

УДК 65.011.4:658.5:51-77:004.891.2

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГОСОБОРОНЗАКАЗА В СТРУКТУРЕ КОНЦЕРНА

¹Мовтян Б.А., ²Данилаев Д.П.¹АО «Калужский электромеханический завод», Калуга, e-mail: bmovt@list.ru;²Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, e-mail: danilaev.reku@kstu-kai.ru

Для оценки производственной, организационной, управленческой эффективности на дочерних предприятиях при выполнении ими контрактов по гособоронзаказу возможно применение экспертных мнений для формализации информационных потоков и формирования единой шкалы оценок. Необходима разработка методов и механизмов управления потоками информации, оценки эффективности поэтапного выполнения каждого контракта и обеспечения поддержки принятия управляющих решений. Цель статьи: развитие методов и моделей обработки информации и поддержки принятия решений относительно эффективности выполнения гособоронзаказа при взаимодействии управляющей компании с дочерними предприятиями в структуре концерна. Механизмы формирования потоков информации представляют собой ряд организационных мероприятий, включающих сбор, обработку, систематизацию информации, определение ее достоверности. Проведенный анализ существующих подходов к решению таких задач показал, что принятие решений удобно осуществлять с применением экспертного подхода. Поскольку исходная информация для принятия решения об эффективности выполнения контракта по ГОЗ носит нечеткий характер, то само решение также является нечетким. Поэтому целесообразно использовать аппарат нечеткой логики. На основе методов теории нечетких множеств разработана модель оценки достоверности информации о ходе выполнения контрактов дочерними предприятиями концерна, а также модель оценки рисков выполнения гособоронзаказа. Лингвистические переменные математических моделей выбираются в соответствии с формализованными факторами риска. Сопоставление численных оценок выходных показателей моделей позволяет ранжировать список контрактов по достоверности собранной информации и по опасности срыва их выполнения. Практическая значимость предложенного подхода и разработанных математических моделей состоит в том, что их легко алгоритмизировать и реализовать в составе автоматизированных систем организационного управления.

Ключевые слова: менеджмент промышленного концерна, управление гособоронзаказом, эффективность гособоронзаказа, нечеткие модели

THE DECISION-MAKING SUPPORTING METHODS AND MODELS FOR THE STATE DEFENSE ORDER FULFILLMENT EFFICIENCY IMPROVING AT THE CONCERN STRUCTURE

¹Movtyan B.A., ²Danilaev D.P.¹Kaluga Electromechanical Plant, Kaluga, e-mail: bmovt@list.ru;²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, e-mail: danilaev.reku@kstu-kai.ru

The expert opinions method can be used to formalize information flows and a single scale of assessments form to assess the operational, organizational, managerial effectiveness of the state defense orders contracts performance. We need to develop information flow control mechanisms and methods of the effectiveness evaluate of the each contract phased implementation, and methods of the management decisions support. The purpose of the article: the development of methods and models for processing information and decision-making supporting for the state defense order regarding effectiveness at the management company of the concern with its subsidiaries interaction. Mechanisms for the information flows formation are a series of organizational activities, including the information collection, processing, systematization, and its reliability determining. Analysis of the such problems solution existing approaches has shown that making decisions is convenient with the expert approach using. The decision itself is uncertain as the initial information for the contract implementation effectiveness decision making is fuzzy. Therefore, it is advisable to use fuzzy logic. The information for the state defense order contracts implementation reliability assessing model was developed based on the fuzzy logic methods. Also the risks assessing model of the state defense order fulfilling was developed. The linguistic variables of the mathematical models are chosen in accordance with formalized risk factors. The numerical estimates of the models output indicators comparison permit to rank the contracts list according to the collected information reliability and their performance disruption risks. The practical significance of the proposed approach and developed mathematical models is that they are easily algorithmized and implemented as part of organizational management automated systems.

Keywords: management of the defense industry concern, the state defense order management, the effectiveness of state defense order, fuzzy decision support models

Система управления выполнением отдельных контрактов по гособоронзаказу (ГОЗ) дочерними предприятиями на уровне промышленного концерна оборонно-промышленного комплекса (ОПК) позволяет

повысить их эффективность на основе более широкого выбора стратегий, подходов, интеграции и распределения ресурсов [1]. В связи с формированием системы корпоративного контроля и управления эффек-

тивностью выполнения контрактов по ГОЗ необходима организация соответствующего взаимодействия управляющей компании и дочерних предприятий. Выделение этапов выполнения производственных программ позволяет получить контрольные точки оценки эффективности выполнения ГОЗ на этапах производства продукции [1]. Необходимо разработать методы и механизмы оценки эффективности поэтапного выполнения каждого контракта ГОЗ и обеспечения поддержки принятия управляющих решений.

Цель исследования: развитие методов и моделей обработки информации и поддержки принятия решений относительно эффективности выполнения ГОЗ при взаимодействии управляющей компании с дочерними предприятиями в структуре концерна.

*Методы обработки информации
в системе корпоративного управления
эффективностью выполнения
гособоронзаказа*

Мониторинг эффективности выполнения контрактов по ГОЗ дочерними предприятиями Концерна со стороны управляющей компании ведется на основе системы показателей [2]. Основа эффективной работы на предприятиях ОПК – обеспечение постоянного контроля отклонений [3]. Для каждого этапа выполнения отдельного контракта формируется свой перечень показателей. В структуре концерна дочерние предприятия могут выполнять разные, не связанные между собой контракты по ГОЗ, выпускать различную номенклатуру продукции. При этом качественные и количественные показатели эффективности выполнения ГОЗ в каждом конкретном случае могут отличаться.

Механизмы формирования и управления потоками информации представляют собой ряд организационных мероприятий, включающих сбор, обработку, систематизацию информации, определение ее достоверности. Возникает достаточно большой объем собранной информации по показателям, которые, с одной стороны, дополняют друг друга, с другой стороны, требуют согласования между собой. Эта информация является избыточной и сложной для анализа на верхнем уровне менеджмента.

На уровне корпоративного менеджмента выделяются задачи: проверки достоверности собранной информации, а также обобщения и анализа собранной информации. Степень обобщения и уровень детализации анализа при обработке информации должны обеспечить выделение существенных для планируемых результатов явлений и процессов, исключая при этом «зашумленность» незначимыми отклонениями и возмущениями.

Вторая задача требует группировки частных показателей, наиболее значимых для того или иного фактора риска выполнения производственной программы.

Для обработки информации и поддержки принятия решений могут быть применены известные методы анализа данных [4]. Среди них методы: статистической обработки информации; нечеткой логики; «мозгового штурма»; теории графов и др. Реализации частных показателей в общем случае носят случайный характер. В этом случае оценку, а также принятие решений удобно осуществлять с применением экспертного подхода. Для сокращения числа экспертных оценок по проектам целесообразным представляется подход, основанный на факторном анализе групп показателей (анализ факторов риска) [5].

Для организационных систем сохраняется вероятностный характер влияния промежуточных показателей на результат выполнения работы, проявляется сложная взаимосвязь различных факторов риска. Поскольку исходная информация для принятия решения об эффективности выполнения контракта по ГОЗ носит нечеткий характер, то само решение также является нечетким. В этой связи в рамках данной работы предложено использовать аппарат нечеткой логики [6].

*Модель оценки достоверности
информации об эффективности
выполнения гособоронзаказа
в структуре концерна*

Каждый фактор риска на этапах производства вооружений и военной техники характеризуется соответствующей группой показателей (трудовые ресурсы, производственные фонды, финансы, качество продукции, сроки). Эксперты в соответствии с их специализацией для каждого реализуемого проекта оценивают показатели – каждый в своей области, на предмет соответствия установленным нормам. Выявленные экспертами малые или критические отклонения от нормативных значений показателей характеризуют факторы риска выполнения контрактов ГОЗ. Такой подход позволяет осуществлять независимую или перекрестную экспертизу проектов. Появляется возможность оценить согласованность экспертных мнений, взаимосвязь оценок по группам факторов риска.

Оценку достоверности рационально осуществить путем сопоставления экспертных оценок по факторам риска с учетом их взаимосвязи: при появлении отклонений в одной группе показателей следует ожидать отклонений в других. Для построения нечеткой модели в виде базы нечетких

правил вывода введем входные лингвистические переменные, соответствующие экспертным оценкам по группам показателей:

X_1 = «Эффективность использования трудовых ресурсов по показателям» с универсальным множеством $U(X_1) = [0, 1]$. Терм-множество $T(X_1) = \{\text{«норма»}, \text{«отклонения»}, \text{«критические отклонения»}\}$.

X_2 = «Эффективность использования производственных фондов «по показателям»» с универсальным множеством $U(X_2) = [0, 1]$. Терм-множество $T(X_2) = \{\text{«норма»}, \text{«отклонения»}, \text{«критические отклонения»}\}$.

X_3 = «Эффективность использования финансовых средств» с универсальным множеством $U(X_3) = [0, 1]$. Терм-множество $T(X_3) = \{\text{«норма»}, \text{«отклонения»}, \text{«критические отклонения»}\}$.

X_4 = «Качество выполнения заказа» с универсальным множеством $U(X_4) = [0, 1]$. Терм-множество $T(X_4) = \{\text{«норма»}, \text{«отклонения»}, \text{«критические отклонения»}\}$.

X_5 = «Оценка динамики производства». Универсальное множество переменной X_5 содержит два значения: 0 и 1. Терм-множество $T(X_5) = \{\text{«норма»}, \text{«отклонения»}, \text{«критические отклонения»}\}$.

Выход нечеткой модели формализуется лингвистической переменной $Y = \text{«Оценка достоверности информации»}$, с универсальным множеством $U(Y) = [0, 1]$. Терм-множество $T(Y) = \{\text{«достоверна»}, \text{«не достоверна»}\}$.

Для терм-множеств каждой лингвистической переменной $T(x_i) = \{t_i^1, t_i^2, \dots, t_i^n\}$ экспертами определяются функции принадлежности $\mu_{t_j^i}(u), j = \overline{1, n}$ (рис. 1) с характерными точками, имеющими следующий смысл: u_1 – минимальное значение переменной на множестве $U(X_i)$, которое не принадлежит значению лингвистической переменной; u_2 – минимальное значение переменной, которое точно принадлежит значению лингвистической переменной; u_3 – максимальное значение переменной, которое точно принадлежит значению лингвистической переменной; u_4 – максимальное значение переменной, которое не принадлежит значению лингвистической переменной.

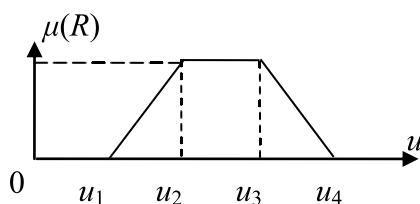


Рис. 1. Описание функций принадлежности лингвистических переменных

Пример функций принадлежности для терм-множеств входных и выходной лингвистических переменных приведен на рис. 2.

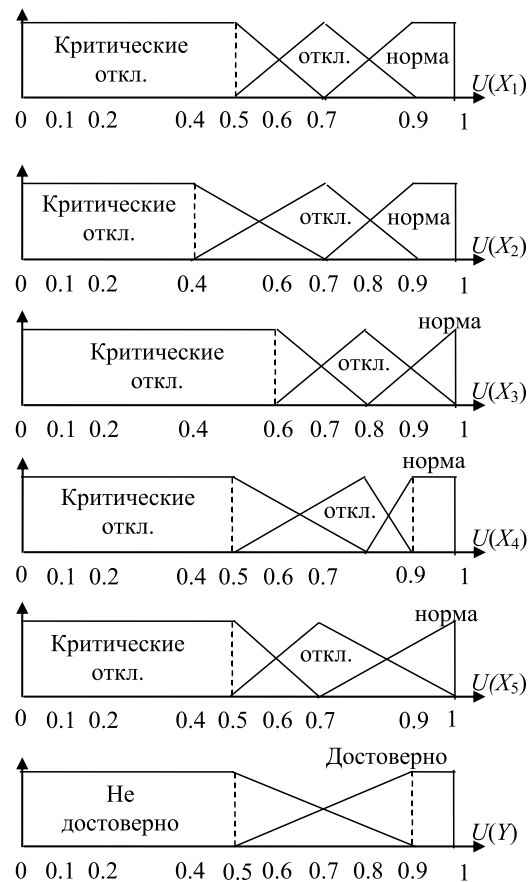


Рис. 2. Функции принадлежности входных и выходной лингвистических переменных нечеткой модели проверки достоверности информации

Система нечетко-продукционных правил нечеткой модели сформирована на основе обобщения опыта работы экспертного сообщества и включает 153 правила. Приведем некоторые из них:

1. Если $T(X_1) = \text{критические отклонения}$, И $T(X_2) = \text{критические отклонения}$, И $T(X_3) = \text{критические отклонения}$ ТО $T(X_4) = \text{критические отклонения}$ ТО $T(Y) = \text{достоверно}$.

2. Если $T(X_1) = \text{норма}$, И $T(X_2) = \text{норма}$, И $T(X_3) = \text{критические отклонения}$ ТО $T(Y) = \text{не достоверно}$.

3. Если $T(X_1) = \text{отклонения}$, И $T(X_2) = \text{отклонения}$ И $T(X_3) = \text{критические отклонения}$, И $T(X_4) = \text{критические отклонения}$ ТО $T(Y) = \text{не достоверно}$.

...
153. Если $T(X_1) = \text{критические отклонения}$, И $T(X_2) = \text{критические отклонения}$ И $T(X_3) = \text{критические отклонения}$, И $T(X_4) = \text{отклонения}$, И $T(X_5) = \text{критические отклонения}$ ТО $T(Y) = \text{достоверно}$.

Агрегирование нечетких правил и аккумуляцию решения в системе нечеткого вывода осуществим по алгоритму Мамдани [6, 7]. Дефаззификация в системе нечеткого вывода позволяет перейти от функций принадлежности выходной лингвистической переменной к четкому, числовому значению оценки достоверности информации. Приведение к четкости проводится центроидным методом:

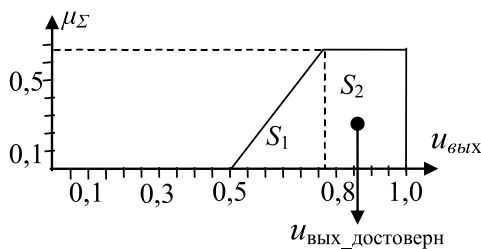
$$u_{\text{вых}} = \frac{\sum_{i=1}^n u_{\text{вых}_i} \cdot \mu_{\Sigma}(u_{\text{вых}_i})}{\sum_{i=1}^n \mu_{\Sigma}(u_{\text{вых}_i})} \quad (1)$$

Рассмотрим пример применения модели оценки достоверности информации об эффективности выполнения ГОЗ по экспертным оценкам. Пусть по собранному множеству показателей о ходе выполнения ГОЗ, для трех анализируемых контрактов K_1, K_2, K_3 , в соответствии с разработанной методологией определены экспертные оценки (табл. 1).

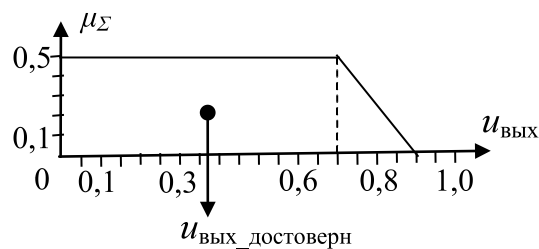
Таблица 1
Значения входных переменных на множестве $U(X_i)$

Контракт	$U(X_1)$	$U(X_2)$	$U(X_3)$	$U(X_4)$	$U(X_5)$
K_1	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9
K_2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5
K_3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,8

С учетом принятых интервалов значений входных и выходной лингвистических переменных (рис. 2) осуществляется про-



а)



б)

Рис. 4. Дефаззификация выходной переменной по методу Мамдани для: а) Контракта K_2 ; б) Контракта K_3

цедура нечеткого вывода для каждого контракта по известным методикам [6]. Вывод функции принадлежности выходной переменной по алгоритму Мамдани позволяет получить точки ее перегиба (рис. 3): $\mu_{\Sigma}(0,5) = 0$; $\mu_{\Sigma}(0,7) = 0,5$; $\mu_{\Sigma}(1) = 0,5$; $\mu_{\Sigma}(\Gamma) = 0$. Оценка достоверности информации в соответствии с (1):

$$u_{\text{вых}} = \frac{\sum_{i=1}^n u_{\text{вых}_i} \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = 0,796 \approx 0,8, \quad (2)$$

где $u_{\text{вых}_i}$ – центр тяжести фигуры, выделенной под частью функции принадлежности, а S_i – площадь этой фигуры (рис. 3).

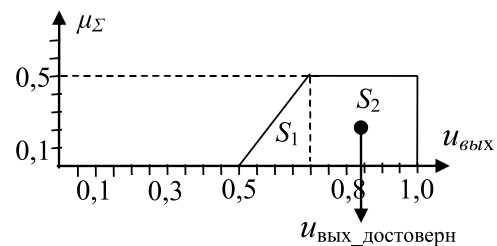


Рис. 3. Дефаззификация выходной переменной для первого контракта по методу Мамдани

Аналогично для второго и третьего контрактов процедура нечеткого вывода позволяет получить вид функции принадлежности нечеткого вывода, представленный на рис. 4, а, и рис. 4, б, соответственно. Результаты расчетов для трех вариантов сведены в табл. 2.

Таблица 2
Результаты оценки достоверности информации об эффективности выполнения ГОЗ по примерам для трех контрактов

Контракт	Численная оценка показателя	Лингвистическая оценка достоверности информации
K_1	0,796	Достоверно (высокая достоверность)
K_2	0,8088	Достоверно (высокая достоверность)
K_3	0,4021	Не достоверно

Численные значения выходной переменной являются более дифференцированными по сравнению с лингвистической выходной переменной. Сопоставление показателей достоверности информации позволяет ранжировать список контрактов по точности экспертных оценок и исключить принятие решений по заведомо недостоверной информации.

Представленная оценка достоверности информации может использоваться также для проверки согласованности экспертных мнений. При этом полагается: что все эксперты не могут ошибаться одновременно и в равной степени. Тогда результат не достоверности информации свидетельствует о необходимости дополнительной, более тщательной экспертизы сведений, с возможным привлечением другого состава экспертов.

Модель оценки риска выполнения гособоронзаказа дочерними предприятиями концерна

Экспертные оценки собранных множеств показателей позволяют оценить риски выполнения ГОЗ дочерними предприятиями в структуре концерна. Дифференциальная оценка показателя риска позволит выявить наиболее уязвимые этапы производства по контрактам и учитывать их при распределении ресурсов внутри концерна.

Для построения нечеткой модели в виде базы нечетких правил вывода используются входные лингвистические переменные предыдущей модели. Выход нечеткой модели формализуется лингвистической переменной $Y = \text{«Риск выполнения контракта»}$, с универсальным множеством $U(Y) = [0, 1]$. Терм-множество $T(Y) = \{\text{«отсутствует»}, \text{«низкий»}, \text{«средний»}, \text{«критический»}\}$.

Вид функций принадлежности для терм-множеств входных и выходной лингвистических переменных приведен на рис. 5. Система нечетко-продукционных правил модели сформирована на основе обобщения опыта работы экспертного сообщества и включает 69 правил нечеткой модели. Приведем некоторые из них:

1. Если $T(X_3) = \text{критические отклонения}$, ТО $T(Y) = \text{критический}$.
2. Если $T(X_4) = \text{критические отклонения}$, ТО $T(Y) = \text{критический}$.
3. Если $T(X_3) = \text{критические отклонения}$, И Если $T(X_4) = \text{отклонения}$, ТО $T(Y) = \text{критический}$.
4. Если $T(X_1) = \text{критические отклонения}$, И $T(X_2) = \text{критические отклонения}$, ТО $T(Y) = \text{критический}$.
- ...
69. Если $T(X_1) = \text{норма}$, И $T(X_2) = \text{норма}$, И $T(X_3) = \text{норма}$, И $T(X_4) = \text{норма}$, И $T(X_5) = \text{норма}$, ТО $T(Y) = \text{отсутствует}$.

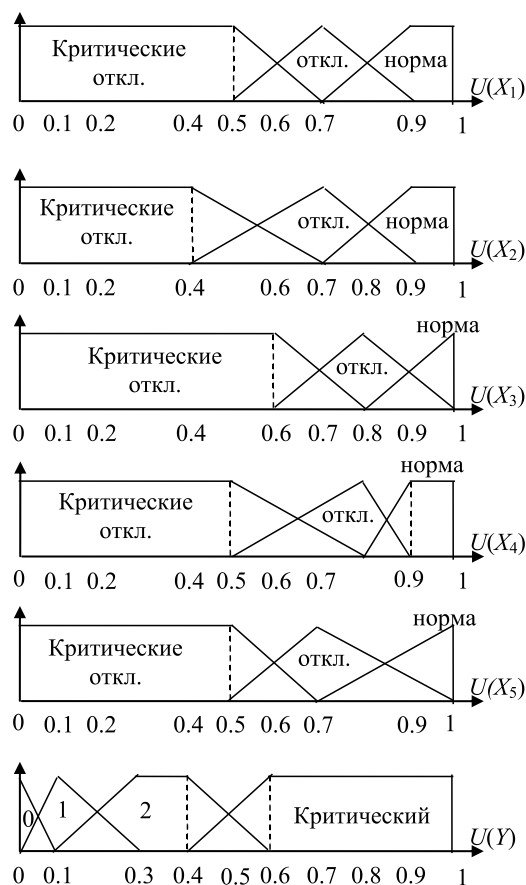


Рис. 5. Функции принадлежности входных и выходной лингвистических переменных нечеткой модели оценки риска выполнения контракта по ГОЗ. Обозначения на графике $\mu_i(u)$: 0 – риск отсутствует; 1 – риск низкий; 2 – риск средний

Агрегирование нечетких правил и аккумуляция решения в системе нечеткого вывода осуществляется по алгоритму Мамдани [6, 7]. Дефаззификация в системе нечеткого вывода позволяет перейти от функций принадлежности выходной лингвистической переменной к четкому, числовому значению оценки риска выполнения контракта по ГОЗ. Приведение к четкости проводится аналогично (1).

В ходе разработки приведенных выше нечетких моделей проведено их обучение, настройка. Полнота представленных математических моделей обеспечивается за счет перебора достаточного количества обучающих выборок при их проектировании.

Заключение

Проведенный анализ подходов к решению задач проверки достоверности собранной информации, а также ее обобщения с целью обеспечения управляющих решений показал, что анализ удобно осуществ

влять с применением экспертного подхода. На основе методов теории нечетких множеств разработана модель оценки достоверности информации о ходе выполнения контрактов по ГОЗ дочерними предприятиями концерна, а также модель оценки риска выполнения контрактов по ГОЗ дочерними предприятиями концерна. Численные оценки выходного показателя моделей являются более дифференцированными по сравнению с лингвистической выходной переменной. Сопоставление численных оценок выходного показателя риска позволяет ранжировать список контрактов по опасности срыва их выполнения и обеспечить принятие решений по наиболее опасным ситуациям. Разработанные модели могут использоваться для любого числа контрактов и предприятий.

Практическая значимость предложенного подхода и разработанных математических моделей состоит в том, что их легко алгоритмизировать и реализовать в составе автоматизированных систем организационного управления.

Список литературы

1. Мовтян Б.А., Данилаев Д.П. Задачи и методы корпоративного управления эффективностью выполнения гособоронзаказа // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 8. С. 24–26.
2. Голубев М.П. Методика повышения эффективности управления холдингом // Финансы и кредит. 2006. № 2 (206). С. 28–33.
3. Ерыгин Ю.В., Рагозина М.А. Инструменты стратегического планирования производственной программы предприятий оборонно-промышленного комплекса // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2011. № 2 (35). С. 197–201.
4. Булыгина О.В., Емельянов А.А., Емельянова Н.З., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: учеб. пособие; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. 450 с.
5. Солодимова Г.А., Мешалкина Н.Н. Риск-менеджмент как инструмент повышения конкурентоспособности промышленного предприятия // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. № 4. С. 110–121.
6. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. 2-е изд. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. 284 с.
7. Рубанов В.Г., Филатов А.Г., Рыбин И.А. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: учебное пособие [Электронный ресурс]. URL: <http://nrsu.bstu.ru> (дата обращения: 20.07.2018).