

## Раздел 5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 658.716

НЕЧЁТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ УЧАСТНИКА ПРОЦЕДУРЫ ЗАКУПКИ  
В СФЕРЕ СПЕЦИАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВАБирюкова Елена Михайловна (*litovaelena@mail.ru*)

Волинский Владимир Юльевич

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

В работе исследован процесс оценки участника процедуры закупки и разработана математическая модель, позволяющая оценить участника процедуры закупки на основе теории нечетких множеств. Объектом исследования стало Федеральное агентство специального строительства Спецстрой России.

*Ключевые слова:* процедура закупки, система оценки, аддитивная модель, нечеткая модель.

На сегодняшний день организация закупочной деятельности остаётся очень важным и актуальным вопросом как в целом в стране, так и в отдельных отраслях. Организация закупок в сфере специального строительства мало изучена. Механизмы закупочной деятельности реализуются с нарушениями, которые плохо отслеживаются контролирующими органами. Кроме того, не хватает утвержденных процедур как при проведении закупки, так при выборе способа закупки, способа оценки и выбора поставщика.

Целью исследования стало совершенствование механизма государственных закупок в сфере специального строительства, повышение эффективности процесса выбора поставщика в процедуре закупки на примере ФАСС

Спецстрой России. Среди основных задач - создание критериальной системы оценки поставщика, участвующего в процедуре закупки, и разработка нечеткой многоуровневой модели оценки участника процедуры закупки в сфере специального строительства.

Исследование закупок на основе открытой информации сайта государственных закупок *zakupki.gov.ru*, а также анализ множества договоров по категориям «Кровельные материалы» и «Сэндвич панели» ФАСС «Спецстрой России» за 2013-2015 гг. показало, что большая часть закупок выполняется способом «запрос котировок». Результаты исследования представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Диаграммы с выделением способов закупок по категориям «Сэндвич панели» и «Кровельные материалы» за 2013-2015 гг.

При закупке способом «запрос котировок» поставщики конкурируют между собой по цене, что несет в себе большую вероятность коррупционного сговора между заказчиком и поставщиком по организации победы конкретного поставщика. Способ закупки «у единственного поставщика» вообще не является конкурентным. К сожалению, такой способ закупки как «Запрос предложений» в исследуемых закупках применялся гораздо реже, хотя является конкурентным способом закупки и содержит условия для более тщательного отбора поставщика.

В связи с вышесказанным видится необходимым переход на более адекватные и демократичные способы закупки, а именно те, которые позволяют оценить поставщика по качественным критериям. Существует два способа закупки, которые по Положению о закупках Федерального агентства специального строительства «Спецстрой России» в обязательном порядке в процессе оценки поставщика должны содержать критерии. Такими способами закупки являются «конкурс», где обязательно в оценки поставщиков должны присутствовать минимум два критерия, включая цену. Вторым способом,

где заказчик может в процессе оценки использовать неограниченное количество критериев (предварительно обозначив их в закупочной документации), является «запрос предложений».

Ввиду того, что массовое использование процедуры «Запрос предложений» требует значительных усилий высококвалифицированных специалистов и времени видится целесообразным разработку нечеткой модели оценки участника закупки в сфере специального строительства. Применение теории нечетких множеств к моделированию процесса выбора поставщика обосновано, т.к. информация, используемая для оценки участника процедуры закупки, нечеткая, а сама оценка проводится без влияния субъективных факторов. Данная модель позволит сократить время работы с информацией о поставщиках, организовать оценку участников процедуры закупки объективнее, без коррупционного вмешательства, автоматизировано, на основании математической зависимости переменных.

На первом этапе работы на основе детального анализа механизма закупки, исследования текста Положения о закупках ФАСС Спецстрой России была разработана функциональная модель процесса закупки способом «запрос предложений» с 3-мя уровнями декомпозиции в нотации IDEF0, представленная на рисунке 2. Особое внимание было уделено этапу выбора поставщика, как наиболее экономически важному процессу в ходе всей закупочной деятельности.

В процессе выполнения второго этапа исследования была разработана аддитивная модель оценки участника процедуры закупки. В основе модели многоуровневая иерархичная система критериев оценки участника процедуры закупки, которая представлена на рисунке 3. Особенностью системы является всесторонняя и комплексная оценка участника закупки. На основе обработки результатов экспертного опроса сотрудников ФАСС «Спецстрой России» с помощью метода анализа иерархий (МАИ) была определена весомость критериев по группам.

Сформированная многоуровневая система позволяет быстрее и объективнее выбрать потенциального поставщика и начать с ним рабо-

ту [1]. Представленная система имеет существенный недостаток: оценку поставщиков делают, люди, члены экспертной комиссии, весомость критериев выставляется методом экспертной оценки, что снижает объективность выбора лучшего поставщика.

Следующим этапом исследования стала разработка нечеткой многоуровневой модели оценки поставщика, структура которой представлена на рисунке 4.

Представленная модель имеет три уровня, поскольку создана на основе трёхуровневой системы оценки участников процедуры закупки, представленной на рисунке 3. На первом уровне модели в каждую базу знаний подаются данные 2-5 показателей. Выходные переменные первого уровня используются как входные переменные второго уровня. Второй уровень модели имеет всего одну базу знаний. В эту базу правил включаются 5 из 7 входных переменных первого уровня. Выходная переменная (Qualification) и две другие (LevelContractRel и SystemQuality) с предыдущего уровня становятся входными переменными для базы знаний последнего, третьего уровня. На этом уровне на выходе формируется переменная – оценка участника закупки.

Для разработки нечеткой модели была проведена фаззификация всех показателей. В основе построения термов положено использование трапецеидальных и треугольных функций, что связано с определением разных интервальных значений критериев оценки. Кроме того было сформировано 9 баз знаний, которые определяют механизм нечеткого вывода и формирование поверхности вывода, как по группам, так и в целом по всем показателям.

В основе построения термов положено использование трапецеидальных и треугольных функций, что связано с ограниченным объемом статистических данных для их построения. Трапецеидальные и треугольные функции в совокупности позволяют описать терм несколькими интервалами с наиболее вероятными значениями. Пример построения терма для показателя «Коэффициент обеспеченности предприятия материальными ресурсами» (ProvisorSours) представлен на рисунке 5.

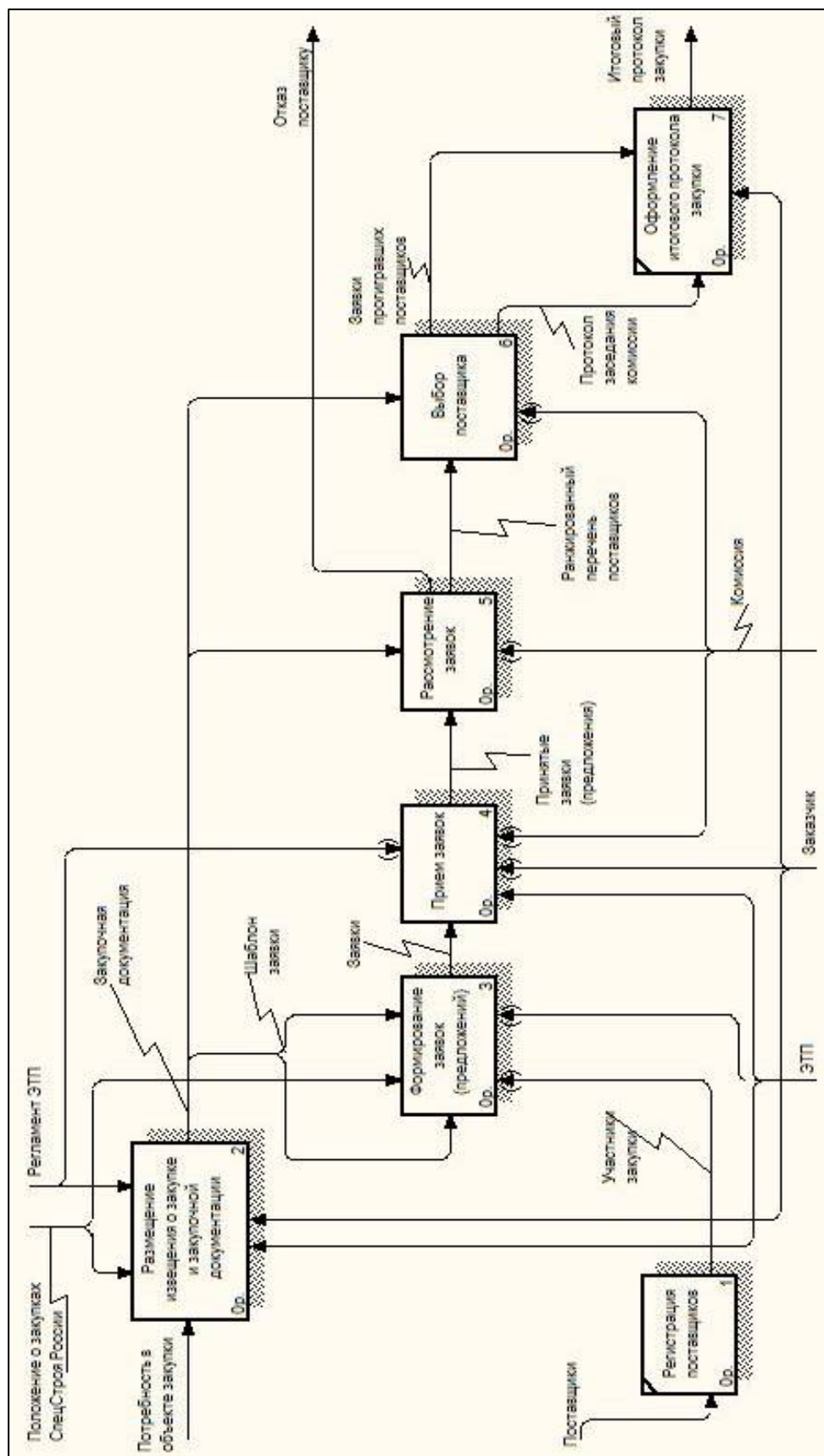


Рисунок 2. Функциональная модель процесса «Запрос предложений» в нотации IDEF0

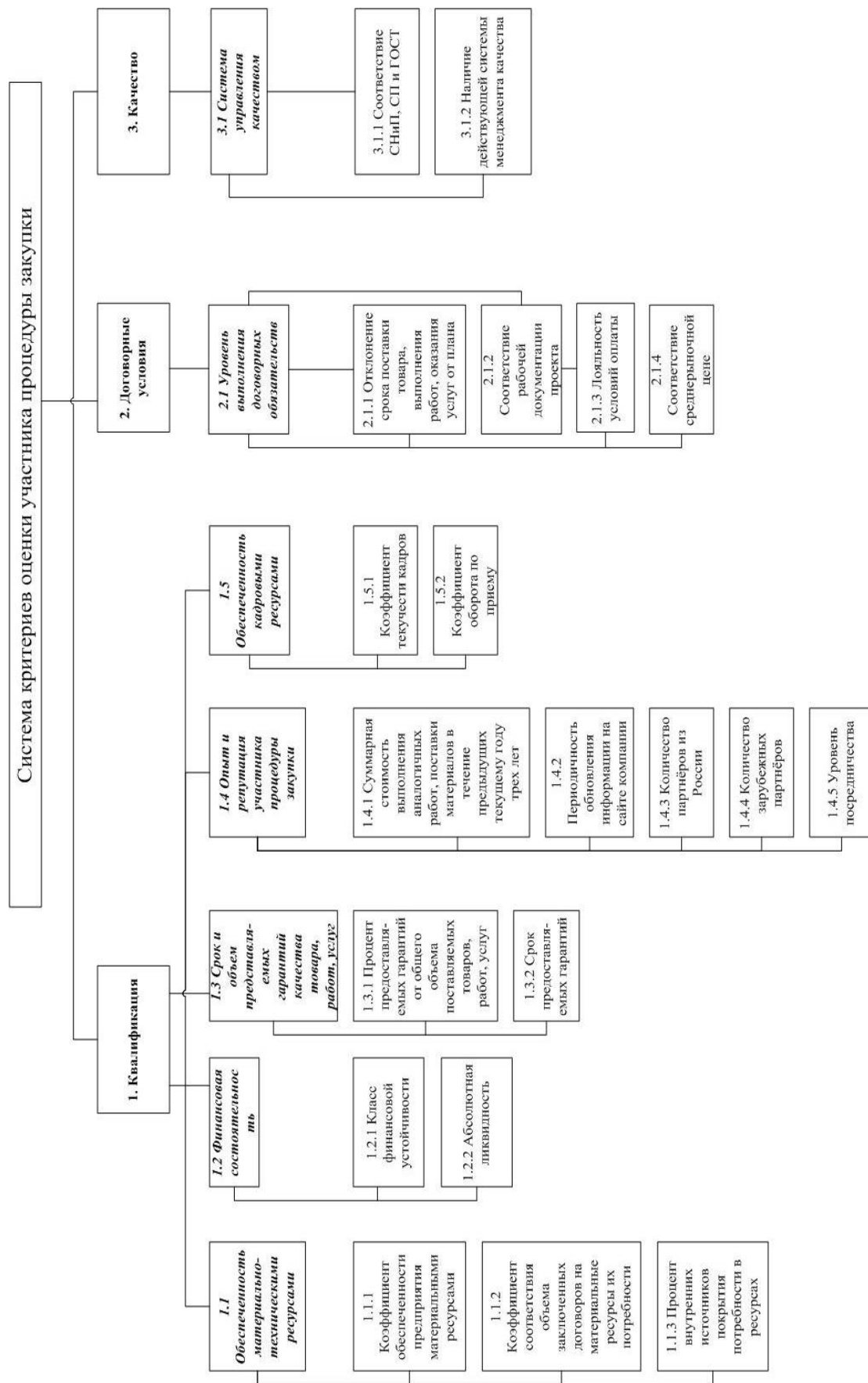


Рисунок 3. Система показателей, критериев и групп критериев системы оценки поставщика в процессе «Выбор поставщика»

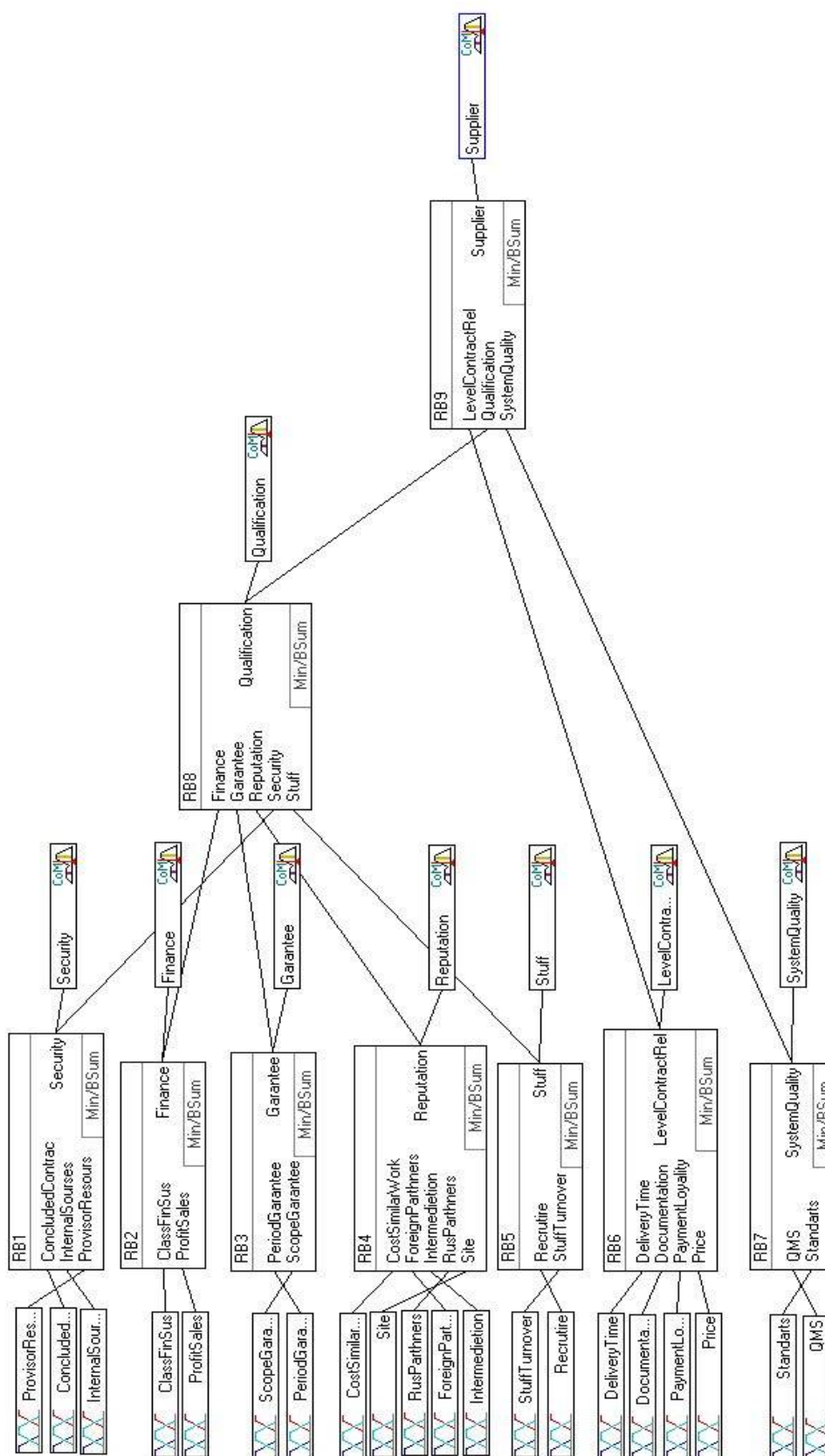
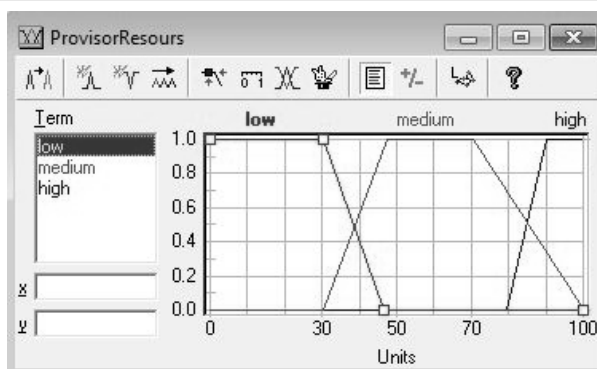


Рисунок 4. Нечёткая многоуровневая модель оценки поставщика



**Рисунок 5. График функции принадлежности для термов лингвистической переменной «Коэффициент обеспеченности предприятия материальными ресурсами» (ProvisorSours)**

Математическое описание термов представлено формулами 1, 2 и 3.

$$f_T(x, a, b) = \begin{cases} 1, & x \leq 30 \\ \frac{48-x}{48-30.01}, & 30.01 < x < 48 \\ 0, & x \geq 48.01 \end{cases} \quad (1)$$

$$f_T(x, a, b) = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30.01}{48-30.01}, & 30.01 < x < 48 \\ 1, & 48.01 \leq x \leq 70 \\ \frac{100-x}{100-70}, & 70.01 \leq x \leq 100 \\ 0, & 70.01 \geq x \end{cases} \quad (2)$$

$$f_T(x, a, b) = \begin{cases} 0, & x \leq 80 \\ \frac{x-80}{90-80}, & 80.01 < x < 90 \\ 1, & 90.01 \geq x \end{cases} \quad (3)$$

Кроме того было сформировано 9 баз знаний, которые определяют механизм нечеткого вывода и формирование поверхности вывода, как по группам, так и в целом по всем показателям. Входными переменными для первых 7 баз правил стали показатели оценки поставщика, выходными – критерии оценки поставщика. На следующем уровне автоматизированной системы 1 база правил сформирована для первых пяти критериев оценки поставщика, использованных в качестве входных Turnoverпеременных, а также из выходной переменной «Квалификация» (Qualification). Критерии оценки поставщика «Уровень договорных отношений» (LevelContractRel) и «Система качества» (SystemQuality) стали входными переменными для базы правил на третьем уровне. В качестве входящей переменной к ним также добавилась переменная «Квалификация» (Qualification). Пример построения продукции в базе знаний для переменных «Коэффициент текучести кадров» (Stuff), «Коэффициент оборота по приему» (Recrutire), «Обеспеченность кадровыми ресурсами» (Stuff) в режиме редактора представлен на рисунке 6.

Значение конечной выходящей переменной «Supplier» и стало определением значимости поставщика в процессе выбора закупки: «Наи-

более предпочтительный» (LessPrefSupplier), «Предпочтительный» (PreferSupplier), «Наиболее предпочтительный» (MostPrefSupplier). На рисунке 7 представлены термы функций принадлежности для результирующей переменной «Supplier» (оценка поставщика).

С целью повышения адекватности оценки модели и оптимизации ее структуры был проведен численный эксперимент. В качестве исходных данных модели были использованы рассчитанные значения показателей для аддитивной модели. На рисунке 8 представлено окно вывода результатов эксперимента, где в левой колонке – значения входных переменных, в правой колонке – значения рассчитанных выходных переменных. В модели использованы англоязычные аналогичные названия показателей оценки участников процедуры закупки. Пояснения названия - на рисунках 3 и 4.

Проведение эксперимента в программе FuzzyTech позволяет проанализировать степень влияния входных переменных на выходные переменные 1, 2 и 3 уровней с помощью 3D поверхностей вывода – графического представления зависимости выходной переменной от двух входящих. На рисунке 9 представлена зависимость Обеспеченности материальными ресурсами (Security) от Коэффици-

циента обеспеченности предприятия материальными ресурсами (ProvisorRe) и Коэффициента соответствия объема заключенных договоров (ConcludedC) на материальные ресурсы

их потребности. Это зависимость переменных первого уровня системы оценки поставщика.

#	IF		THEN	
	Recrutire	StuffTurnover	DoS	Stuff
1	low	low	1.00	high
2	medium	medium	1.00	medium
3	high	high	1.00	low
4	low	high	1.00	medium
5	low	medium	1.00	high
6	medium	high	1.00	low
7	medium	low	1.00	low
8	high	medium	1.00	low
9	high	low	1.00	low
10				
11				

Рисунок 6. База знаний определения значений переменных «Обеспеченность кадровыми ресурсами» (Stuff) в режиме редактора

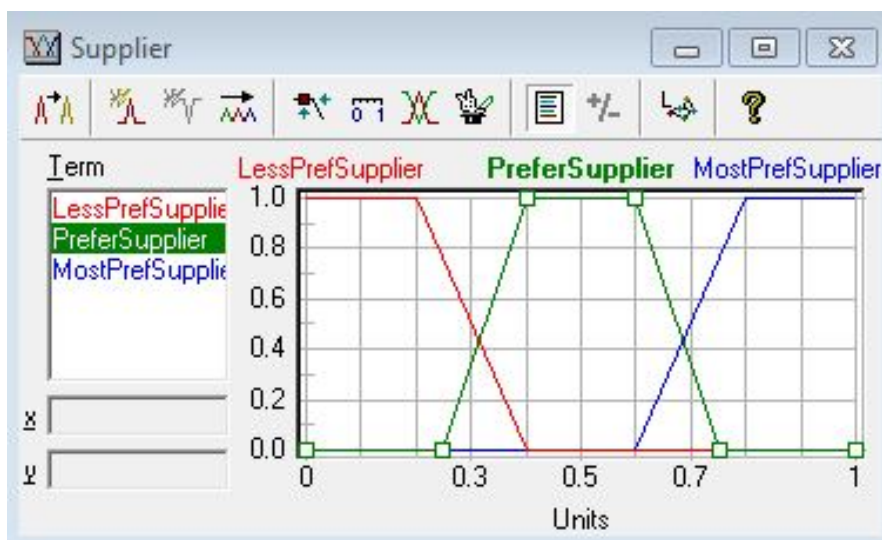


Рисунок 7. Термы функций принадлежности оценки переменной «Supplier» (оценка поставщика)



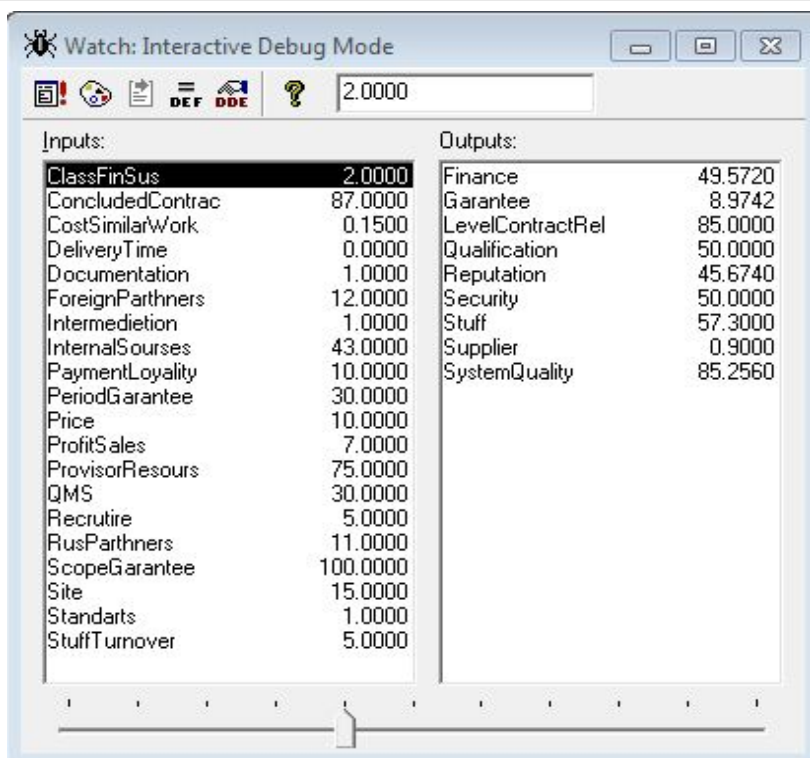


Рисунок 8. Результаты численного эксперимента нечеткой модели

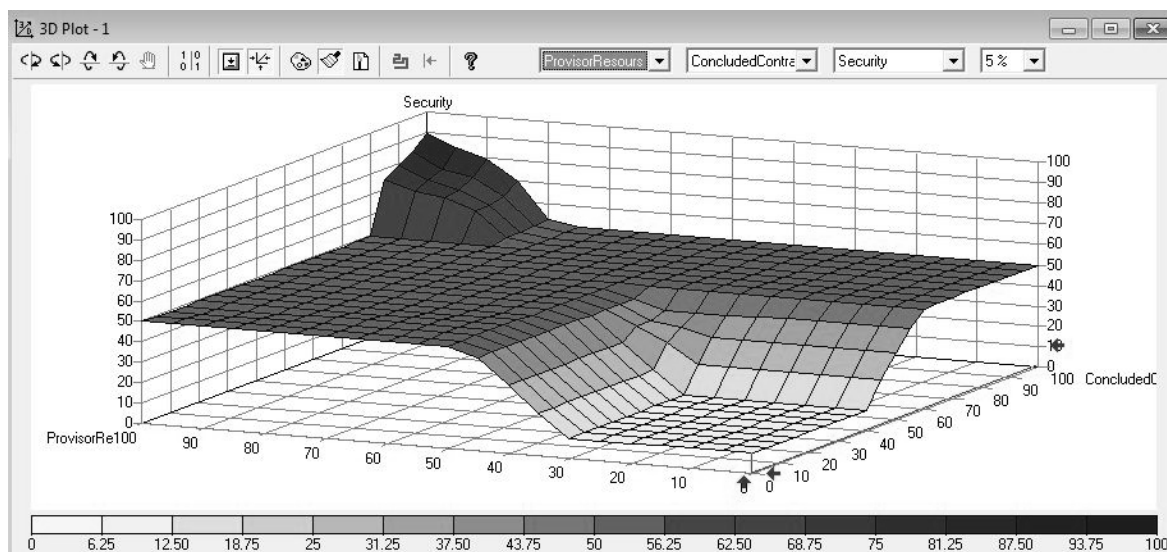


Рисунок 9. Вид трехмерной поверхности нечеткого вывода для критерия Обеспеченность материально-техническими ресурсами (Security) в зависимости от Коэффициента обеспеченности предприятия материальными ресурсами (ProvisorRe) и Коэффициента соответствия объема заключенных договоров на материальные ресурсы их потребности (ConcludedC)

В результате численного эксперимента оценка поставщика 0,9 из 1, т.е. поставщик попадает в категорию «Наиболее предпочтительный». Разница между полученными итоговыми оценками участника процедуры закупки невелика и составила 7,9%. По обеим моделям поставщик относится в категорию «Наиболее предпочтительный». Несмотря на высокую степень совпадения результатов расчета по обеим моделям, видится предпочтительнее применение

нечеткой модели в практике оценки участника процедуры закупки, т.к. она позволяет произвести оценку с высокой оперативностью, объективностью и автоматизировано. Вместе с тем модель позволяет изучить математическую зависимость влияния переменных друг на друга, значимость показателей оценки, усовершенствовать оценку участника процедуры закупки.



**Литература**

1. Бирюкова Е.М., Волинский В.Ю. Разработка функциональной модели процесса закупок материально-технических ресурсов сфере специального строительства // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационная экономика: тенденции и перспективы развития»*, / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново.- 2017.
2. Козлова Е.В., Кононенко А.М., Шульгина А.И., Волинский В.Ю. Система поддержки принятия решения в выборе поставщика машиностроительного предприятия на основе теории нечетких множеств // *«Известия высших учебных заведений, Серия «Экономика, финансы и управление производством»* Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново. - 2016. - №2(28).

УДК 303.725

**НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА***Лисина Наталья Андреевна (nataly\_lisina@mail.ru)**Волинский Владимир Юльевич**ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»*

В данной работе рассматриваются особенности применения математического аппарата на основе теории нечетких множеств к моделированию процесса оценки уровня логистического сервиса на предприятии. Проведен функциональный анализ процесса оценки уровня сервиса, предложена оригинальная методика сегментации клиентов, а так же методика расчета и нормировки показателей. В ходе исследования была разработана нечеткая модель оценки результативности логистического сервиса, позволяющая оперативно определить уровень сервиса и скорректировать политику предприятия по отношению к заказчику

*Ключевые слова:* нечеткое моделирование, уровень логистического сервиса.

Уровень логистического обслуживания потребителей непосредственно влияет на конкурентоспособность предприятия. Корпоративные клиенты транспортно - логистических компаний хотят получать не просто набор логистических услуг, а стабильного партнера, который заинтересован в длительном и качественном сотрудничестве. Такой уровень взаимоотношений, может быть достигнут с помощью регулярного анализа результативности системы логистического обслуживания клиентов. В связи с этим разработка системы оценки уровня логистического сервиса является актуальной проблемой.

Целью работы является разработка нечеткой модели оценки результативности логистического сервиса, позволяющая оперативно определить уровень сервиса и скорректировать политику предприятия по отношению к заказчику.

В качестве объекта исследования было выбрано предприятие специального строительства, где одним из основных видов деятельности является транспортно-логистическое обслуживание.

Для комплексного изучения процесса оценки уровня логистического обслуживания были проанализированные условия множества договоров за период 2015-2016 гг. на предоставление логистических услуг в сфере специального строительства.

*Функциональный анализ объекта исследования.* Для систематизации информации о процедуре оценки уровня обслуживания в системе AllFusion Process Modeler (Bpwin) была разра-

ботана функциональная модель бизнес-процесса «Оценка уровня логистического сервиса» в нотации IDEF0. Данная модель позволяет наглядно представить все процессы, предшествующие оценке уровня сервиса и имеет уровень детализации до 5 уровня [1].

На рисунке 1 представлен первый уровень декомпозиции, включающий в себя 3 основных процесса модели: оформление заказа, выполнение заказа, оценка уровня сервиса.

Процесс «оформление заказа» предлагается выполнить на основе разработанной методики сегментирования, которая является для него управляющим механизмом. Алгоритм методики представлен на рисунке 2.

Методика сегментирования заключается в распределении заказчиков по 4 группам: «новичок», «случайный клиент», «постоянный клиент» и «ценный клиент». Согласно алгоритму, заявка от клиента проверяется на количество обращений и определяется группа заказчика методом RFM – анализа [1].

Разработанная методика прошла апробацию на данных, предоставленных предприятием специального строительства, ее результаты представлены на рисунке 3.

Можно заметить, что группа «Случайный клиент» (СК) в основном включает заказчиков с маленьким количеством заказов, с небольшими суммами контрактов и практически любым количеством дней с последней закупки, сегмент «Постоянный клиент» (ПК) - заказчиков с большим количеством заказов, но регулярным заключением договоров, абсолютно на любые