

Раздел 5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 339.5

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ВЫБОРЕ ПОСТАВЩИКА
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ***Козлова Евгения Владимировна (KozlovaE.V@yandex.ru)**Кононенко Андрей Михайлович**Шульгина Алена Игоревна**Волынский Владимир Юльевич**ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»*

В данной работе представлены этапы разработки и описан функционал системы поддержки принятия решений (СППР) выбора поставщика материальных ресурсов машиностроительного предприятия, разработанная на основе теории нечетких множеств с использованием пакета прикладных программ MATLAB. В основе работы СППР заложена нечеткая многоуровневая математическая модель, позволяющая выполнять оперативную оценку поставщиков по 28 показателям. Система обеспечивает ввод исходных данных в интерактивном форме и выдачу результата в виде численного значения ранга поставщика от 0 до 10, а также экспертные рекомендации при присвоении ему класса «Отличный», «Удовлетворительный», и «Неудовлетворительный». Расчет итогового показателя производится на основе разработанных автономных нечетких моделей по группам оценочных критериев, объединенных в единую модель при помощи приложения Simulink MATLAB. Применение данной СППР на машиностроительном предприятии позволит сократить время менеджеру по закупкам на принятие решения о выборе лучшего поставщика.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений выбора поставщика; выбор поставщика материальных ресурсов; архитектура системы нечеткого вывода; критерии оценки поставщика; функции принадлежности нечетких множеств.

Актуальность работы

В условиях высокой конкуренции проблема выбора поставщика становится все более актуальной, как для крупных, так и для малых предприятий. Поставщик выполняет одну из важнейших функций на любом предприятии – это своевременная поставка качественных ресурсов, необходимых для организации бесперебойного основного производственного процесса. Проблема выбора поставщика для крупных машиностроительных предприятий осложняется тем, что объем годовых закупок может достигать нескольких тысяч наименований.

Использование информационных технологий в управлении закупками в современных условиях имеет общепризнанное значение. Особое внимание уделяется данному процессу в странах с развитой рыночной экономикой, так как неэффективное управление закупками может привести к упущенной выгоде и прямым убыткам. В большей степени это связано с тем, что предприятиям приходится действовать на рынке в условиях изменчивой внешней среды. По этой причине менеджеры по закупкам на предприятии вынуждены осуществлять регулярно мониторинг в области поставок. Для решения задачи выбора поставщика необходимо разработать такую систему поддержки принятия решений, которая позволила бы сделать данный процесс менее трудозатратным. Создание и внедрение СППР) по выбору поставщика на машиностроительном предприятии требует поэтапной разработки технического,

информационного, программного, математического и организационного обеспечения [5].

Анализ деятельности отделов материально-технического снабжения машиностроительных предприятий по выбору поставщика выявил проблему длительного и не всегда эффективного отбора поставщиков материальных ресурсов, а также рутинную обработку значительных объемов информации из-за отсутствия соответствующих систем поддержки принятия решения. Поэтому существует потребность в разработке программного инструментария, позволяющего сопровождать процесс управления закупками. Поддержка принятия решений базируется на синтезе моделей и методов, применяемых в решении задач выбора поставщика. Основой для разработки системы поддержки решений плохо формализованных задач является теория нечетких множеств. В настоящее время нечеткое моделирование является одним из наиболее перспективных направлений прикладных исследований в области принятия решений.

В данной работе мы предлагаем СППР выбора поставщика для машиностроительного предприятия, в основе которой лежит теория нечетких множеств. Для разработки СППР были использованы такие системы, как: FuzzyTech и Matlab (пакет fuzzy, Simulink, GUIDE).

Архитектура системы нечеткого вывода

Одним из эффективных инструментов разработки системы поддержки решений плохо формализованных задач является теория нечетких множеств. Применение математического

аппарата теории нечетких множеств позволяет учесть, как качественные, так и количественные показатели. Нечеткое моделирование наиболее эффективно при построении моделей, учитывающих неточность и неполноту исходных данных [3]. Нечеткая логика позволяет выбирать из множества информации только ту, которая имеет непосредственное отношение к анализируемой проблеме. Ситуация, требующая от менеджера по закупкам принятия решения о выборе поставщика, как правило, содержит большое количество нечеткой информации, снижающей адекватность принятия решения.

Процесс выбора поставщика машиностроительного предприятия будет проводиться на основе широкого спектра оценочных критериев. В ходе исследования будет разработана двухуровневая иерархическая структура нечеткой модели. Модель предполагает выполнение нечеткого вывода для промежуточных переменных с целью последующей передачи четких значений этих переменных в системы последующего уровня иерархии. На первом уровне модели представлена система нечеткого вывода для оценки поставщиков по оценочным критериям. Выходные переменные системы первого уровня становятся входными значениями для системы второго уровня. На выходе всей системы производится определение интегрального показателя оцениваемого поставщика. При построении нечеткой модели значения входных переменных будут фазифицированы. Дефазификация итогового результата модели будет представлена в виде значения от 0 до 1.

Критерии выбора поставщиков

Оценка поставщика представляет собой сложный процесс, который включает рассмотрение многочисленных критериев. Определение критериев отбора поставщиков является одним из ключевых этапов в процессе отбора поставщиков. Одним из первых кто заинтересовался проблемой выбора поставщика является Диксон [1]. В 1960-е годы он определил 23 критерия отбора поставщиков на основе проведенного анкетного опроса 273 коммерческих организаций (в большей степени предприятий обрабатывающей промышленности). Менеджеры по закупкам определили критерии, имеющие наибольшую важность для выбора поставщиков. Качество объекта поставки, условия поставки и производительность воспринимались как наиболее важные критерии отбора.

Вебер, Каррент и Бэнтон [1] в 1991 году исследовал 74 статьи, посвященные проблеме выбора поставщика, опубликованные в период с 1966 по 1990 годы. Они отмечают, что большой объем критериев, которые необходимо учесть, существенно усложняет процесс оценки поставщика. Аналогичное исследование провел Чжан [1], он изучил 49 статей за период с 1992

по 2003 годы. Произведенный ими обзор подтверждает наибольшую значимость ценовых критериев в начале 1980-х годов. В начале 1990-х годов к цене добавляется скорость реакции на запросы клиентов и контроль времени. В конце 1990-х и начале 2000-х годов исследователи и практики осознали важность критерия гибкость, и относят его к числу ключевых критериев. При этом все ученые отмечали важность оценки поставщика по нескольким аспектам, например, качество объекта поставки, производительность поставщика, надежность доставки и др. Чан заявляет, что помимо общих критериев, таких как стоимость и цена, необходимо уделить внимание таким показателям как гибкость и инновации.

Произведенные исследования показывают, что приоритеты в критериях отбора поставщиков могут со временем изменяться. На этот процесс оказывает политическая, экономическая и социальная обстановка в стране и мире; масштабы предприятия; отраслевые особенности и др.

Обзор большого количества научной литературы позволяет выделить более сотни критериев отбора. Индийские ученые М.К. Сагар и Д. Синг в своей работе [1] выделили 21 критерий отбора поставщика, применительно к индийской автомобильной промышленности. В таблице 1 представлен список данных критериев (в порядке убывания их значимости) в сравнении с мнениями других исследователей.

В 6 столбце представлена значимость оценочных критериев для компании по производству стали, определенная малазийскими учеными. М.Р. Линдерс и Х.Е. Фирон предложили шкалу критериев для выбора потенциального поставщика (критерии расположены в порядке убывания приоритета): качество продукции; своевременность доставки; цена; обслуживание; повторные предложения по разработке продукции или услуги, по снижению цены; техническая, инженерная и производственная мощность; оценка дистрибьюторских возможностей; детальная оценка финансов и управления. Данная шкала критериев используется большинством зарубежных производителей продукции при выборе поставщиков материальных ресурсов. При выборе новых поставщиков зарубежные фирмы делают акцент на оценке их финансового положения и организации управления, а также на технической, инженерной и производственной мощности поставщиков.

Изучив более 20 статей по теме исследования нами произведена систематизация критериев оценки поставщика. Они отражают деятельность поставщиков с разных сторон: уровень цены; качество объекта поставки; характеристики объекта поставки; условия доставки и платежа; уровень коммуникации и культура;

компетентность поставщика в решении поставленных задач; финансовое состояние. Для различных категорий закупок должен использо-

ваться различный набор оценочных критериев (табл. 2).

Таблица 1

Ранги критериев для оценки поставщиков

Ранг	Критерий	Диксон (1966)	Вебер (1991)	Чжан (2004)	Ф.Тахрири (2008)	М.Р. Линдерс, Х.Е. Фирон (2006)
1	Цена	6	1	1	2	3
2	Качество	1	3	2	2	1
3	Стандарты качества	-	-	-	-	-
4	Репутация и позиции в отрасли	11	8	12	-	-
5	Условия поставки	2	2	3	3	2
6	Финансовое положение	8	9	6	4	8
7	Система качества	-	-	-	-	-
8	Технические возможности	7	6	5	6	6
9	Производственные мощности	5	4	4	6	6
10	Время сотрудничества	-	-	-	-	-
11	Доверие	-	-	-	1	-
12	Соблюдение правил	9	15	13	-	-
13	Ответная реакция	-	-	-	-	4
14	Отзывы	17	15	21	-	-
15	Система коммуникации	10	15	7	-	-
16	Поручительства	4	23	13	-	-
17	СМК	-	-	-	-	-
18	Взаимоотношения	16	12	19	-	-
19	Управление и организация	13	7	7	4	8
20	История производительности	3	9	7	8	-
21	Упаковка	18	13	13	-	-

Таблица 2

Основные требования к категориям закупок

<i>Ключевые закупки</i>	<i>Малоценные закупки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • гарантированно высокое качество поставляемого продукта; • регулярное снабжение в необходимом объеме; • возможность отсрочки платежа. 	<ul style="list-style-type: none"> • низкая цена; • стандартное качество; • удобное место расположения; • короткие сроки поставки.
<i>Критичные закупки</i>	<i>Проблемные закупки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • высокая финансовая устойчивость; • оптимальная организация собственного производства; • нацеленность на инновации; • потенциал и возможности для осуществления научно-исследовательской деятельности; • способность брать на себя ответственность и идти на риск; • надежные субподрядчики; • готовность к активному взаимовыгодному сотрудничеству. 	<ul style="list-style-type: none"> • способность обеспечить безопасную транспортировку и сохранность продукта; • способность менять объемы поставок и их частоту; • способность взять на свое производство часть процесса обработки; • технологическое консультирование; • близкое расположение поставщика; • наличие складов в непосредственной близости от потребителя; • длительная перспектива совместной работы.

Оценка поставщиков машиностроительного предприятия включает определение значений 28 критериев, объединенных в семь групп (табл. 3). Данный набор критериев необходим для осуществления выбора поставщика ключевых закупок. Ключевые закупки характеризуются высоким годовым объемом расходов на их приобретение. Как правило, на рынке данных

ресурсов имеется большое разнообразие предложений способных удовлетворить требованиям заказчика. В данной ситуации менеджер старается договориться о более выгодных условиях поставки. Поставка некачественных товаров или же их задержка могут привести к остановке производства.

Таблица 3

Критерии оценки поставщика

Группы критериев		Критерии
С1	Стоимостные характеристики	Цена
		Система скидок
		Риск изменения таможенных пошлин
		Ценовая политика
С2	Стабильность поставки	Сроки поставок
		Условия оплаты
		Норма отгрузки
		Стоимость доставки
С3	Качество	Брак готовой продукции
		Качество
		Гарантия качества
		Наличие сертифицированной СМК
С4	Свойства объекта закупки	Особые свойства
		Ассортимент
		Качество сырья
		Внешний вид
С5	Коммуникации и культура	Продолжительность сотрудничества
		Среднее время реакции на запросы
		Заинтересованность ведения бизнеса с Вашей фирмой
		Транзакционные издержки
С6	Компетентность поставщика	Удаленность поставщика
		Время присутствия на рынке
		Наличие положительных отзывов
		Технология производства
С7	Финансовые характеристики	Финансовое состояние
		Отсутствие задолженности перед налоговой службой
		Годовой денежный оборот
		Соотношение стоимости предмета поставки и активов компании

Для разработки нечеткой модели была использована программа FuzzyTech и Matlab (пакет fuzzy, Simulink, GUIDE).

Выбор вида функций принадлежности и построение терм

Для решения задачи оценки и выбора поставщика необходимо [4]:

- определить подходящий алгоритм вывода, в котором должны быть указаны все входные переменные, характеризующие поставщика;
- определить список и вид нечетких переменных (термов) в соответствии с входными лингвистическими переменными и особенностями каждого оценочного критерия;
- сформировать эффективный набор правил, являющийся основой для работы нечеткой модели выбора поставщика материальных ресурсов машиностроительного предприятия.

Поскольку часть входных параметров является качественной, а другая количественной, то для унификации процессов обработки данных показателей потребуется либо привести к четкому виду качественные показатели (дефазифицировать), либо фазифицировать показатели, заданные количественно. Процедура дефазификации количественных объектов является более предпочтительной, она позволяет одно-

временно решить задачи унификации параметров и преодоления размерности.

Выбор вида функций принадлежности при построении терм производился исходя из треугольной и трапециевидной. Для описания треугольной функции воспользуемся формулой (1):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & u \leq a, u \geq c \\ \frac{u - a}{b - a} & a \leq u \leq b, \\ \frac{c - u}{c - b}, & b \leq u \leq c \end{cases} \quad (1)$$

Параметры треугольной функции принадлежности обычно интерпретируются так:

(a,c) – пессимистическая оценка нечеткого числа, носитель нечеткого множества (диапазон изменения переменной);

b – оптимистическая оценка нечеткого числа, координата максимума (наиболее возможное значение переменной).

Для описания трапециевидной функции воспользуется формулой (2):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & u \leq a, u \geq d \\ \frac{u-a}{b-a}, & a \leq u \leq b, \\ 1, & b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c}, & c \leq u \leq d \end{cases} \quad (2)$$

где (a,d) – пессимистическая оценка нечеткого числа, носитель нечеткого множества;

[b,c] – оптимистическая оценка нечеткого числа, ядро нечеткого множества.

Эти функции используются для задания неопределенностей типа: «приблизительно равно», «среднее значение», «расположен в интервале», «подобен объекту», «похож на предмет» и т.п.

На этапе предварительного определения вида функций принадлежности и значений ее качественных параметров использовался метод косвенной экспертной оценки. В зависимости от типа параметра были определены соответствующие виды треугольных и трапециевидальных функций принадлежности всех качественных показателей.

Функции принадлежности термов «неудовлетворительная», «удовлетворительная», «хорошая», «отличная», используемые для лин-

гвистической оценки переменной «Цена», будут рассмотрены в качестве примера. Значение данного показателя оценивается в процентах относительно среднерыночной цены.

С помощью функции принадлежности определяются нечеткие множества для каждой переменной «Цена». Функции принадлежности нечетких множеств данной переменной представлены на рисунке 1. Нечеткое значение переменной «Неудовлетворительная» (цена) принимает значение от -10 до 0, так как цена поставщика по закупаемому объекту выше среднерыночной. Нечеткое значение переменной «Удовлетворительная» принимает значение от нуля до 5%, в данном случае поставщик продает закупаемый объект по среднерыночной цене или же цене ниже рыночной в пределах 5%. Нечеткое значение переменной «Хорошая» принимает значение от 5% до 10%, в данном случае поставщик продает закупаемый объект по цене ниже рыночной (в пределах от 5 до 10%). И «отличной» ценой закупки будет считаться цена, установленная на уровне ниже среднерыночной более чем на 10%.



Рисунок 1. Функции принадлежности нечетких множеств переменной «Цена»

Разработанная архитектура иерархической многоуровневой нечеткой модели позволяет проводить оперативную оценку поставщиков по 28 критериям. В процессе использования системы FuzzyTech были выявлены некоторые недостатки. В частности, программа не позволяет создавать достаточное количество продукционных правил.

Данные возможности не ограничены в пакете расширения системы MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox. Данный пакет содержит инструменты для проектирования систем нечеткой логики. Однако, его применение также вызывает ряд неудобств, так как не позволяет создать иерархическую многоуровневую модель, подобную системе FuzzyTech.

В тоже время в системе MATLAB существует приложение Simulink, в котором реализуется принцип визуального программирования. В соответствии с этим принципом, пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков и на

основе созданных ранее fuzzy моделей создает иерархическую модель любой сложности и в онлайн режиме проводит ее отладку. Simulink является графической средой имитационного моделирования, позволяющей при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы.

Модель выбора поставщика на основе Simulink

Разработка нечеткой модели выбора поставщика в Simulink начинается с создания отдельных fuzzy-моделей для каждой группы критериев. Функции принадлежности оценочных критериев и их термы аналогичны тем, которые были описаны для модели, построенной в FuzzyTech.

В результате было получено семь автономных нечетких моделей, соответствующих семи группам оценочных критериев. Пример модели по группе критериев «Стоимостные характери-

стики» представлен на рисунке 2. Каждая из полученных моделей устанавливает взаимосвязь между критериями оценки входящими в определенную границу. Пример зависимости между двумя критериями представлен в виде поверхности нечеткого вывода (рис. 3). Из которого видно, что на значение выходного параметра, по группе критериев «Стоимостные характеристики», в большей степени влияет параметр «Цена».

При построении нечеткой fuzzy-модели в MATLAB используется алгоритм Мамдани (Mamdani). Алгоритм работает по принципу «черного ящика». На вход и выход поступают количественные значения, а на промежуточных

этапах используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. Таким образом, мы получаем элементы для построения двухуровневой иерархической нечеткой модели по оценке поставщика машиностроительного предприятия в программе MATLAB.

Итоговая оценка поставщика производится на основе fuzzy-модели, представленной на рисунке 4. Она позволяет объединить выходные значения параметров по каждой из семи групп критериев и получить итоговый показатель. В основе его формирования лежит база правил, включающая в себя 364 производственных правил, полученных экспертно.

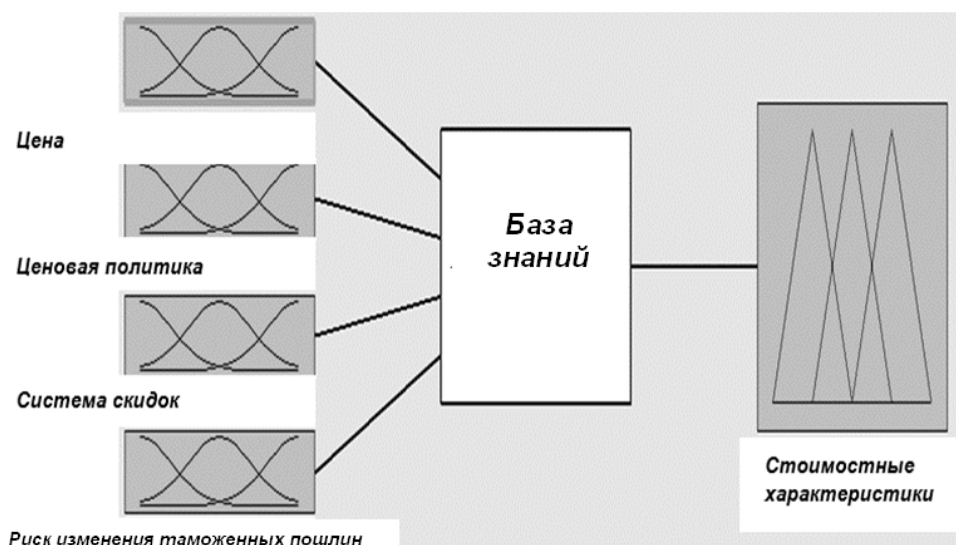


Рисунок 2. Пример fuzzy модели для группы критериев «Стоимостные характеристики»

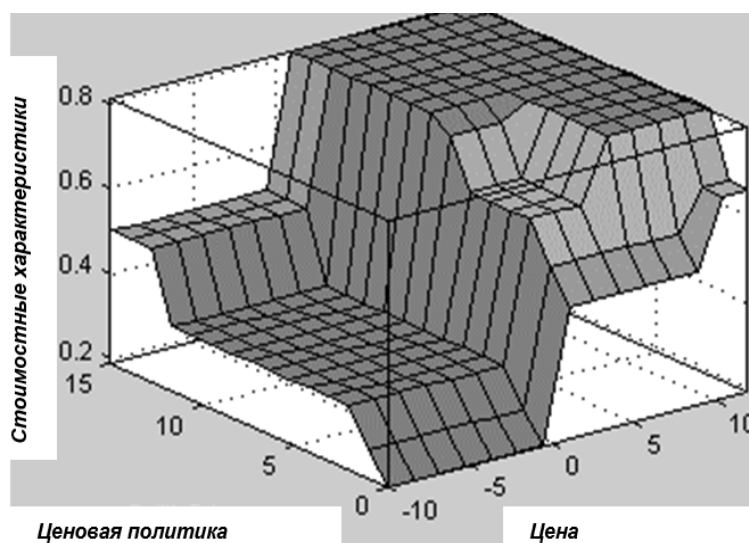


Рисунок 3. Зависимость выходного параметра группы критериев «Стоимостные характеристики» от «Ценовой политики» и «Цены»

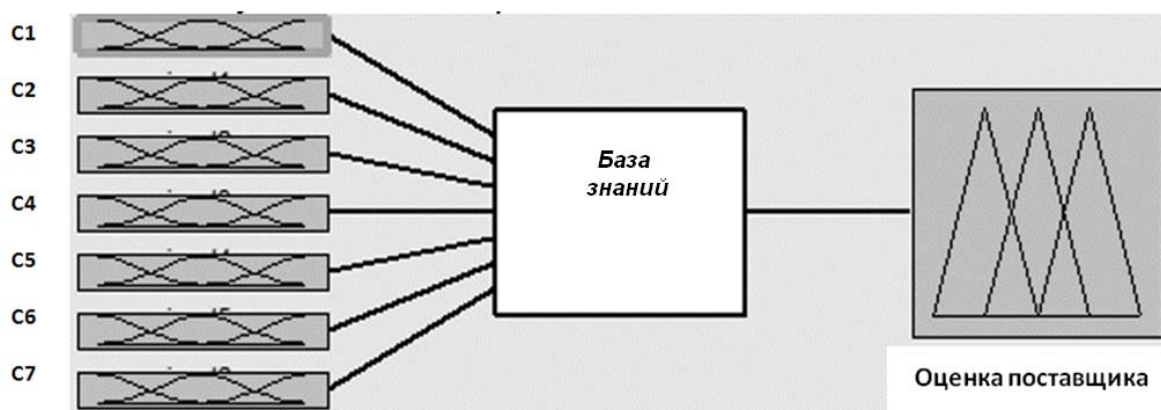


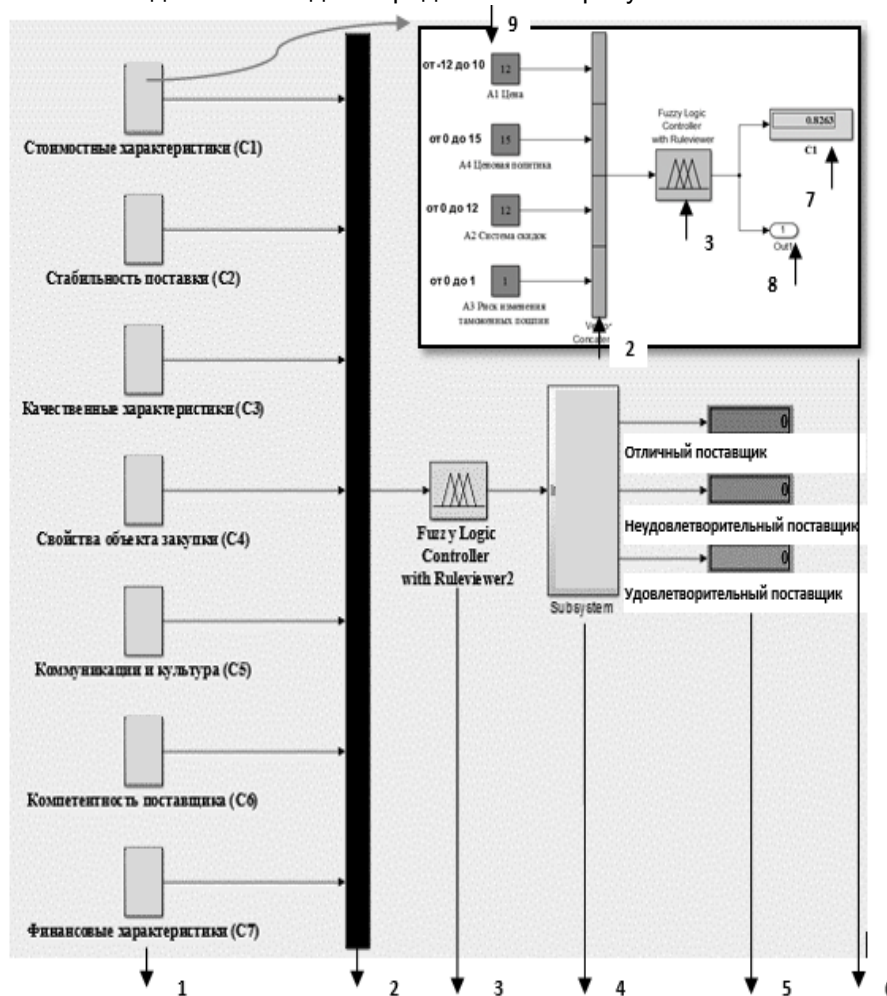
Рисунок 4. Fuzzy-модель для итоговой оценки поставщика

Продукционная модель знания позволяет представить знание в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)».

Пример: If (Цена is Низкая) and (Ценовая политика is Негативная) and (Система скидков is Отсутствует) and (Риск изменения таможенных пошлин is Присутствует) then (Стоимостные характеристики is Низкие).

Далее с помощью инструмента Simulink полученные модели были интегрированы в единую двух-уровневую иерархическую модель.

Внешний вид готовой модели представлен на рисунке 5.



- 1 – блоки, включающие в себя автономные simulink-модели по каждой группе критериев;
- 2 – блок, объединяющий значения выходных параметров по каждой группе критериев;
- 3 – блок, подключающий Fuzzy Logic Controller (fuzzy-модель итоговой оценки поставщика);
- 4 – подсистема, включающая в себя условие для определения типа поставщика;
- 5 – значение выходного параметра – итоговая оценка поставщика;
- 6 – блок автономной simulink-модели по группе критериев «Стоимостные характеристики»;
- 7 - значение выходного параметра – по группе критериев «Стоимостные характеристики»;
- 8 - выходной порт для подсистемы или для модели верхнего уровня иерархии;
- 9 – входные значения по каждому критерию (constant).

Рисунок 5. Simulink-модель выбора поставщика материальных ресурсов машиностроительного предприятия

Особенностью полученной модели является наглядность и скорость расчетов. Задав исходные данные по критериям, мгновенно можно определить, удовлетворяет требованиям предприятия поставщик или нет.

Система выбора поставщика в GUIDE MATLAB

В заключительной части работы был разработан GUIDE интерфейс, позволяющий менеджеру по закупкам повысить производительность труда. Предлагаемая система выбора постав-

щика не требует от менеджера специальных знаний в области fuzzy- и simuilink-моделирования, а интерфейс прост и интуитивен. Для получения результата, необходимо ввести значения входных параметров критериев. В зависимости от того какое числовое значение будет получено на выходе из системы, появится соответствующий текст рекомендации о возможном сотрудничестве с оцениваемым поставщиком.

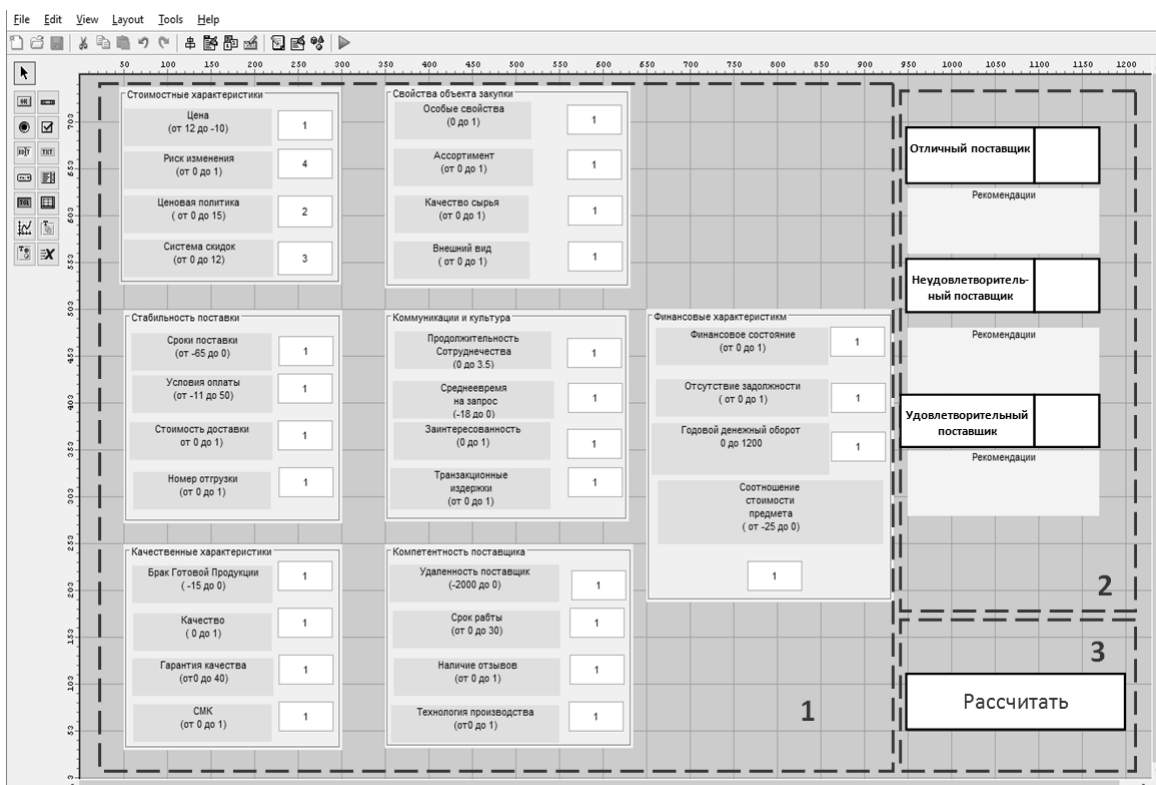


Рисунок 6. Система выбора поставщика материальных ресурсов машиностроительного предприятия в среде GUIDE MATLAB

Основными составляющими интерфейса программы являются семь блоков, соответствующих семи группам оценочных критериев. Менеджеру по закупкам необходимо заполнить поля, характеризующие оцениваемого поставщика в соответствующих ячейках (рис. 6, п. 1). Вывод результата осуществляется в итоговом блоке (п. 2). После запуска системы (п. 3), будет определена оценка поставщика, она попадет в соответствующее окно: отличный, удовлетворительный или неудовлетворительный поставщик. Рядом с оценкой появится окно с текстом рекомендации о выборе поставщика.

На сегодняшний день нет системы, которая позволила бы оценить поставщика на основе нечеткой модели, учитывающей особенности входных переменных, и определить тип поставщика.

Апробация СППР выбора поставщика

Далее в работе была проведена апробация полученной модели (табл. 4) по исходным данным о поставщиках стали на ОАО «Кранэкс» за 2015 год [6].

Результаты оценки приоритетов поставщиков методом аддитивной свертки, нечетким методом анализа иерархий и разработанной СППР имеют некоторые расхождения, однако в тройку лучших поставщиков вошли №7, №2 и №3. Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что явными лидерами являются поставщики №7 и №2. Отклонения между их оценками минимальны. Так как поставки листовой стали очень важны для работы машиностроительного предприятия, мы рекомендуем ОАО «КРАН-ЭКС» в качестве основного поставщика выбрать №7, а в качестве страхового поставщика - №2.

Таблица 4

Приоритеты поставщиков, определенные разными методами

Поставщики	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Методы свертывания критериев							
1. Аддитивная свертка (веса по методу FPP)	1,729	3,161	1,900	1,270	1,381	0,812	3,099
Ранг поставщика	4	1	3	6	5	7	2
2. Аддитивная свертка (веса при нелинейной зависимости между критериями)	1,916	3,381	2,084	1,475	1,686	0,912	3,112
Ранг поставщика	4	1	3	6	5	7	2
3. Метод анализа иерархий	0,113	0,180	0,136	0,102	0,114	0,115	0,231
Ранг поставщика	6	2	3	7	5	4	1
4. СППР на основе многоуровневой нечеткой модели	0,500	0,836	0,650	0,360	0,500	0,450	0,862
Ранг поставщика	4	2	3	7	5	6	1

Выводы

Представленная система поддержки принятия решения выбора поставщика позволяет определить наиболее приемлемый подход к взаимодействию машиностроительного предприятия и поставщика материальных ресурсов в процессе закупок, а также ранжировать поставщиков по степени приоритетности. Отличительной особенностью системы является то, что в ее основе лежит теория нечетких множеств, являющаяся эффективным инструментом разработки системы поддержки решений плохо формализованных задач. Кроме этого, предложенная система позволяет проводить оценку поставщика по большому списку критериев (как количественных, так и качественных показателей), что повышает объективность принятия решения о выборе того или иного поставщика.

Особенностью полученной модели является наглядность и скорость расчетов. Задав исходные данные по критериям, мгновенно можно определить соответствие поставщика требованиям предприятия. GUI интерфейс СППР интуитивен и будет понятен менеджеру по закупкам, обладающему базовыми навыками работы с ЭВМ.

Апробация СППР подтвердила правильность ее настройки. Полученные результаты подтверждаются расчетами, проведенными такими методами, как: аддитивная свертка, метод анализа иерархий и др. Однако их применение затрачивает большое количество времени и труда. Согласно статье [3] поиск необходимого поставщика машиностроительного предприятия и оформление заказа занимает в среднем три месяца, а временами и более длительный срок, до 10 месяцев и больше. Таким образом, применение СППР на машиностроительном предприятии позволит сократить время менеджера по закупкам на принятие решения о выборе лучшего поставщика. Экономия времени будет выражена и в денежном выражении, преимущественно за счет сокращения затрат на оплату труда.

Литература

1. Amid, A., Ghodspour, S.H., & O'Brien, C. Fuzzy Multi-objective Linear for Supplier Selection in a Supply Chain // International Journal of production economics. №104. 2006. P.394-407.
2. Tahiri F., Osman M.R. APH approach for supplier evaluation and selection in a steel manufacturing company // Journal Of Industrial Engineering And Management. №01 (02). 2008. P. 54-76.
3. Еремина Е.А. Информационная система выбора поставщика на основе метода нечеткого логического вывода // Современные проблемы науки и образования. 2013. №3. С.294.
4. Козлова Е.В., Волынский В.Ю. Обзор математических моделей выбора поставщиков материальных ресурсов // Проблемы экономики, финансов и управления производством. 2014. № 35. С. 130-138.
5. Козлова Е.В., Волынский В.Ю. Совершенствование процесса предварительной оценки поставщиков материальных ресурсов на машиностроительном предприятии // Экономический анализ: теория и практика. 2015. №415. С. 47-60.
6. Козлова Е.В., Волынский В.Ю. Исследование процесса выбора квалифицированного поставщика материальных ресурсов // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством, – Иваново: ФГБОУ ВПО ИГХТУ. 2015. № 2 (24). С. 152-159.
7. Куимова Е.И. Применение теории нечетких множеств для выбора поставщика / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Т. 4. № 4 (64). С. 68-70.
8. Майлиш А.В., Волынский В.Ю. Совершенствование анализа и классификации материальных запасов на промышленном предприятии / Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством». – Иваново: ФГБОУ ВПО «ИГХТУ». 2011. №04. С. 52-56.