



Таблица 1 – Зависимость погрешности прогнозирования от размерности входного вектора

Размерность входного вектора	Погрешность прогнозирования
3	0,083
4	0,056
5	0,034
6	0,023
7	0,029
8	0,041

Таблица 2 – Зависимость погрешности прогнозирования от количества правил вывода

Количество правил вывода	Погрешность прогнозирования
4	0,057
5	0,037
6	0,024
7	0,023
8	0,031
9	0,029

Литература

1. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечёткие модели и сети. – М.: Горячая линия– Телеком, 2007. – 284 с.: ил.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы: Пер. с польск. И.Д.Рудинского, - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.: ил.

С.В. Сильнова, В.В. Фаюршина

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ПОСТАВЩИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Машиностроительная отрасль имеет большое значение в жизни страны. Продукция машиностроения разнообразна по назначению и принципу действия, поэтому от её развития зависят масштабы и темпы внедрения современного прогрессивного оборудования, уровень механизации и автоматизации других отраслей промышленности. Качество продукции машиностроения во многом определяется качеством поставляемых для ее изготовления материалов, полуфабрикатов, комплектующих, которые могут изготавливаться непосредственно на предприятии или закупаться у предприятий бизнес-партнеров. Основной



проблемой в закупочной деятельности крупного машиностроительного предприятия является взаимодействие с поставщиками - от них зависит ритмичность поставок, репутация организации перед клиентами и ее рентабельность. При этом одной из важнейших функций является оценивание поставщиков. При первоначальной оценке поставщиков, с которыми предприятие вступает во взаимоотношения впервые, необходимо выполнять анализ рисков, однако, обычно предприятие взаимодействует с поставщиками, осуществляющими поставки длительное время. В этом случае необходимо отслеживать динамику уровня качества закупаемой продукции. С этой целью на предприятии выполняют периодическую оценку поставщика

В данной работе рассматривается система поддержки принятия решений по комплексному оцениванию поставщиков при управлении производством с применением алгоритма поэтапного формирования качественных оценок. Такой подход предполагает формирование трехуровневой иерархии показателей, являющихся качественными оценками, за исключением показателей нижнего уровня, которые представляют собой количественные оценки управляемого объекта. Качественный характер показателей, определяющих содержание отдельных требований к поставщику, выражаемых в баллах, обуславливает применение при разработке алгоритма нечеткой логики.

На рисунке 1 в виде трехуровневой иерархии показателей представлена совокупность критериев оценки поставщиков, используемых для анализа взаимоотношений с поставщиками на ПАО «УМПО».

На верхнем уровне размещена комплексная оценка, на основании которой и выполняется формирование управленческих решений по взаимоотношениям с поставщиками. Промежуточный уровень представлен пятью блоками, которые характеризуют разные аспекты деятельности поставщиков: «Качество», «Финансы», «Технологии», «Исполнение контрактных обязательств» и «Оценка качества продукции поставщика», E_i , $i = \overline{1,5}$. В вершинах нижнего уровня размещены показатели, определяющие содержание отдельных требований к поставщику.

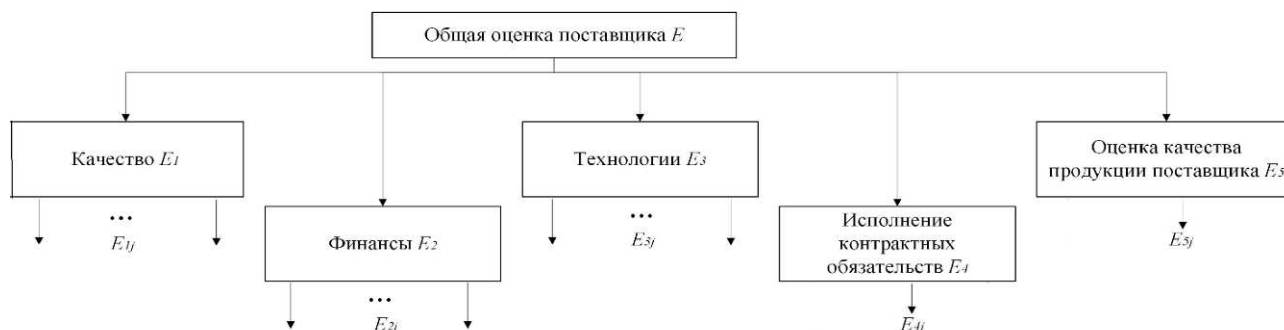


Рисунок 1 - Иерархия критериев оценки поставщиков



Оценка блока «Качество» E_1 может быть выполнена на основе следующих показателей, E_{1j} : Периодичность оценки качества закупаемой продукции E_{11} ; Срок действия лицензии E_{12} ; Количество рекламаций E_{13} ; Возможности АСУП E_{14} ; Работа по сертификации СМК E_{15} ; Время работы компании на рынке продукции E_{16} .

Для оценки блока «Финансы» E_2 используются показатели, E_{2j} : Возможность предоставления отсрочки платежа покупателю E_{21} ; Разработка мероприятий по уменьшению себестоимости E_{22} ; Градация заказчиков E_{23} ; Возможности АСУП E_{24} ; Возможность предоставления скидки на поставляемую продукцию E_{25} ;

Оценка блока «Технологии» E_3 может быть выполнена на основе следующих показателей, E_{3j} : Разработка результативных мероприятий E_{31} ; Периодичность проверки средств измерения, контроля и оснастки на предмет годности E_{32} ; Техническая возможность выполнения нормативной документации E_{33} ; Соответствие требованиям ОАО «УМПО» E_{34} ; Уровень технологий E_{35} ; Разработка мероприятий по модернизации производственных мощностей E_{36} ; Степень освоения выпуска продукции E_{37} ; Возможности реагирования на изменение спроса E_{38} .

По блоку «Исполнение контрактных обязательств» E_4 , оценка проводится по наличию срывов поставки в адрес ПАО «УМПО».

По блоку «Оценка качества продукции поставщика» E_5 оценка проводится по наличию поставленной в адрес ПАО «УМПО» бракованной продукции.

Нечеткие модели представлены в виде нечетких шкал показателей, характеризующих деятельность поставщика.

Для показателей нижнего уровня E_{ij} введены шкалы с тремя термами: плохо N , нормально Z и хорошо P . Пример нечеткой шкалы для показателя «Количество рекламаций» E_{13} блока «Качество» показан на рисунке 2.

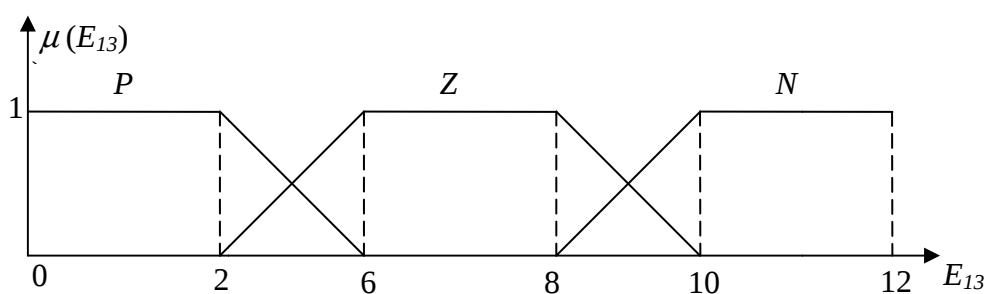


Рисунок 2 – Нечеткая шкала для показателя «Количество рекламаций»

Для оценки показателей промежуточного уровня E_i введена универсальная нечеткая шкала с равномерным распределением трех термов: плохо N , нормально Z и хорошо P . Нечеткие шкалы имеют трапециевидную форму термов. Пример шкалы для оценки промежуточного уровня приведен на рисунке 3.

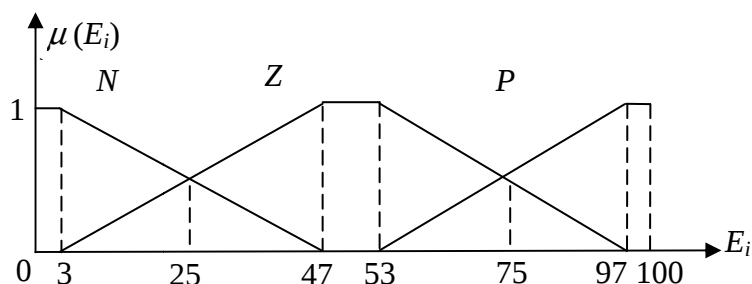


Рисунок 3 –Нечеткая шкала для показателей промежуточного уровня

Эти шкалы могут использоваться для дефаззификации нечетких значений E_i и получения четкой оценки от 0 до 100 баллов. Для общей оценки поставщика E введена шкала с равномерным распределением пяти термов: очень плохо LN , плохо N , нормально Z , хорошо P и очень хорошо LP (рисунок 4).

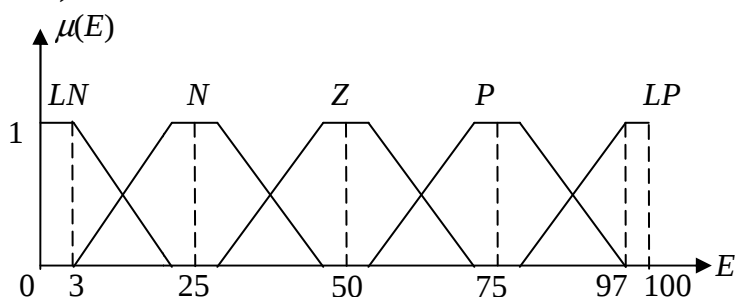


Рисунок 4 –Нечеткая шкала для показателей промежуточного уровня

Фаззификация нечеткого значения общей оценки поставщика по этой шкале позволяет получить оценку от 0 до 100 баллов. Введение на этой шкале дополнительных термов LN и LP обусловлено тем, что при таких значениях комплексной оценки поставщика требуется принятие качественно иных управленческих решений.

Предлагаемые нечеткие алгоритмы формирования оценок представляют собой совокупность правил для определения, во-первых, нечетких значений показателей промежуточного уровня E_i на основе фаззифицированных значений нижнего уровня E_{ij} , во-вторых, нечеткого значения верхнего уровня E с помощью полученных нечетких значений промежуточного уровня E_i . Дефаззификация E_i и E выполняется с использованием приведенных выше нечетких шкал.

Рассмотрим правила определения функций принадлежности для промежуточных показателей E_i . Сочетания нечетких значений соответствующих коэффициентов E_{ij} определяют группу текущих ситуаций. Идентификация каждой из них позволяет отнести значение E_i к тому или иному терму с определенной функцией принадлежности. Необходимо отметить, что значение функции принадлежности показателя E_i соответствующим термам ограничено α -уровнями, определяемыми исходя из значений функций принадлежности нечетких значений E_{ij} .



$$\mu_i^{\alpha Q} = \frac{\sum_{j=1}^J \mu_{ij}^Q}{J},$$

где $\mu_i^{\alpha Q}$ – значение функции принадлежности термов в соответствии с введенной выше нечеткой шкалой для четкого количественного значения показателя E_{ij} ;

Q – наименование термов нечетких шкал $\{N, Z, P\}$;

Таким образом, функцию принадлежности нечеткого значения E_i можно определить, как

$$\mu(E_i) = \max\{\min\{\mu_P, \mu_P^{\alpha}(E_i)\}; \min\{\mu_Z, \mu_Z^{\alpha}(E_i)\}; \min\{\mu_N, \mu_N^{\alpha}(E_i)\}\} \quad (1).$$

После этого можно выполнить дефаззификацию и получить четкое значение E_i .

Нечеткие шкалы промежуточного и верхнего уровня иерархии отличаются количеством термов, но не значениями диапазона шкал в баллах. Поэтому при выводе нечеткого значения комплексной оценки E , используют следующую процедуру. На нечетких шкалах показателей E_i отмечают участки, соответствующие термам шкалы E . На выделенных участках рассчитывают площади S_i^Q , $Q \in \{LN, N, Z, P, LP\}$, под кривыми функций принадлежности нечетких значений E_i . Затем, определяют среднее значение площади

$$S^Q = \frac{\sum_{i=1}^I S_i^Q}{I},$$

Далее, обращаются к шкале E и для соответствующих термов определяют α -уровни: выполняя срез α для терма Q , получают под линией среза фигуру с площадью равной S^Q . Значения функций принадлежности $\mu^{\alpha Q}$ используют для определения нечеткого значения комплексной оценки E

$$\mu(E) = \max\{\min\{\mu_{LP}, \mu_{LP}^{\alpha}(E); \min\{\mu_P, \mu_P^{\alpha}(E)\}; \min\{\mu_Z, \mu_Z^{\alpha}(E)\}; \min\{\mu_N, \mu_N^{\alpha}(E)\}; \min\{\mu_{LN}, \mu_{LN}^{\alpha}(E)\}\}.$$

После этого можно выполнить дефаззификацию и получить четкое значение E .

Использование предложенных моделей и алгоритмов комплексного оценивания поставщиков позволяет упростить процедуру и повысить объективность оценивания. Периодический анализ данных о качестве закупаемой продукции, включающий в себя оценку поставщика по ряду показателей, позволяет вовремя принять меры по предотвращению закупок некачественной продукции, такие как, снижение объема поставок; наложение штрафных санкций; аудита СМК поставщика; взыскание с продавца процентов на сумму долга, вплоть до прекращения закупок и расторжения договора, и занесение поставщика в черный список.