересующихся данной проблематикой, отмечают недостаточную проработанность многих аспектов ЭЭБП. Например, отсутствует единый эффективный комплексный подход к оценке ЭЭБП, что связано со сложностью выбора

методики и проблемами систематизации показателей в каждом конкретном случае. Кроме того, в большинстве изысканий не учитывается региональная специфика. В частности, ЭЭБ крымских предприятий в современных условиях практически не изучалась. Этим определяется необходимость и актуальность проведенного исследования.

Кардинальное изменение геополитического статуса Крыма повлекло за собой необходимость серьезной реструктуризации всей экономической системы региона. Выработка действенных мероприятий по адаптации предприятий невозможна без анализа их положения и оценки перспектив развития.

Целью данного исследования является выработка методики нахождения количественных оценок уровня эколого-экономической безопасности региональных промышленных предприятий с использованием адаптированного инструментария нечеткой логики. Для обеспечения прикладной ценности разработки предполагается нахождение искомым величин при фиксированном наборе критических факторов с применением аппарата нечетких множеств и системы компьютерного моделирования *MatLab* в среде *Fuzzy Logic*. Эксплуатация предложенного механизма позволит на практике руководителям компаний и заинтересованным организациям оперировать актуальными данными и принимать обоснованные решения.

Методика исследования. Изыскание основывается на сравнительном анализе ЭЭБ крупных машиностроительных предприятий крымского региона посредством применения методов нечеткой логики на основе экспертных оценок, данных Федеральной службы государственной статистики и ее территориальных подразделений, министерств Республики Крым (экологии и природных ресурсов, экономического развития, промышленной политики), электронных ресурсов Интернет, материалов публикаций отечественных и зарубежных ученых, отчетов предприятий (годовых, бухгалтерских балансов, о финансовых результатах).

Для решения поставленной задачи исследуется специфика проблематики ЭЭБ региональных машиностроительных компаний. Кроме того, определены критические для ЭЭБ факторы и проведено формирование

соответствующей оценочной группы. На основе выработанной системы показателей, отображающих уровень угроз ЭЭБП, построена иерархия входных данных. Это позволило сконструировать базы знаний. Методика оценки ЭЭБП построена с использованием алгоритма Мамдани. В результате, посредством аппарата нечеткого логического вывода, сформировано искомое нечеткое множество, характеризующее ЭЭБ важнейших машиностроительных предприятий Крыма.

Промышленный комплекс занимает ведущие позиции в социально-экономическом развитии Республики Крым. В нем генерируется до 35–37 % поступлений сводного бюджета региона, работает около 2 тыс. предприятий, занято 100 тыс. чел. На промышленность приходится до 17 % в валовом региональном продукте и более 90 % объемов товарного экспорта. Машиностроительная отрасль – одна из важнейших для республики. Ее доля в объеме промышленного производства – 17 % [7].

Экологический аспект безопасности играет ведущую роль в рассматриваемом регионе. В связи с ограниченной и относительно небольшой территорией полуострова расстояния между промышленными объектами и туристскими дестинациями зачастую весьма незначительны, что создает определенные трудности при обеспечении минимизации вредного воздействия предприятий на окружающую среду. Даже при наличии самых современных технологий полностью избежать отрицательного влияния производств на ноосферу невозможно [8]. Некоторые крымские хозяйствующие субъекты могут нести угрозу населению, так как расположены они в городах и нередко используют технологии, не отвечающие экологическим стандартам безопасности; кроме того, износ основных фондов в среднем по промышленности составляет 63,4 % (2014 г.), а значит, вероятность нештатных ситуаций велика.

В данной ситуации для принятия управленческих решений необходимо брать в расчет способность предприятия адаптироваться к меняющимся условиям, сохранять и развивать потенциал, проявлять интеграционную активность, учитывать геоэкономические риски. Именно это и является основой оценки ЭЭБ.

Существует несколько подходов к ЭЭБП. Она может рассматриваться как положение

экономической системы, набор компетенций, группа критичных факторов, комплекс определяющих условий и показателей, набор осуществляемых и/или планируемых организационных мероприятий. В большинстве случаев ЭЭБП трактуется как статус организации, определяемый одним или несколькими характеристиками объекта. Наиболее часто выделяются состояния: эффективного использования ресурсов, защищенности и максимального использования потенциала предприятия, устойчивого его развития, способности противодействовать внутренним и внешним угрозам, организационной защищенности по основным параметрам (коммуникативной, информационной, финансовой, интеллектуальной и т. д.). Исходя из используемого подхода и проводится оценивание ЭЭБП. В нашем случае ЭЭБП рассматривается как состояние, позволяющее обеспечивать устойчивость и стабильно положительную динамику развития предприятия.

Непроработанность применительной практики и отсутствие комплексного подхода влекут за собой ряд трудностей в выборе механизмов, методик, аппарата и значимых показателей при оценке ЭЭБП в натуральных условиях [9].

В научной литературе представлены типологизация ЭБ по сферам деятельности (личностных, государственных, отраслевых, корпоративных интересов и нуждам предприятия), концептуальные подходы к определению и сущности понятия «экономическая безопасность», методики анализа и оценки ЭБ. Проведенный анализ показал, что существует несколько детерминирующих концептуальных подходов к ЭБ. Она может рассматриваться как определенная форма развития отрасли, корпорации, хозяйственной единицы (при этом проводится анализ конкурентных преимуществ и согласованности меркантильных интересов с экзогенными факторами). С другой стороны, ЭБ предполагает сопротивление угрозам, формирующимся в экзо- и эндосредах организации. Кроме того, ЭБ можно представить в виде перманентного разрешения конфликта интересов. ЭБ также может определяться как неразрывная система в виде сбалансированного комплекса формальных и неформальных институтов, что обеспечивает устойчивое экономическое положение организации. На

практике чаще всего экономическая безопасность рассматривается как состояние наиболее эффективного использования ресурсов для предотвращения угроз и обеспечения стабильного функционирования бизнеса в максимально протяженном временном отрезке [10]. Предметом изучения в контексте обеспечения и оценки ЭБ выступают основные направления формирования защищенности организации.

Исследователи делали неоднократные попытки определения наиболее оптимальной методики оценки экономической безопасности предприятия. Использовались при этом различные подходы. Методики строились на основе методов многокритериальной оптимизации (А.И. Агадуллина, Н.В. Колачева, А.И. Орлов, С.Ш. Палфёрова, А.Н. Ярыгин), системного анализа (И.С. Белик, Д.В. Белкин), многомерного статистического анализа (В.В. Лепихин, Ю.К. Перский, М.М. Редина, Л.С. Самаль, Е.В. Семенова), экспертных оценок (А.И. Агадуллина, К.С. Алексеенко, М.Т. Гильфанов, В.В. Лепихин, Ю.К. Перский, Е.В. Семенова, Н.А. Страхова), нечеткой логики (Е.А. Иванцова, В.А. Кузьмин, А.Ф. Рогачев, А.А. Шевченко). Применялся также индикативный метод (М.И. Копытко, А.А. Куницкий, И.А. Кучерин, А.А. Малышев, О.С. Онацкая, В.А. Петренко). Часть исследований проводилась с учетом специфики деятельности компании. Разработаны методики оценки ЭЭБ для предприятий медной промышленности (А.С. Карелов), нефтегазового комплекса (М.М. Редина), стройиндустрии (К.С. Алексеенко, Н.А. Страхова) и др.

Все эти подходы дают качественные результаты при определенных условиях. В настоящее время при практическом использовании на промышленных предприятиях Крыма традиционные методики имеют объективные ограничения к применению, связанные, прежде всего, с особенностями примененных методов. Так, многокритериальная оптимизация требует значительных затрат из-за сложности математического аппарата, при этом использование более двух целевых функций затруднительно из-за недостаточной разработки этого вопроса в области управления предприятием [11]. Качество результата при системном анализе определяется процессом декомпозиции, который неред-

ко сопровождается потерей структурных связей [12]. Индикативный подход зависит от выбора пороговых значений. В условиях высокой динамичности внешней среды необходима перманентная корректировка показателей-индикаторов. Методики на основе индикативных методов достаточно трудоемки и требуют в использовании высококвалифицированных специалистов [13]. В рамках многомерного статистического анализа наиболее популярен факторный. При этом, как правило, строится процедура определения частных факторов, влияющих на изменение ЭЭБП, и устанавливается форма функциональной и стохастической зависимостей между показателями. Подход результативен при наличии достаточных информационных массивов и неприменим при отсутствии специфических данных многолетних наблюдений [14]. Это особенно критично, если в свободном доступе имеются сведения, ограниченные количественно и качественно [15]. Использование метода экспертных оценок как основного и/или единственного может привести к высокой степени субъективизма, так как результаты зависят от мнений, а следовательно, профессионализма и объективности специалистов, принимающих участие в исследовании. Кроме того, на региональном уровне количество компетентных признанных экспертов во многих отраслях недостаточно для формирования опрашиваемых групп. Методы экспертных оценок в имеющихся методиках, как правило, используются только в сочетании с другими. В условиях неопределенности внешней среды достаточно популярен подход с использованием аппарата нечетких множеств. Ряд ученых (Перский Ю.К., Лепихин В.В., Семенова Е.В.) проводят оценку эколого-экономической безопасности промышленного предприятия с помощью отдельных инструментов нечеткой логики и экспертной оценки, используя различные алгоритмы расчета условной нагрузки на окружающую среду [16]. Особое внимание в экологическом аспекте уделяется наиболее критичным загрязнителям. В зависимости от региона и вида деятельности предприятия наибольшее значение придается отходам (В.А. Кузьмина, А.Ф. Рогачева, А.А. Шевченко) или сточным водам (Е.А. Иванцова, В.А. Кузьмин) [17, 18]. При этом

набор факторов экономической направленности существенно ограничен. Анализ актуальных методик оценки эколого-экономической безопасности предприятия показал, что оценивание ЭЭБП должно быть целостным и учитывать на равных как экономическую, так и экологическую безопасность организации [10]. Количество факторов, использованных в методиках, в том числе и на основе нечетких множеств, как правило, варьирует в диапазоне 5–10. Такой подход позволяет оптимизировать процесс оценивания, но значительно снижает практическую результативность в условиях многоаспектности решаемых задач, когда необходимо учитывать различные по природе и сущности дестабилизирующие явления. Большинство существующих методик оценки ЭЭБП требуют довольно объемных баз статистических данных, точность полученных результатов напрямую зависит и от продолжительности наблюдений [19]. Крымские предприятия в силу объективных причин на данном этапе функционируют в условиях значительной неопределенности факторов внешней среды. В период с 2014 г. в связи с изменением геополитического статуса региона происходят интенсивные интеграционные процессы в правовое поле Российской Федерации. Трансформация законодательства коренным образом влияет на экономическое положение операторов местного рынка. При оценке уровня ЭЭБ перманентная динамичность множества показателей усугубляется недостатком накопленной информации [20].

Проведенные ранее более детальные исследования показали, что в условиях существенной неопределенности, характерной для крымской промышленности на данном этапе, наиболее приемлемым инструментом исследования являются методы нечеткой логики, экспертной оценки и их сочетание [10]. В общем случае под нечеткой моделью понимается информационно-логическая модель системы, построенная на основе теории нечетких множеств и нечеткой логики [21]. При использовании данного инструментария в процессе квалиметрии состояния ЭЭБПП становится возможным сформировать соответствующую модель оценки ЭЭБПП. Комбинация аппарата нечетких множеств и экспертных суждений дают возможность вычле-

нить и сгруппировать критические в данных условиях для предприятия факторы, иерархизировать входные данные, сконструировать базу знаний, достаточную для выработки объективной оценки ЭЭБПП.

В качестве альтернативного инструментария рассматривались пакеты прикладных программ *Mathcad* и *MATLAB (Fuzzy Logic)*. Невзирая на повышенную требовательность к ресурсам вычислительной системы, относительную ограниченность вариантов лицензирования и алгоритмов построения, на данном этапе исследования было отдано предпочтение программной среде *MATLAB*. Такой выбор обусловлен широтой распространения и простотой применения алгоритмического пакета, кроме того, в конкретных (касаемо ЭЭБПП) задачах нечеткой логики вполне достаточным является конструирование процессов Мамдани, и нет необходимости дублировать результаты, например, посредством метода Сугено, поскольку итоговые оценки получаются практически идентичными. Системы нечеткого вывода с применением пакета *Fuzzy Logic* программной среды *MATLAB* хорошо себя зарекомендовали для сложных нечетких моделей экономических процессов с большим числом переменных и правил нечеткого вывода [22–25]. Применение графического режима существенно сокращает трудоемкость процедуры конструирования и время нечеткого моделирования.

В данном исследовании для оценки ЭЭБ крымских промышленных предприятий построена система показателей, которая отображает уровень угроз деятельности машиностроительных предприятий и отвечает требованиям: компактности (удобство в использовании), измеримости (способность поддаваться измерению), специфичности (возможность отображения особенностей функционирования). В целях обеспечения соответствия вышеозначенным параметрам разработан набор базовых показателей, удовлетворяющих современным требованиям к аналогичным системам.

Многие ученые справедливо полагают, что основное влияние на ЭБПП оказывают факторы экономические, экологические, социальные, политические, технологические, институциональные, ресурсно-производственные и т. д. [26]. На практике же определение уровня ЭЭБ, как правило, сводится к вычислениям либо непосредственно экологической

нагрузки предприятий на ОС и вопросам ее снижения, либо расчетам ущерба, наносимого ОС деятельностью промышленного предприятия и возмещением его [18].

С учетом вышесказанного необходимо предусмотреть расширенный количественно и качественно набор факторов, отвечающий триединой задаче ЭЭБПП: экологической, экономической и социальной. Их обширный охват максимизирует объективность конечных результатов, в то же время коллекция рассматриваемых показателей должна поддаваться изучению, т. е. не превышать разумных пределов. В проведенных ранее исследованиях установлено, что для подобных систем количество критических факторов следует выбирать до двадцати восьми [27]. Необходимо также учитывать, что субъективность оценок снижается, если вычисляемые базисные параметры преобладают над чисто экспертными.

Исходя из поставленных задач, в данном случае выбрано 27 основных факторов, из которых около 60 % являются расчетными. Описанные особенности, требования и ограничения взяты за основу при формировании набора исследуемых показателей. Наряду с этим учитывалась их важность для оценки ЭЭБПП, которая определялась на базе суждений экспертного сообщества и проводившихся ранее изысканий [10, 27]. При отборе и группировке факторов принимались во внимание, среди прочего, их взаимосвязь и взаимное влияние, учитывались определения каждого из показателей и разработанные для них расчетные формулы. Серьезным препятствием, ограничивающим возможность оперирования желаемыми цифрами, является лимитированность имеющихся в свободном доступе данных [28]. Особенно это характерно для предприятий Крыма, где недостаточность открытых статданных усугубляется неокончательно сформированными информационными базами и неактуальностью имеющихся сведений, собранных в период до 2014 г. Масса параметров рассчитывается по материалам из различных источников: компаний, профильных ведомств, федеральной и региональной служб статистики. Поэтому формирование расчетных формул велось на основе существующего материала, с учетом его потенциальной доступности и перспектив расширения хронологических рядов в будущем.

Факторы, учтенные в данном исследовании, а также правила определения нечетких продукций выбраны на основании экспертной оценки с использованием корреляционно-регрессионного метода. В исследовании учитывалось семь экспертных суждений. Пять из них являются мнениями независимых экспертов, зарекомендовавших себя компетентными специалистами в области промышленного развития региона, обладающих достаточными познаниями в сфере общего и экономического положения, как в целом машиностроения, так и отдельных крымских предприятий. Два других суждения вырабатывались в обособленных группах специалистов, сформированных из сотрудников управления анализа и перспективного развития министерства промышленной политики Республики Крым и Института экономики и управления (структурное подразделение) Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Каждый из этих коллективов состоял из пяти квалифицированных специалистов, в числе которых находился модератор. В результате группы по каждому вопросу продуцировали свое консолидированное мнение, учтенное в дальнейшем как отдельное суждение. Для выработки согласованного мнения экспертов выбран подход, применяемый в информационных технологиях поддержки принятия решений в распределенных экспертных сетях, который реализован в виде замкнутого контура администрирования по принципу управления по отклонению. Данный метод подразумевает высокую интерактивность взаимодействия с экспертами (наличие действенного механизма обратной связи), что повышает объективность оценивания ключевых факторов за счет оперативной корректировки экспертных оценок и сводных результатов [29].

Таким образом, в исследовании применено сочетание приемов, основывающихся на коллективном принятии решения и обработке индивидуальных оценок отдельных экспертов. Выбор именно такой схемы формирования экспертного сообщества обусловлен тем, что организация достаточного числа групп и выработка единого решения на основании их консолидированных суждений является трудоемким процессом. Следует отметить, что коллективное оценочное сужде-

ние зачастую зависимо от мнения доминирующего эксперта. Частичное применение индивидуального анкетирования компетентных специалистов позволяет избежать избыточного влияния авторитетов и нивелирования индивидуальной оценки. К исследованию в общей сложности привлекалось 15 экспертов, что согласуется с общепринятыми требованиями. На современном этапе при проведении экспертных оценок оптимальной считается группа из 5–15 специалистов [30]. Большое число участников требует дополнительных финансовых затрат и временных ресурсов на их подбор и опрос. Кроме того, при значительном количестве экспертов довольно сложно обеспечить их одинаково высокий профессиональный уровень и достаточную компетентность в рассматриваемых вопросах, что, в конечном счете, негативно сказывается на объективности результатов [31].

Некоторые из факторов по причине их многоаспектности и широкого смыслового трактования довольно непросто целиком однозначно отнести к какой-либо группе. В таком случае из характеристик параметра вычленились основные в соответствии с нуждами оценивания ЭЭБПП и включались в расчет нескольких базовых параметров. Например, расходы на НИОКР в части, касающейся природоохранной деятельности, отражены в пункте «затраты на природоохранные мероприятия» (X_{23}), расчет же показателя «доля НИОКР» (X_{24}) предусматривает оценку эффективности работы менеджмента предприятия в научно-исследовательском направлении. Для его вычисления взято отношение количества собственных инновационных и научных разработок к общему числу внедренных за год. Особое внимание уделяется фактору нововведений, направленных на совершенствование управленческих структур организации. Именно поэтому он включен в организационную подсистему.

Показатель ЭЭБП является интегральным как по своей сущности, так и по процедуре определения. Нечеткая модель построена с использованием пакета *Fuzzy Logic* программной среды *MATLAB*. Для описания каждой из составляющих комплексной характеристики ЭЭБП – внешней (K_1) и внутренней (K_2) – предложена совокупность показателей, в каждом из которых сконструирована их внутренняя иерархия (рис. 1).

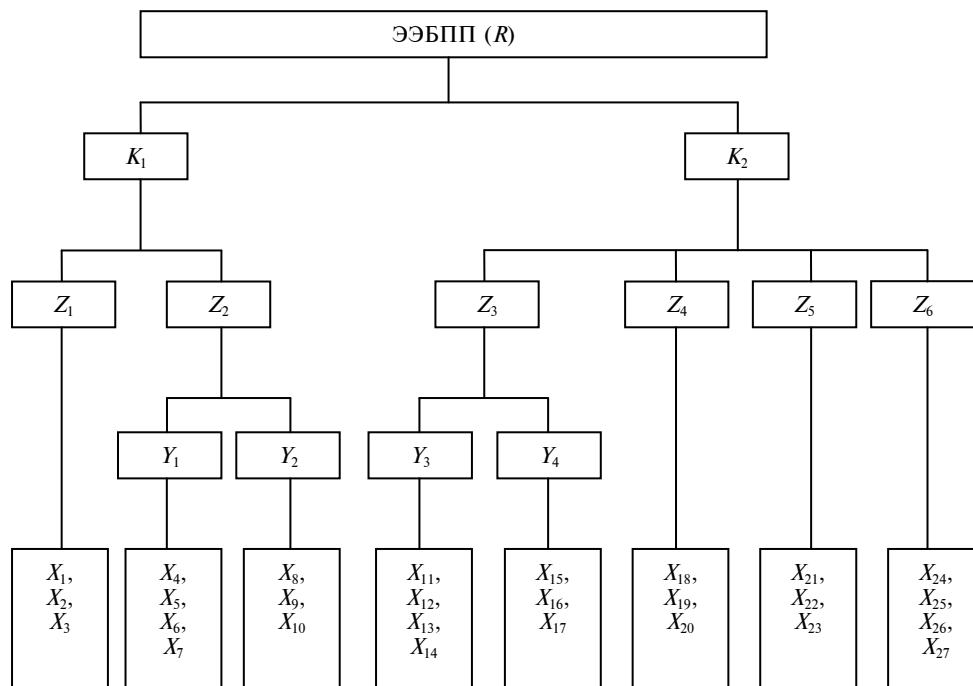


Рис. 1. Система показателей и характеристик ЭЭБПП

Fig. 1. System of indicators and characteristics of industrial enterprise environmental and economic safety (IEEES)

Источник: разработано авторами.

Внешняя ЭЭБ (K_1) характеризуется двумя составляющими – воздействием предприятия на ОС (Z_1) и воздействием ОС на деятельность предприятия (Z_2). Параметр Z_1 включает в себя факторы, учитывающие антропогенную нагрузку компаний и их негативное влияние на экологию: количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в процессе деятельности предприятия (X_1), объемы отходов производства и потребления, образующихся на основных и обеспечивающих стадиях технологических процессов (X_2), массу загрязняющих веществ в сбрасываемых предприятием сточных водах (X_3). При детерминации этих факторов учитываются возможности переработки образующихся веществ силами предприятия и/или территориального кластера. Оптимизация процессов временного складирования, утилизации и захоронения неперерабатываемых субстанций, очистки, рекуперации, рециклинга снижает экосистемные риски, предотвращает загрязнение водных горизонтов, замусоривание и эрозию почв. Значение Z_2 формируется двумя комплексными показателями – это

ресурсная база (Y_1) и политико-правовая среда (Y_2), которые определяются следующими базовыми факторами: для Y_1 – обеспеченность местными природными ресурсами (X_4), доступность внешних сырьевых ресурсов (X_5), доступность финансовых ресурсов (X_6), трудовые ресурсы (X_7); для Y_2 – законодательная база РФ (X_8), политико-правовая стабильность (X_9), международное законодательство (X_{10}).

Внутреннюю ЭЭБ (K_2) целесообразно рассматривать как интеграция четырех подсистем – производственной (Z_3), кадровой (Z_4), финансовой (Z_5), организационной (Z_6). При оценивании производственной подсистемы (Z_3) на более низком, втором, иерархическом уровне используются конгломерированные данные, всесторонне характеризующие производимую продукцию (Y_3), а также технологии и технику (Y_4). По каждому из вышеозначенных показателей сформированы наборы определяющих факторов: для Y_3 – рынок (доля рынка, маркетинг и сбыт) (X_{11}), ресурсо- и энергоёмкость (X_{12}), инновационность (X_{13}), безопасность продукции в течение

ние жизненного цикла (X_{14}); для Y_4 – уровень безотходности (X_{15}), ресурсосбережение (X_{16}), экологическая безопасность технологий (X_{17}). Показатели, характеризующие состояние остальных подсистем внутренней ЭЭБ, группируются в базовые массивы: для кадровой подсистемы (Z_4) – профессиональный состав кадров (X_{18}), средний уровень зарплаты (X_{19}), текучесть кадров (X_{20}); для финансовой подсистемы (Z_5) – материальные активы (X_{21}), нематериальные активы (X_{22}), затраты на природоохранные мероприятия (X_{23}); для организационной подсистемы (Z_6) – доля НИ-ОКР (X_{24}), эффективность системы экологического управления (X_{25}), условия труда (X_{26}), защита информации (X_{27}). Указанные факторы являются основой системы показателей ЭЭБПП и позволяют достаточно полно отразить уровень сбалансированности его экономических, экологических и социальных параметров, способность противостоять угрозам и степень защищенности от всевозможных рисков.

В исследовании использован алгоритм нечеткого вывода Мамдани, содержащий этапы фаззификации, агрегирования, активизации подусловий в нечетких правилах продукций, дефаззификации. Последняя проводилась по методу центра тяжести [27]. Фаззификация выполнялась входных и выходных переменных. На этом этапе осуществлялись для лингвистической оценки факторов ЭЭБП выбор нечетких термов и формализация их с помощью функций принадлежности.

В данном исследовании для выработки результирующей оценки ЭЭБПП (R) избрана пятиуровневая классификационная шкала диапазоном $[0,1]$. Возможные уровни ЭЭБПП имеют лингвистическую интерпретацию: «низкий», «ниже среднего», «средний», «выше среднего», «высокий». Каждый уровень определенным образом описывает состояние ЭЭБПП в широком диапазоне – от полного отсутствия сбалансированности показателей (низкий), до почти идеальной согласованности элементов системы (высокий). «Средний» уровень означает, что уравновешенность показателей, составляющих систему ЭЭБПП, условно достаточна и в основном соответствует минимально необходимым требованиям, а предприятие имеет ограни-

ченные возможности противостоять отрицательному влиянию экзосреды. Уровни «ниже среднего» и «выше среднего» характеризуют пограничные состояния ЭЭБПП в соответствующих скалярных промежутках и отражают отклонения сбалансированности показателей ЭЭБПП в ту или иную сторону от среднего значения.

В связи с ограниченной возможностью оперативной памяти человека удерживать не более 7 ± 2 понятий (признаков) считается целесообразным вводить иерархию входных переменных, по которой строится дерево логического вывода [32, с. 215]. Это позволяет определить систему вложенных баз знаний меньшей размерности. Кроме того, уместность представления экспертных знаний по уровням обусловлена не только природной иерархичностью объектов идентификации, но и необходимостью учета новых переменных по мере накопления знаний об объекте. В исследовании строилась четырехуровневая иерархия входных данных. Все переменные, которые находятся на вершинах дерева логического вывода по уровням с четвертого по первый, являются лингвистическими: $R = \{(r_i)_1^5\}$, $K = \{(k_i)_1^2\}$, $Z = \{(z_i)_1^6\}$, $Y = \{(y_i)_1^4\}$, $X = \{(x_i)_1^{27}\}$. В каждом из множеств K (класс), Z (подкласс), Y (группа), X (входные данные) нечеткие термы упорядочены по принципу трехуровневого классификатора от низшего к высшему: {низкий, средний, высокий}. Все функции принадлежности выбирались трапециевидными и задавались на универсумах $A = [0, 1]$. При построении термов область определения разбивалась на равные части и использовался классический подход для представления каждого из них в виде нечеткого множества [32, с. 125]. Термы и их функции принадлежности для входных (K_1, K_2) и выходной (R) переменных нашей системы нечеткого вывода отображены на рис. 2. Выбор трапециевидных функций принадлежности основан на сравнительной простоте их вычисления, возможности с их помощью интерполяции других видов, к тому же, как показали практические исследования, объекты управления обладают поведением, близким к линейному на небольших интервалах значений входных и выходных переменных [33].

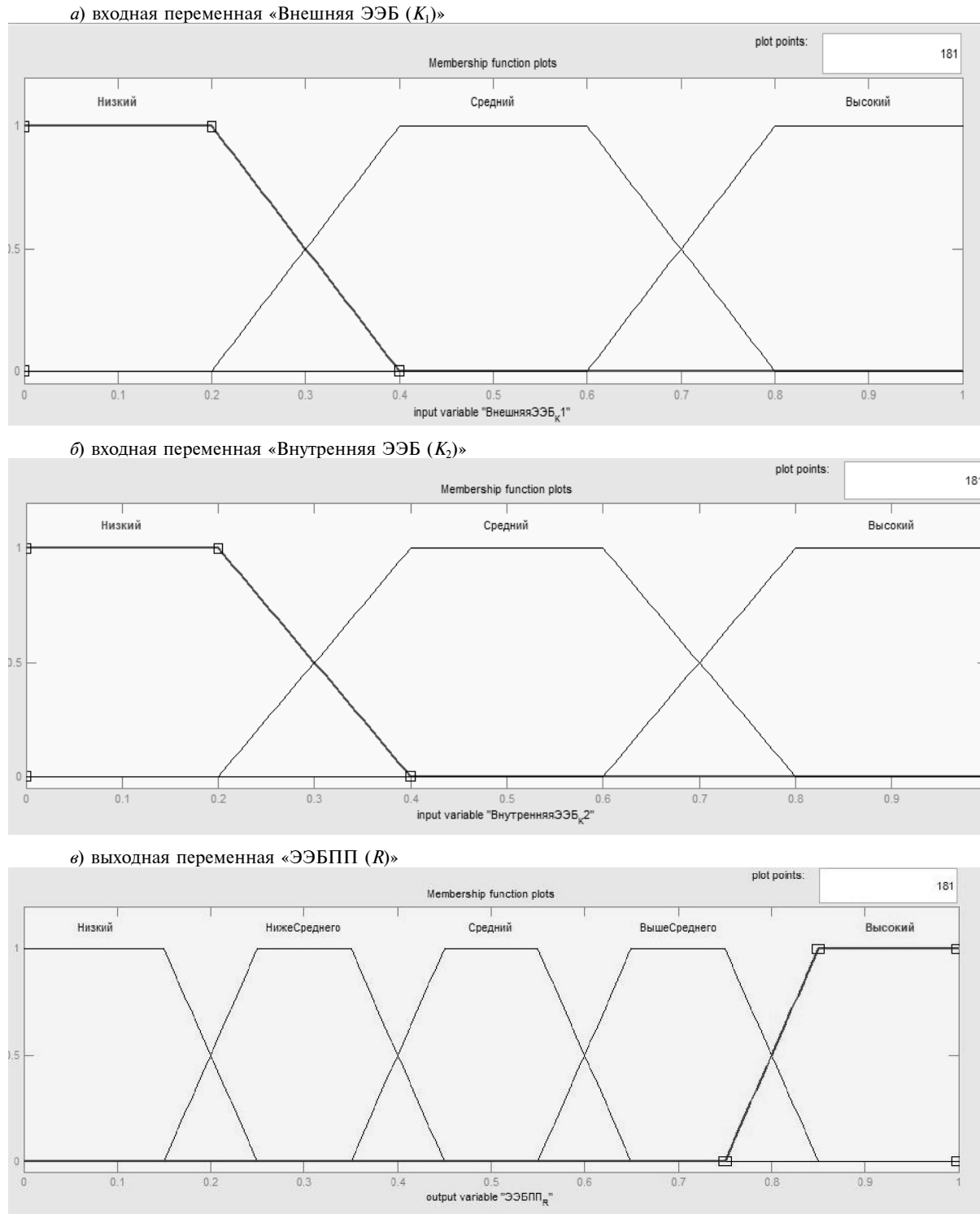


Рис. 2. Термы и их функции принадлежности для переменных четвертого уровня иерархии модели оценки ЭЭБПП

Fig. 2. Terms and their functions belong to the fourth level hierarchy variables of the IEEEES evaluation model
Источники: выполнено авторами в системе компьютерного моделирования *MatLab*.

Нечеткая база знаний моделирует зависимости переменных: выходной от входных. Иерархический характер дерева вывода предполагает необходимость построения нечетких баз знаний для всех его нетерминальных вершин и корня. В предложенной системе нечеткого вывода сконструированы базы знаний в виде продукционных правил для уровней: четвертого – $R = f_R(K_j), j = 1, 2$; третьего – $K_1 = f_{K1}(Z_i), i = 1, 2; K_2 = f_{K2}(Z_i), i = 3÷6$; второго – $Z_1 = f_{Z1}(x_i), i = 1÷3; Z_2 = f_{Z2}(Y_i), i = 1, 2; Z_3 = f_{Z3}(Y_i), i = 3, 4; Z_4 = f_{Z4}(x_i), i = 18÷20; Z_5 = f_{Z5}(x_i), i = 21÷23; Z_6 = f_{Z6}(x_i), i = 24÷27$; первого – $Y_1 = f_{Y1}(x_i), i = 4÷7; Y_2 = f_{Y2}(x_i), i = 8÷10; Y_3 = f_{Y3}(x_i), i = 11÷14; Y_4 = f_{Y4}(x_i), i = 15÷17$. Построенные базы знаний отражают все возможные сочетания функций принадлежности. Количество высказываний, которые задавались для каждого уровня выходной переменной, колеблются от 9 до 81. База знаний для определения значения выходной лингвистической переменной «ЭЭБПП (R)» по конкретным значениям входных лингвистических переменных представлена на рис. 3.

В нашем случае алгоритм Мамдани будет применен 13 раз за полный цикл по методу матрешки: от меньшего значения уровня к

большому. При реализации вычислений выходная переменная низшего уровня становится входной для высшего уровня иерархии. Система нечеткого вывода для наивысшего уровня иерархии представлена на рис. 4.

Величина интегрального показателя R определялась как максимум функции принадлежности. На рис. 5 представлен результат нечеткого вывода (значение выходной переменной R) для значений входных переменных, равных данным АО «Завод «Фиолент».

Техника нечеткого логического вывода, примененная к информации, собранной на предыдущих этапах, позволяет получить показатель, который представляется в виде нечеткого множества. Это нечеткое множество определяет уровень ЭЭБ предприятия при фиксированном наборе факторов, которые влияют на безопасность. Модель нечеткого вывода вместе с процедурой дефазсификации обеспечивает возможность наблюдения за изменением выходного показателя при варьировании входной информации. Оценить влияния изменений значимых факторов на значение ЭЭБПП позволяет поверхность нечеткого вывода разработанной нечеткой модели, представленная на рис. 6.

1. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Низкий) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Низкий) then (ЭЭБПП_R is Низкий) (1)
2. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Низкий) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Средний) then (ЭЭБПП_R is НижеСреднего) (1)
3. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Средний) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Низкий) then (ЭЭБПП_R is НижеСреднего) (1)
4. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Средний) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Средний) then (ЭЭБПП_R is Средний) (1)
5. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Высокий) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Средний) then (ЭЭБПП_R is ВышеСреднего) (1)
6. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Средний) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Высокий) then (ЭЭБПП_R is ВышеСреднего) (1)
7. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Высокий) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Высокий) then (ЭЭБПП_R is Высокий) (1)
8. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Низкий) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Высокий) then (ЭЭБПП_R is Средний) (1)
9. If (ВнешняяЭЭБ_K1 is Высокий) and (ВнутренняяЭЭБ_K2 is Низкий) then (ЭЭБПП_R is Средний) (1)

Рис. 3. База знаний для четвертого уровня иерархии модели оценки ЭЭБПП

Fig. 3. Knowledge base for the fourth level hierarchy of the IEEEES evaluation model

Источники: выполнено авторами.

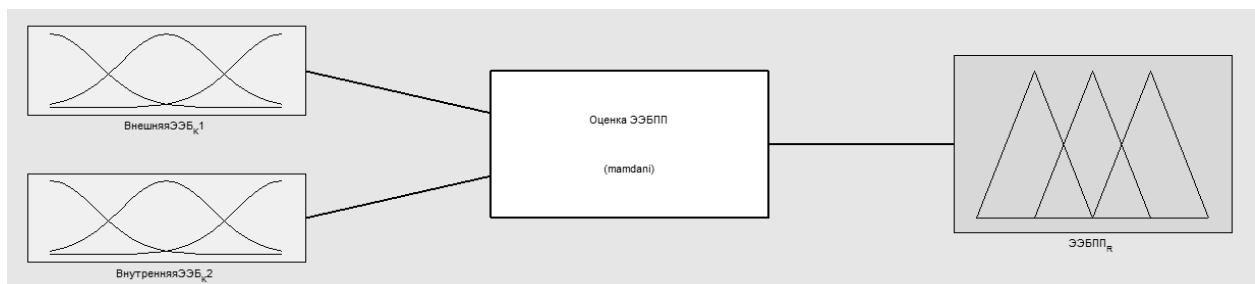


Рис. 4. Система нечеткого вывода для четвертого уровня иерархии модели оценки ЭЭБПП

Fig. 4. Fuzzy inference system for the fourth level hierarchy of the IEEEES evaluation model

Источники: выполнено авторами.

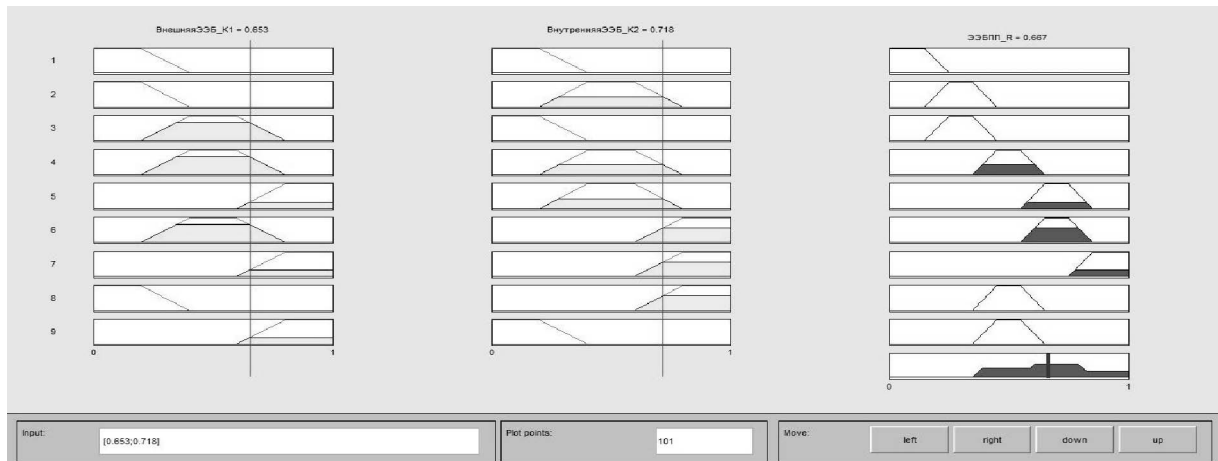


Рис. 5. Результат нечеткого вывода (значение выходной переменной R) модели оценки ЭЭБПП
Fig. 5. Result of the fuzzy output (the value of the output variable R) of the IEEEES evaluation model
 И с т о ч н и к : выполнено авторами по данным АО «Завод «Фиолент».

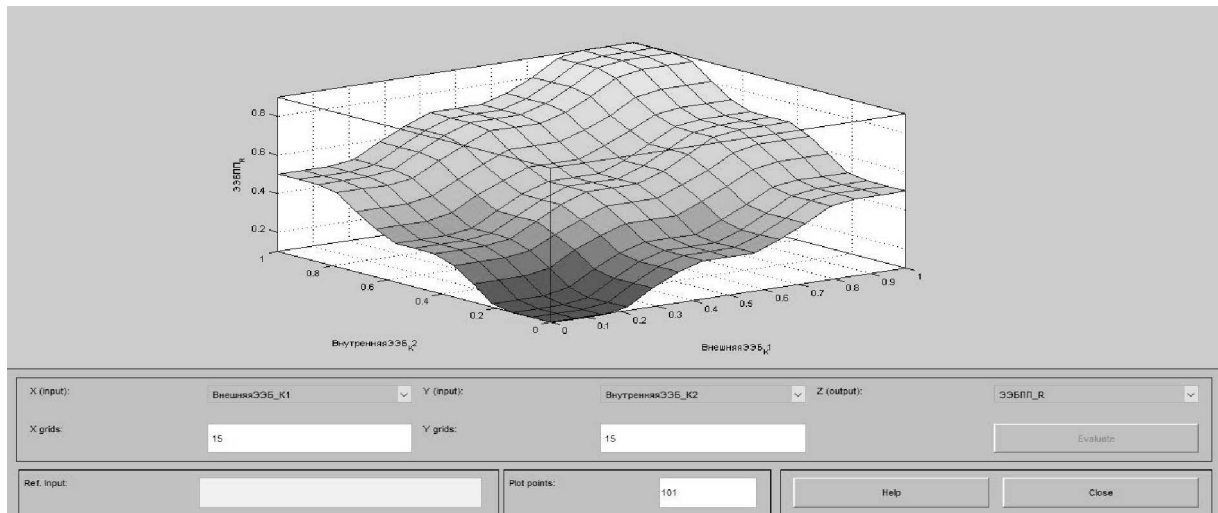


Рис. 6. Поверхность нечеткого вывода модели оценки ЭЭБПП
Fig. 6. Fuzzy output surface of the IEEEES evaluation model
 И с т о ч н и к : выполнено авторами.

Адаптивность полученной модели довольно высока и при необходимости, в случае существенных изменений экзо- и эндогенного характера, возможна ее коррекция, которую также следует проводить согласно таким основным принципам – вертикальному (лингвистическая классификация проводится на одном временном ряде значений показателей) и обратной связи (новые эмпирические данные требуют повторной лингвистической интерпретации) [27].

Построенная модель апробирована на данных крымских машиностроительных

предприятий за период 2013–2015 гг. Исследования с использованием информации за 2016 г. дали существенный разброс значений уровня ЭЭБ региональных предприятий. Показательны в этом смысле расчеты, выполненные для крымских флагманов машиностроения. Даже для крупных предприятий, существенно влияющих на социально-экономическую обстановку региона, уровень ЭЭБ составил: выше среднего – АО Завод «Фиолент» (0,7), средний – АО «Пневматика» (0,5), ниже среднего – ПАО «Завод «Симферопольсельмаш» (0,3). Оценка вы-

полнена со степенью истинности 1, что отвечает наивысшей мере уверенности в полученном результате.

Базируясь на вычисленных значениях уровня ЭЭБПП, изучив критические факторы и экспертные мнения, можно выработать соответствующие рекомендации и управленческие решения, реализация которых окажет максимальное позитивное влияние на безопасность компании. Практически для всех машиностроительных предприятий региона актуальны транспортные и иные логистические проблемы, вызванные объективными причинами, но их решение потребует довольно много времени и невозможно без деятельного государственного участия. Поэтому внимание необходимо концентрировать на не столь затратных и относительно быстро решаемых задачах снабжения и сбыта, субсидирования, оптимизации затрат на менеджмент (в том числе и природоохранный), правового и документационного обеспечения. Серьезную роль играют вопросы технико-технологического и организационного характера.

Например, для АО Завод «Фиолент» на данный момент наиболее актуальна проблема разработки и утверждения норматива по ПДВ (предельно допустимые выбросы). Это повлечет существенное сокращение штрафных санкций и, как результат, легальное снижение затрат по экологическим платежам. Предприятие может выполнить данные работы своими силами или нанять стороннюю проектирующую организацию. Стоимость подобных проектов составляет, в среднем, несколько десятков тысяч рублей, что многократно ниже ежегодных выплат за загрязнение ОС.

АО «Пневматика» испытывает насущную потребность в получении разрешительных документов на ведение пожароопасной деятельности, так как только после этого полноценно заработают соответствующие производства. Однако в результате есть угроза увеличения экологических рисков для работников и населения прилегающих жилых массивов г. Симферополь. В виде альтернативы можно рассмотреть освоение новых, менее опасных, технологий. Диверсификация поддерживается различными государственными программами развития региона, и предпри-

ятие уже получило в 2016 г. ощутимые денежные вливания, адресованные на закупку нового современного оборудования по производству металлопластиковых изделий [34].

Перед ПАО Завод «Симферопольсельмаш», ЭЭБ которого детерминирована в промежутке «ниже среднего», стоят наиболее сложные в оцениваемой группе задачи. Главные проблемы этого предприятия – нарушенные партнерские связи, износ основных фондов, устаревшая техника и технологии и, как следствие, низкая конкурентоспособность продукции. И если выстраивание системы новых связей с материковыми и зарубежными поставщиками и потребителями возможно собственными силами, то переоснащение требует значительного финансирования, превышающего возможности организации. Из-за сложного экономического положения фирмы руководство не в состоянии самостоятельно решить такой комплекс вопросов, т. е. предприятию для восстановления потенциала необходима весомая оперативная государственная поддержка. Активное участие в правительственных программах позволило получить в 2016 г. через министерство промышленной политики РК 26 млн р. субсидий. Средства согласно стратегическому плану регионального развития направляются на реализацию проекта по комплексной модернизации производственных мощностей предприятия для организации производства деталей и комплектующих по заказу ООО Комбайновый завод «Ростсельмаш» [34].

Общие для всей группы рекомендации заключаются в том, что обеспечение полноценной ЭЭБП невозможно без снижения неэффективных затрат, совершенствования производственного экологического контроля на предприятии, ликвидации технико-технологического отставания, налаживания контактов с новыми партнерами и решения насущных вопросов оптимизации эколого-экономического управления. Кроме того, на данном этапе необходимо максимально эффективно воспользоваться повышенным вниманием государства к проблемам региональной экономики и заручиться поддержкой органов власти всех уровней. В интересах крымских промышленных предприятий получить всевозможную помощь – финансовую и иную – материальную, организацион-

ную, информационную, НИОКР, законодательную, социальную и тем самым обеспечить себе опережающее устойчивое развитие и повышение ЭЭБ.

Результаты исследования.

1. Обоснована необходимость разработки нетривиальной методики оценки уровня ЭЭБ крымских промышленных предприятий с учетом специфических современных условий РК. Неприменимость многих имеющихся методик для региональных предприятий обусловлена динамичностью экзосреды, высокой ее неопределенностью, объективно сложившимся недостатком статданных. В пригодных к использованию существующих методиках рассматривается слишком мало факторов, что не позволяет достичь качественной оценки ЭЭБПП. Кроме того, в имеющихся разработках, направленных на оценку экономической безопасности, в большинстве случаев практически не учитываются взаимное влияние предприятия и окружающей среды, антропогенные и техногенные аспекты, либо вопросы экологии трактуются как основные, а экономическим показателям не придается должного значения.

2. Предложена методика оценки уровня ЭЭБПП, избавленная от вышеуказанных недостатков — разбалансированности учитываемых факторов, высокой степени субъективизма в определении значений входных параметров. Ее отличие от существующих разработок на основе нечеткой логики заключается в применении расширенного качественно и количественно набора из 27 факторов (традиционно оценивается около десяти), учитывающих экономические, экологические и социальные аспекты деятельности ПП, взаимовлияние и взаимосвязь предприятия и окружающей среды. Построенная иерархическая четырехуровневая система показателей и характеристик ЭЭБПП базируется на факторах, набор которых сформирован при участии квалифицированного экспертного сообщества. Значение большинства из них является расчетным. Все это позволяет получить интегральный высокоточный показатель уровня ЭЭБПП.

3. Использование разработанного алгоритма нечеткого вывода и средств компьютерного моделирования на базе *MATLAB* по-

зволило детерминировать уровень ЭЭБ ряда крымских машиностроительных предприятий. На основе полученных данных вычленены основные проблемы конкретных ПП, выработаны предложения по повышению уровня их ЭЭБ.

Выводы. В процессе проведенного исследования выявлена важность промышленности, в том числе машиностроения, для социально-экономического развития крымского региона, сделаны выводы о необходимости оценки ЭЭБПП и ее особой актуальности в условиях повышенной неопределенности внешней среды предприятия. Представлена авторская методика определения уровня ЭЭБ крымских ПП, отличающаяся от известных и использовавшихся ранее тем, что ее можно применять в условиях высокой неопределенности, качественной и количественной ограниченности данных. Кроме того, она более полно охватывает (по сравнению с имеющимися) ключевые аспекты ЭЭБ. Модель построена на основе аппарата нечеткой логики, методов экспертной оценки и алгоритмического пакета *Fuzzy Logic* программной среды *MATLAB*. Набор критических факторов выбирается исходя из анализа проблем промышленных предприятий региона. При этом впервые учитывается комплекс разносторонних разноплановых показателей, позволяющих провести всесторонний анализ ЭЭБПП. В методике используются весомые экономические, экологические и социальные факторы, имеющие серьезное значение как для компании, так и для региона. Новизна методики проявляется в учете взаимовлияния и взаимосвязи предприятия и ОС. Поверхность нечеткого вывода предоставляет возможность менеджерам компании оценивать влияния изменений значимых факторов на величину ЭЭБПП.

Практическая ценность разработанной методики заключается в том, что она может быть применена без непосредственного участия исследователя, т. е. по принципу «черного ящика». При этом не требуются специальное сложное программное обеспечение и дополнительное обучение персонала. Знания пользователя компьютера являются достаточными, так как вмешательство извне в процесс расчетов не допускается. В то же

время варьируя значения входных данных, можно определить факторы, наиболее важные или даже критические для конкретного предприятия с точки зрения ЭЭБ. Это позволит менеджменту организации разработать перечень действенных мероприятий по противостоянию угрозам. Выработанную методику можно применять как в условиях стабильности, так и в нестандартных ситуациях. Использование аппарата нечеткой логики не требует долгосрочных статистических наблюдений. Его применение позволяет получить объективные данные в тех случаях, когда ценность накопленного опыта резко снижа-

ется из-за существенных изменений эндо- и экзосреды предприятия. Кроме того, в предложенной модели набор базисных факторов расширен количественно и качественно, по сравнению с имеющимися методиками, основанными на основе нечетких множеств. Этот метод может стать действенным инструментом антикризисного управления ЭЭБ, и не только для предприятий Крыма.

Полученные результаты предопределяют направление дальнейших исследований – углубленное изучение обеспечения ЭЭБ и выработку мероприятий для повышения уровня ЭЭБ конкретных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Tatarkin A.I., Romanova O.A., Akberdina V.V.** Forming of High-Technology Sector in the Industrial Region // *Journal of the New Economic Association*. 2014. No. 2(22). P. 200–205.
- [2] **Shevchenko I.K., Razvadovskaya Y.V., Marchenko A.A., Khanina A.V.** The harmonization of mechanisms for the strategic development of the national innovation system // *Terra Economicus*. 2017. No. 1(15). P. 103–129.
- [3] **Grasmik K.I., Nesterov A.A.** Corporation for development as a tool to attract foreign investment // *Studies on Russian Economic Development*. 2016. Vol. 27, no. 3. P. 262–268.
- [4] **Medovnikov Dan, Oganessian T., Rozmirovich S.** Candidates for the championship: Medium-sized high growth companies and state-run programs for their support // *Voprosy Ekonomiki*. 2016. No. 9.P. 50–66.
- [5] **Popov V.V.** Industrial Policy – How to Choose Industries that Should Be Supported // *Journal of the New Economic Association*. 2014. No. 2(22). P. 190–195.
- [6] **Bloom N.** Fluctuations in uncertainty // *Voprosy Ekonomiki*. 2016. No. 4. P. 30–55.
- [7] Экономическая карта. Характеристика основных показателей развития промышленности // Портал правительства Республики Крым. URL: <http://rk.gov.ru/rus/info.php?id=622015> (дата обращения: 28.01.2017).
- [8] **Henning Veland, Terje Aven.** Improving the risk assessments of critical operations to better reflect uncertainties and the unforeseen // *Safety Science*. 2015. Vol. 79. P. 206–212.
- [9] **Худякова Т.А.** Анализ современных научных подходов к построению интегрального показателя устойчивости предприятия // *Вестник НГИЭИ*. 2016. № 12(67). С. 122–130.
- [10] **Веретехин А.В.** Анализ актуальных методов оценки эколого-экономической безопасности предприятия // *Вестник Пермского университета*. Серия «Экономика». 2016. № 2 (29). С. 169–178.
- [11] **Орлов А.И.** Экономико-математические методы при управлении промышленной и экологической безопасностью // *Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ*. 2015. № 110(06). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/15.pdf> (дата обращения: 30.12.2016).
- [12] **Irina V. Klimova, Onishuk M.** The Legal Technology Mistake and Mistake in Qualifying: Cause and Effect. Mediterranean // *Journal of Social Sciences CSER Publishing, Rome-Italy*. 2015.Vol. 6, no. 6. P. 290–294.
- [13] **Копытко М.И.** Методология оценки уровня экономической безопасности промышленных предприятий // *Современные технологии управления*. 2014. № 7(43). URL: <http://sovman.ru/all-numbers/archive-2014/july2014/item/265-methodology-for-evaluation-of-economic-security-of-industrial-enterprises.html> (дата обращения: 28.12.2016).
- [14] **Uusitalo L., Lehikoinen An., Helle I., Myrberg K.** An overview of methods to evaluate uncertainty of deterministic models in decision support // *Environmental Modelling & Software*. 2015. Vol. 63. P. 24–31.
- [15] **Aleinikov A.V., Mal'tseva D.A., Miletskii V.P.** Information and information technologies as applied in political strategy modeling // *Scientific and Technical Information Processing*. 2016. Vol. 43, no. 2. P. 106–114.
- [16] **Перский Ю.К., Лепихин В.В., Семенова Е.В.** Методики и модели оценки промышленного предприятия как устойчивой системы // *Вестник Пермского университета. Серия «Экономика»*. 2015. № 1(24). С. 103–110.
- [17] **Rogachev A.F., Shevchenko A.A., Kuzmin V.A.** Assessment of ecological and economic security of industrial enterprises by methods of fuzzy logic // *SPIIRAS Proceedings*. 2013. No. 7(30). P. 77–87.

- [18] **Иванцова Е.А., Кузьмин В.А.** Управление эколого-экономической безопасностью промышленных предприятий // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 3. Экономика. Экология. 2014. № 5(28). С. 136–145.
- [19] **Каткова Н.В., Матушевская Е.А.** Методические и практические аспекты определения интегрального показателя уровня экономической устойчивости промышленных предприятий // Бизнес Информ. 2015. № 1. С. 252–257.
- [20] **Брынза Н.А., Гребенник И.В.** Информационное обеспечение процессов управления большими организациями в условиях неустойчивости внешней среды // Системы обработки информации. 2016. № 1(138). С. 66–75.
- [21] **Zadeh L.** Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes // IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. 1973. Vol. SMC-3, no. 1. P. 28–44.
- [22] **Милёхина О.В., Адова И.Б.** Сетевое взаимодействие институциональных единиц: проблемы и локализация точек роста стратегической результативности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2016. № 6(256). С. 97–111. DOI: 10.5862/JE.256.9
- [23] **Довгаль В.М., Воронин В.В.** Анализ разновидностей систем поддержки принятия решений в медицине с применением нечеткой логики // Auditorium. 2015. № 3(7). С. 1–5.
- [24] **Арошидзе А.А.** Оценка экономической устойчивости организаций железнодорожного транспорта Российской Федерации // Экономические науки. 2014. № 6(115). С. 30–34.
- [25] **Бульгина О.В.** Анализ реализуемости инновационных проектов по созданию наукоемкой продукции: алгоритмы и инструменты // Прикладная информатика. 2016. Т. 11, № 4(64). С. 94–107.
- [26] **Гильфанов М.Т.** Организационно-методический инструментарий оценки детерминантов и обеспечения экономической безопасности предприятия // Социально-экономические явления и процессы. 2013. № 8(054). С. 19–27.
- [27] **Ячменева В.М., Ячменев Е.Ф.** Обоснование математического инструментария оценки устойчивости в условиях неопределенности внешней среды // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем: сб. науч. труд. X Международ. школы-симпозиума АМУР-2016. Симферополь: КФУ им. В.И. Вернадского, 2016. С. 428–436.
- [28] **Borovik M.A., Shemberko L.V.** The challenges of information retrieval in social sciences and humanities and ways to overcome information barriers // Scientific and Technical Information Processing. 2016. Vol. 43, no. 2. P. 99–105.
- [29] **Подвесовский А.Г., Михалева О.А., Козлов Е.А., Вершинин А.А.** Математические модели и информационные технологии поддержки принятия решений в распределенных экспертных сетях // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. № 2(12). С. 134–146.
- [30] **Рязанцев В.И., Морозов А.В.** Методика проведения согласования экспертных оценок полученных путём индивидуального анкетирования методом анализа иерархий // Инженерный вестник. 2014. № 12. URL: <http://engsi.ru/doc/742182.html> (дата обращения: 28.01.2017).
- [31] **Brian Slack.** Delphi forecasting. The geography of transport systems. World Wide Web Project, 2017. URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/methods/ch4m3en.html> (дата обращения: 28.01.2017).
- [32] **Ротштейн А.П.** Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. 320 с.
- [33] **Терелянский П.В., Костикова А.В.** Разработка методики построения динамических нечетких моделей для оценки качества жизни населения // Аудит и финансовый анализ. 2013. № 4. С. 449–460.
- [34] **Восемь предприятий республики получат субсидии из республиканского и федерального бюджетов // Министерство промышленной политики Республики Крым.** URL: <http://mprom.rk.gov.ru/rus/index.htm/news/339204.htm> (дата обращения: 28.01.2017).

ВЕРЕТЁХИН Андрей Васильевич. E-mail: v_a_v_crimea@mail.ru
ЯЧМЕНЕВА Валентина Марьяновна. E-mail: v_lev@kafmen.ru

Статья поступила в редакцию 02.02.17

REFERENCES

- [1] **A.I. Tatarkin, O.A. Romanova, V.V. Akberdina,** Forming of High-Technology Sector in the Industrial Region, Journal of the New Economic Association, 2 (22) (2014) 200–205.
- [2] **I.K. Shevchenko, Y.V. Razvadovskaya, A.A. Marchenko, A.V. Khanina,** The harmonization of mechanisms for the strategic development of the national innovation system, Terra Economicus, 1 (15) (2017) 103–129.
- [3] **K.I. Grasmik, A.A. Nesterov,** Corporation for development as a tool to attract foreign investment, Studies on Russian Economic Development, 27 (3) (2016) 262–268.
- [4] **Dan Medovnikov, T. Oganessian, S. Rozmirovich,** Candidates for the championship: Medium-sized high

growth companies and state-run programs for their support, *Voprosy Ekonomiki*, 9 (2016) 50–66.

[5] **V.V. Popov**, Industrial Policy – How to Choose Industries that Should Be Supported, *Journal of the New Economic Association*, 2 (22) (2014) 190–195.

[6] **N. Bloom**, Fluctuations in uncertainty, *Voprosy Ekonomiki*, 4 (2016) 30–55.

[7] *Ekonomicheskaya karta. Kharakteristika osnovnykh pokazatelei razvitiia promyshlennosti*, Portal pravitel'stva Respubliki Krym. URL: <http://rk.gov.ru/rus/info.php?id=622015> (accessed January 28, 2017).

[8] **Henning Veland, Terje Aven**, Improving the risk assessments of critical operations to better reflect uncertainties and the unforeseen, *Safety Science*, 79 (2015) 206–212.

[9] **T.A. Khudyakova**, Analysis of modern scientific approaches to the construction of integral indicators of enterprises' sustainability, *Vestnik NGIEI*, 12 (67) (2016) 122–130.

[10] **A.V. Veretyokhin**, Analysis of topical estimation methods for environmental and economic enterprise security, *Vestnik Permskogo Universiteta. Seriya «Ehkonomika»*, 2 (29) (2016) 169–178.

[11] **A.I. Orlov**, *Ekonomiko-matematicheskie metody pri upravlenii promyshlennoi i ekologicheskoi bezopasnost'iu* [Economic-mathematical methods in control of industrial and ecological safety], *Politematicheskii setevoi jelektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (jelektronnyi nauchnyi zhurnal)* [Multidisciplinary network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University], 110 (06) (2015). URL: <http://ej.kuba.gru.ru/2015/06/pdf/15.pdf> (accessed January 28, 2017).

[12] **I.V. Klimova, M. Onishuk**, The Legal Technology Mistake and Mistake in Qualifying: Cause and Effect. Mediterranean, *Journal of Social Sciences CSER Publishing, Rome-Italy*, 6 (6) (2015) 290–294.

[13] **M.I. Kopytko**, *Metodologiya otsenki urovnia ekonomicheskoi bezopasnosti promyshlennykh predpriatii* [Level assessment Methodology of the industrial enterprises economic security], *Sovremennye tekhnologii upravleniia (jelektronnyj nauchnyj zhurnal)* [Modern technologies of management], 7 (43) (2014). URL: <http://sovman.ru/all-numbers/archive-2014/july2014/item/265-methodology-for-evaluation-of-economic-security-of-industrial-enterprises.html> (accessed January 28, 2017).

[14] **L. Uusitalo, An. Lehikoinen, I. Helle, K. Myrberg**, An overview of methods to evaluate uncertainty of deterministic models in decision support, *Environmental Modelling & Software*, 63 (2015) 24–31.

[15] **A.V. Aleinikov, D.A. Mal'tseva, V.P. Miletskii**, Information and information technologies as applied in political strategy modeling, *Scientific and Technical Information Processing*, 43 (2) (2016) 106–114.

[16] **Yu.K. Perskij, V.V. Lepihin, E.V. Semenova**, Valuation techniques and models of industrial enterprise-prises a sustainable system, *Vestnik Permskogo*

Universiteta. Seriya «Ehkonomika», 1 (24) (2015) 103–110.

[17] **A.F. Rogachev, A.A. Shevchenko, V.A. Kuz'min**, Assessment of ecological and economic security of industrial enterprises by methods of fuzzy logic, *SPIIRAS Proceedings*, 7 (30) (2013) 77–87.

[18] **E.A. Ivantsova, V.A. Kuz'min**, Management of Environmental and economic security of industrial enterprises, *Science Journal of VolSU, Global Economic System*, 5 (28) (2014) 136–145.

[19] **N.V. Katkova, E.A. Matushevskaya**, Methodical and practical aspects of the definition of the integral index of the level of economic stability of industrial enterprises, *BIZNES INFORM*, 1 (2015) 252–257.

[20] **N.A. Brynza, I.V. Grebennik**, Information support of management processes for large organizations under the ambient conditions of instability, *Information Processing Systems*, 1 (138) (2016) 66–75.

[21] **L. Zadeh**, Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes, *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern, SMC-3* (1) (1973) 28–44.

[22] **O.V. Milekhina, I.B. Adova**, Network interaction of institutional units: problems and defining points of growth for strategic effectiveness, *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 6 (256) (2016) 97–111. DOI: 10.5862/JE.256.9

[23] **V.M. Dovgal', V.V. Voronin**, Analysis variety of decision support systems in medicine with the use of fuzzy logic, *Auditorium*, 3 (7) (2015) 1–5.

[24] **A.A. Aroshidze**, Estimation of economic stability of the institutions of the Russian Federation railway transport, *Economic sciences*, 6 (115) (2014) 30–34.

[25] **O.V. Bulygina**, Feasibility of innovative projects to develop high-tech products: the algorithms and tools, *Applied Informatics*, 11 (4(64)) (2016) 94–107.

[26] **M.T. Gilfanov**, Organization and methodologic tools for assessing the determinants and ensuring the economic security of an enterprise, *Social and economic processes*, 8(054) (2013) 19–27.

[27] **V.M. Yachmeneva, E.F. Yachmenev**, Justification mathematical tools for assessing sustainability in an uncertain external environment. Analysis, modeling, management, development of socio-economic systems: Digest of scientific art. X Intern, The School Symposium AMUR-2016, Simferopol, CFU(V.I. Vernadsky) (2016) 428–436.

[28] **M.A. Borovik, L.V. Shemberko**, The challenges of information retrieval in social sciences and humanities and ways to overcome information barriers, *Scientific and Technical Information Processing*, 43 (2) (2016) 99–105.

[29] **A.G. Podvesovskiy, O.A. Mikhaleva, Ye.A. Kozlov, A.A. Vershinin**, Mathematical Models and Information Technology for Decision Support in Distributed Expert Networks, *Modern information technologies and IT education*, 12 (2) (2016) 134–146.

[30] **V.I. Ryazantsev, A.V. Morozov**, Methodology for the coordination of expert assessments obtained through an individual questionnaire using the hierarchy analysis method, *Inzhenernyy vestnik. The engineering bulletin. Electronic scientific and technical journal*, 12 (2014). URL: <http://engsi.ru/doc/742182.html> (accessed January 28, 2017).

[31] **Brian Slack**, Delphi forecasting. The geography of transport systems. World Wide Web Project, 2017. URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/methods/ch4m3en.html> (accessed January 28, 2017).

[32] **A.P. Rothstein**, Intellectual identification technology: fuzzy logic, genetic algorithms, neural networks, Vinnitsa, UNIVERSUM-Vinnitsa, 1999.

[33] **P.V. Terelyansky, A.V. Kostikova**, Development of the method of constructing dynamic fuzzy models to assess the quality of life, *Audit and financial analysis*, 4 (2013). 449–460.

[34] Vosem predpriatii respubliki poluchat subsidii iz respublikanskogo i federal'nogo biudzheto, Ministerstvo promyshlennoi politiki Respubliki Krym. URL: <http://mprom.rk.gov.ru/rus/index.htm/news/339204.htm> (accessed January 28, 2017).

VERETYOKHIN Andrei V. E-mail: v_a_v_crimea@mail.ru

YACHMENOVA Valentina M. E-mail: v_lev@kafmen.ru