

УДК 65.011.56

DOI: 10.46548/21vek-2021-1055-0007

НЕЧЕТКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛИЕНТА ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2021

Аксентьев Андрей Александрович, аспирант

Сизов Александр Семенович, профессор, доктор технических наук

Юго-Западный государственный университет

(305040, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, e-mails: aks_w@mail.ru, sizov_w@mail.ru)

Аннотация. Данная работа рассматривает процесс определения показателей клиента предприятия на основании собранного массива нечётких данных о его деятельности и иных свойствах, на основании которых в статье предлагается производить расчёты, позволяющие предприятию более чётко присвоить категорию клиента, установить товарные позиции и услуги, наиболее актуальные для отдельного клиента и вероятность того, что клиент обратится на предприятие с запросом на данные товарные позиции и услуги. Целью исследования является разработка алгоритма оценки, который позволит предприятию на основании собранных нечётких данных о характеристиках автомобиля или автомобилей клиента, наиболее часто приобретаемых клиентом товаров и услугах, а также об опыте предприятия по работе с аналогичными автомобилями (учитывая производителя, пробег, год выпуска или иные характеристики, позволяющие определить типовые для автомобиля поломки, виды износа и наиболее частые проблемы), определять категорию клиента, его привлекательность для предприятия, вычислять приблизительные показатели сложности ремонтов и срока их выполнения, прогнозировать заранее необходимые исправления и дополнительные услуги. Задачи исследования сводятся к определению наиболее точного способа приведения нечётких данных к чёткости относительно заранее предусмотренного набора характеристик и набора информации, которую потребуется накапливать предприятию в виде нечётких данных для того, чтобы давать оценку клиента и его запросов как для предварительных расчётов, так и непосредственно при заключении договоров на обслуживание. В статье приведен анализ нечетких параметров клиента, разработана модель клиента на основе нечеткой экспертной системы. Внедрение подобной системы на предприятиях автомобильного хозяйства позволит формировать общие рекомендации для клиента на основании нечётких данных о его автомобиле, его возрасте и состоянии, а также позволит более детально работать с системой оценок при наполнении более детальной информацией. Система экспертной оценки при этом позволит интеллектуально определить, насколько сложной в части предоставления является услуга, которой желает воспользоваться клиент, относительно характеристик его автомобиля, а не общей статистики; система экспертной оценки поможет предприятиям в сфере автомобильного хозяйства рационально распределять ресурсы и рабочее время сотрудников с целью оказания своевременных и эффективных услуг населению.

Ключевые слова: нечеткая логика; нечетко – лингвистическое моделирование; нечеткие числа; функция принадлежности.

USING FUZZY LINGUISTICS TO DETERMINE CUSTOMER SATISFACTION LEVEL

© 2021

Aksentjev Andrey Alexandrovich, postgraduate student

Sizov Alexander Semenovich, professor, ph.d.

South-West State University

(305040, Kursk region, Kursk, 50 years of October str., 94, e-mails: aks_w@mail.ru, sizov_w@mail.ru)

Abstract. This paper examines the process of determining the indicators of an enterprise's client based on the collected array of fuzzy data on its activities and other properties, on the basis of which the article proposes to make calculations that allow the enterprise to more clearly assign the client's category, establish the commodity items and services that are most relevant for an individual client and the probability that the client will contact the company with a request for these commodity items and services. Development of an assessment algorithm that will allow an enterprise, based on the collected fuzzy data, about the characteristics of the client's car or cars, the most frequently purchased goods and services by the client, as well as the company's experience in working with similar cars (taking into account the manufacturer, mileage, year of manufacture or other characteristics that allow determine typical breakdowns for a car, types of wear and the most frequent problems), determine the category of the client, its attractiveness for the enterprise, calculate approximate indicators of the complexity of repairs and the timing of their implementation, predict necessary corrections and additional services in advance. The tasks of the research are reduced to determine the most accurate way to align fuzzy data to the definition with respect to a prescribed set of characteristics and a set of information that is required to store the enterprise in the form of fuzzy data, in order to give the client assessment and requests for preliminary calculations and directly at the conclusion of service contracts. The article provides an analysis of fuzzy parameters of a client, a client model is developed based on a fuzzy expert system. The introduction of such a system at automotive enterprises will make it possible to form general recommendations for the client based on fuzzy data about his car, its age and condition, and will also allow working in more detail with the rating system when filling in more

detailed information. At the same time, the expert assessment system will allow to intellectually determine how complex in terms of provision is the service that the client wants to use, in relation to the characteristics of his car, and not general statistics; a peer review system will help automotive companies optimally allocate resources and working time for employees in order to provide timely and effective services to the public.

Keywords: fuzzy logic; customer satisfaction; fuzzy numbers; linguistic assessment.

Введение. В данной работе планируется рассмотреть нечеткие параметры, которыми обладает клиент, разработать модель клиента на основе нечеткой экспертной системы, включая функции принадлежности нечетких параметров к лингвистическим переменным, представить зависимость выходной переменной «привлекательность клиента для предприятия» от входных переменных, являющихся нечеткими параметрами.

Группа нечетких данных состоит преимущественно из данных, получаемых путём анализа данных клиента или коммуникации с ним. Как правило, такие данные не могут иметь чётких значений, поэтому для их выражения используются в большинстве случаев лингвистические переменные. Во многом, состав группы нечетких данных зависит от типа бизнеса, которым занимается торговое предприятие. К примеру, для предприятия, обеспечивающего поставку автозапчастей и автомобильных лакокрасочных материалов, актуальной будет информация о том, интересуется клиент комплектующими на отечественные автомобили или на иномарки, интересуют его в первую очередь легковые автомобили или грузовые и т.п. На основании данной информации о клиентах предприятие сможет формировать ассортимент продукции, который будет востребованным среди существующих клиентов.

К более универсальным параметрам группы нечетких данных можно отнести платёжное поведение (какой ценовой группой в основном интересуется клиент – самыми дешёвыми предложениями, средней ценовой группой или товарами класса «люкс»), регулярность покупок (от единоразовой покупки до регулярных плановых), уровень удовлетворённости клиента товарами и услугами предприятия.

Информация, собранная относительно Клиента, собирается предприятием в базе данных и используется для обеспечения качественного обслуживания Клиента и повышения уровня его лояльности [1], а, как следствие, и увеличения прибыльности взаимоотношений с Клиентом. Некоторая информация, присутствующая в базе данных, предприятием для взаимоотношений с клиентом не используется, но используется для создания обобщённого портрета клиента предприятия. К такой информации можно отнести информацию о возрасте клиента, его половой принадлежности или гендерной самоидентификации, уровне образования. На основании обобщённого портрета клиента предприятие формирует маркетинговые мероприятия и рекламные материалы. Предприятию важно понимать, кто является средним клиентом, поскольку маркетинговые мероприятия для предприятия, клиентами которого являются 30-летние такси-

сты-мужчины, существенно отличаются от предприятия, обслуживающего преимущественно женщин 50-60 лет с высоким уровнем образования. К примеру, маркетинговая акция с призами за победу в забеге на 5 километров будет позитивно воспринята у первых, но едва ли будет пользоваться хоть какой-либо популярностью у вторых.

На основании данных об уровне удовлетворённости клиента обслуживанием и качеством товаров, предприятие может вести работу по выявлению и устранению проблем в своей работе и поднимать таким образом уровень продаж и лояльности клиентов [1]. Данные о регулярности покупок могут позволить формировать план поставок продукции на предприятие. Например, зная о том, что один и тот же Клиент ежемесячно осуществляет закупку одного и того же типа товара, предприятие может обеспечить присутствие данного товара в наличии на момент следующего регулярного визита Клиента или же обеспечить присутствие максимально подходящего аналогичного товара. Таким образом, предприятие обеспечивает как повышение уровня лояльности данного клиента (так как он уверен в том, что сможет приобрести необходимый товар как только он ему понадобится), так и поддерживает уровень продаж, ведь в случае отсутствия необходимого Клиенту товара или его аналога Клиент бы просто обратился в другую организацию с целью закупки именно того, что он хочет, после чего, вполне вероятно, прекратил бы обращаться к прежнему поставщику.

Помимо сбора и сохранения информации о Клиенте, не менее важным для предприятия является процесс поддержания данных актуальными [2]. Сотрудник юридического лица, осуществляющий закупки, может уволиться. В таком случае, номер телефона контактного лица и его электронная почта могут измениться и, если предприятие вовремя не отследит это изменение, следующий звонок такому клиенту уже не принесёт предприятию никакой пользы, так как человек более не принимает никаких решений на предприятии. Также следует понимать, что некоторые данные Клиента, несмотря на свою чёткость, могут принимать иные значения помимо тех, которые уже есть в базе данных предприятия [2]. Например, у физических лиц ежегодно меняется возраст, поэтому наиболее рациональный способ избежать путаницы с данным параметром – это уточнять у клиента не возраст, а дату рождения, по которой в любой момент можно вычислять актуальный возраст Клиента. У Клиента могут измениться паспортные данные, могут измениться банковские реквизиты. Изменение этой информации предприятие не сможет отследить никак без участия самого Клиента, поскольку ни банки, ни паспортная

служба не обязаны оповещать предприятие об изменении данных Клиента. В данном случае, предприятию будет достаточно просто предусмотреть возможность актуализации таких данных в своих программных комплексах на основании обращения Клиента.

Материалы и результаты исследования. Неопределенность нечетких параметров клиента, которые были рассмотрены выше, влияет на стабильность состояния организованной системы, поэтому с целью недопущения дестабилизации рекомендуется использовать дополнительную систему, использующую математический аппарат в сочетании с нечеткой логикой [3].

Подобная модель должна включать в себя такие

типы представлений:

- продукционные правила, которые задают логико-лингвистическое описание качественных переменных модели;
- функции принадлежности, которые задают классы значений переменных в диапазоне возможного их значения.

Функция принадлежности представляет собой вероятностную экспертную оценку степени принадлежности элементов нечеткого множества, которое описано функцией.

Создание модели нечеткого вывода включает в себя этапы создания, показанные на рисунке 1.



Рисунок 1 – Этапы создания модели нечеткого вывода

На рисунке 2 представлена типовая модель данных клиента.



Рисунок 2 – Модель клиента предприятия

В группе нечетких данных на схеме 1 универсальные поля, подходящие любому торговому бизнесу, обведены сплошной линией, а добавленные для примера поля, свойственные бизнесу в сфере торговли автомобильными запчастями и лакокрасочными материалами – пунктирной. Поскольку значение ни одного из полей данной группы не может принимать четкое значение [3], для описания значений применяются лингвистические переменные, указывающие на вероятность того или иного значения. Соответственно, в качестве факторов оценки клиента на основе личных наблюдений, опросов экспертов были выбраны факторы, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Входные данные

Обозначение переменной	Наименование переменной	Описание переменной	Терм - множество	Варианты ввода
$PB(x)$	Платёжное поведение	Позволяет оценить вероятность успешной продажи	Менее привлекательное, привлекательное, более привлекательное	0-1
$SL(x)$	Уровень удовлетворенности клиента	Позволяет оценить лояльность клиента к предприятию по опыту прошлых покупок	Низкий, средний, высокий	0-1
$FP(x)$	Частота покупок (поломок)	Количественная мера активности клиента по работе с предприятием	Низкая, средняя, высокая	0-1
$AC(x)$	Возраст автомобиля	Позволяет определить менеджерам, какой ассортимент более подходит клиенту	Новый, относительно новый, старый	0-1
$VM(x)$	Пробег автомобиля	Позволяет определить менеджерам, какой ассортимент более подходит клиенту	Маленький, средний, большой	0-1
$CR(x)$	Надежность автомобиля	Позволяет определить менеджерам, какой ассортимент более подходит клиенту	Низкая, средняя, высокая	0-1
$DL(x)$	Сложность ремонта (загруженность персонала)	Позволяет определить менеджерам, какая нагрузка от персонала требуется для решения задачи	Низкая, средняя, высокая	0-1

Рассмотрим теперь одну из функций принадлежности клиента на основании нечетких данных, которые имеем.

Функция принадлежности «Платёжное поведение» рассматривается как процент заказанных, но

не оплаченных товаров или же отмененных, возвращенных по каким-либо причинам [3]. Данную лингвистическую переменную достаточно описать тремя термами: менее привлекательное, привлекательное и более привлекательное поведение [4]. Менее привлекательное поведение характеризуется достаточно нестабильным поведением клиента, когда клиент оплачивает товар, а потом возвращает его с претензией, несвязанной с качеством товара, отменяет заказы или его часто не устраивает цена на разных этапах оплаты ремонта автомобиля [5]. В соответствии с этим у него низкий процент оплаченных товаров и услуг. Функцию принадлежности «Платежное поведение» можно представить как:

$$PB(x) = \begin{cases} \text{if } (25 \leq x \leq 50), \text{ менее привлекательное} \\ \text{if } (50 \leq x \leq 75), \text{ привлекательное} \\ \text{if } (75 \leq x \leq 100), \text{ более привлекательное} \end{cases}$$

График принадлежности для данной лингвистической переменной представлен на рисунке 3.

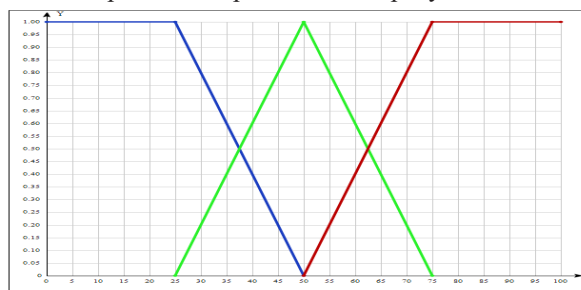


Рисунок 3 – График функции принадлежности «Платежное поведение клиента»

Аналогичными будут такие функции принадлежности как уровень удовлетворенности клиента и уровень загруженности персонала. Уровень удовлетворенности $SL(x)$ рассматривается на основании оценки качества услуг самим клиентом и рассматривается как количество баллов, набранных предприятием по итогам опроса или анкеты [6]. Уровень сложности ремонта $DL(x)$ рассматривается на основании оценки количества машин, уже находящихся в ремонтном цеху и загруженности персонала по каждому автомобилю.

$$SL(x) = \begin{cases} \text{if } (25 \leq x \leq 50), \text{ низкий} \\ \text{if } (50 \leq x \leq 75), \text{ средний} \\ \text{if } (75 \leq x \leq 100), \text{ высокий} \end{cases}$$

$$DL(x) = \begin{cases} \text{if } (25 \leq x \leq 50), \text{ низкий} \\ \text{if } (50 \leq x \leq 75), \text{ средний} \\ \text{if } (75 \leq x \leq 100), \text{ высокий} \end{cases}$$

Частота покупок (поломок) как процент заказанных и оплаченных товаров в течении какого-либо промежутка времени. Исходя из этих значений, клиента можно отнести к частому, обычному и очень редкому.

$$FP(x) = \begin{cases} \text{if } (0 \leq x \leq 25), \text{ редкий} \\ \text{if } (25 \leq x \leq 75), \text{ обычный} \\ \text{if } (75 \leq x \leq 100), \text{ частый} \end{cases}$$

Возраст автомобиля и пробег автомобиля можно описать соответствующими функциями $AC(x)$ и $VM(x)$.

$$AC(x) = \begin{cases} \text{if } (0 \leq x \leq 25), \text{ новый} \\ \text{if } (25 \leq x \leq 75), \text{ относительно новый} \\ \text{if } (75 \leq x \leq 100), \text{ старый} \end{cases}$$

$$VM(x) = \begin{cases} \text{if } (0 \leq x \leq 25), \text{ маленький} \\ \text{if } (25 \leq x \leq 75), \text{ средний} \\ \text{if } (75 \leq x \leq 100), \text{ большой} \end{cases}$$

Данный параметр спрашивает менеджер при первичном разговоре с клиентом и заносит его в систему.

В среде *MatLab* для реализации процесса нечеткого моделирования предлагается использовать пакет расширения *Fuzzy Logic Toolbox*, который содержит редакторы [8] нечеткого логического вывода, функции принадлежности, правила нечеткого вывода, просмотра правил вывода.

Функции принадлежности переменных измеряются в интервале от 0 до 10 на единичном отрезке [7]. Определение значений было получено на основании оценки экспертов. Функция принадлежности переменной «Надежность автомобиля» представлено на рисунке 4. Функция принадлежности других переменных были определены аналогично.

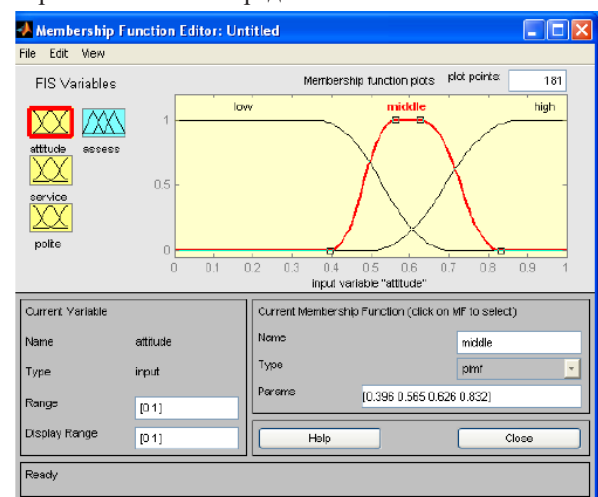


Рисунок 4 – Функция принадлежности «Надежность автомобиля»

Лингвистическую переменную надежность $CR(x)$ можно выразить через нечеткий временной ряд [9], представив, таким образом, в виде последовательных значений функции соответствия частоты поломок $FP(x)$ и пробега (тыс. км). Отметим, что эксперт анализирует тренд уже после проведения процедуры фаззификации.

В данном случае под термином фаззификация понимается процесс определения термов в зависимости от исходного набора нечетких данных [10], в результате можно получить фиксированные численные значения переменной. Чтобы наглядно продемонстрировать этап фаззификации используем редактор функции принадлежности. При этом показатель надежности будем описывать через 3 термина: высокая, средняя и низкая надежность автомобиля (рис. 5).

Средняя надежность (*midi*) определяется на этапе обкатки нового. Здесь необходимо заметить, что

часто современные комплектующие нуждаются в «притирке», а то есть в ходе обкатки автомобиля, следует тестировать двигатель, тормозную систему и подвески при максимальных мощностях.

Высокая надежность (*high*) – это отрезок времени, где значение ресурса автомобиля – высоко, а чисто поломок – неизменно. Низкая надежность (*low*) – это период, когда ресурс автомобиль отработан и число поломок стремится к быстрому росту.

В процессе проектирования первых серий малометражных автомобилей ВАЗ конструкторы закладывали технический ресурс в 125 тыс. км. При том на момент реализации «десятой» серии данный показатель вырос до 150 тыс. км. Подчеркнем, что данное понятие не имеет четкого определения, а значит, не существует конкретных критериев, согласно которым можно определить, когда наступает предел технического состояния [11].

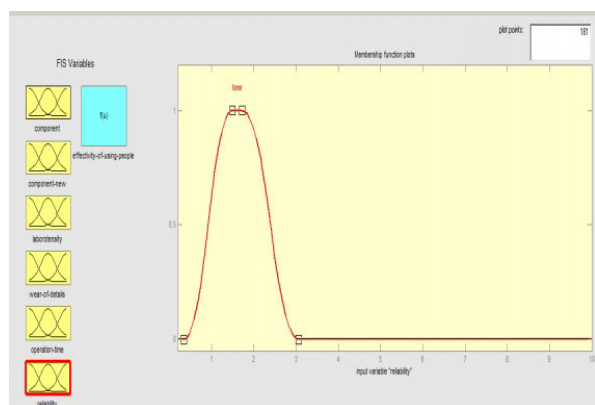


Рисунок 5 – Пример фаззификации входной лингвистической переменной «Надежность автомобиля» для нечеткого вывода «средняя надежность» на этапе обкатки нового автомобиля

Диапазоны выходных переменных заданы в диапазоне от 0 до 1 с помощью функции гауссова типа, где каждая характеризует переменную соответственно как низкая привлекательность, средняя привлекательность или высокая привлекательность (рис. 6).

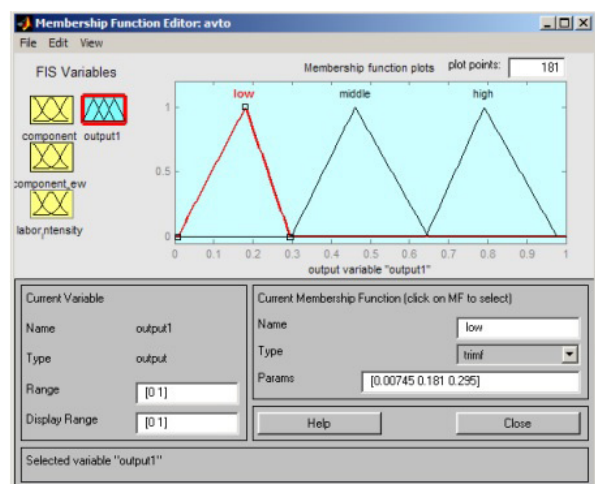


Рисунок 6 – Функции принадлежности выходной переменной «привлекательность клиента»

Выходным значение в модели является Привлекательность клиента ($y = [0,1]$) (рис. 7).

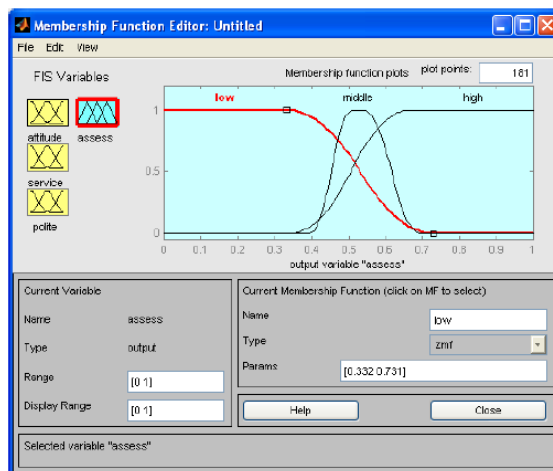


Рисунок 7 – Функция принадлежности «Привлекательность клиента»

Для определения адекватности нечеткого моделирования в разрезе данных результатов нечеткого вывода при дискретных значениях входных переменных анализа следует прибегнуть к модификации правил нечеткого вывода [12] или рассмотреть их в большом количестве (рис. 8).

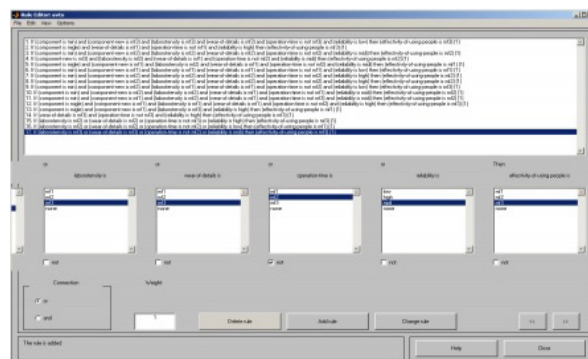


Рисунок 8 – Пример композиции правил

Изображенная на схеме продукционная нечеткая система выглядит в виде множества нечетких продукций (рис. 9).

Авторами использовались качественные параметры системы оценки, установленных на основе опроса и показателей системы нечеткой логики, зависящие от типа дефаззификатора (табл. 2). Количество заключенных договоров как количественный показатель деятельности менеджеров представлены в последней графе за определенный промежуток времени.

Визуализация разработанной нечеткой экспертной системы, которая демонстрирует связь между входными переменными модели и выходной переменной y («Привлекательность клиента»), представлена на рисунке 10. На рисунке изображён вывод программы *Matlab* в качестве визуализации нечетко-лингвистической модели клиента с данными из таблицы 2, иллюстрирующий отношение совокупности функций принадлежности клиента и оценки результирующей привлекательности клиента. Ис-

ходя из данных полученной зависимости можно сделать вывод, что выходная переменная «Привлекательность клиента» напрямую зависит от функций принадлежности, описанных в данной статье.

Область решений, показанная на иллюстрации, доказывает целесообразность данной экспертной системы моделирования оценки деятельности клиента.

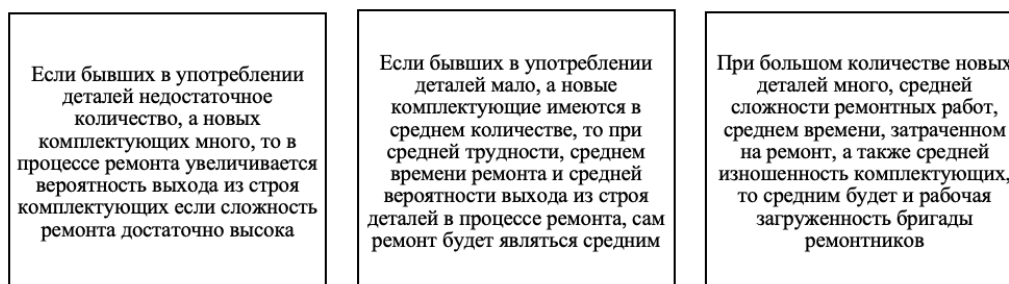


Рисунок 9 – Множества нечетких продукций продукционной нечеткой системы

Таблица 2 – Корреляционные параметры

	PB(x)	SL(x)	FP(x)	AC(x)	VM(x)	CR(x)	DL(x)	Y	Количество заключенных договоров
Клиент 1	0,3	0,4	0,5	0,8	0,7	0,3	0,7	0,3	10
Клиент 2	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5	00,6	15
Клиент 3	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	00,5	13
Клиент 4	0,8	0,7	0,3	0,2	0,2	0,8	0,7	00,9	16
Клиент 5	0,5	0,5	0,9	0,3	0,3	0,5	0,4	00,8	20

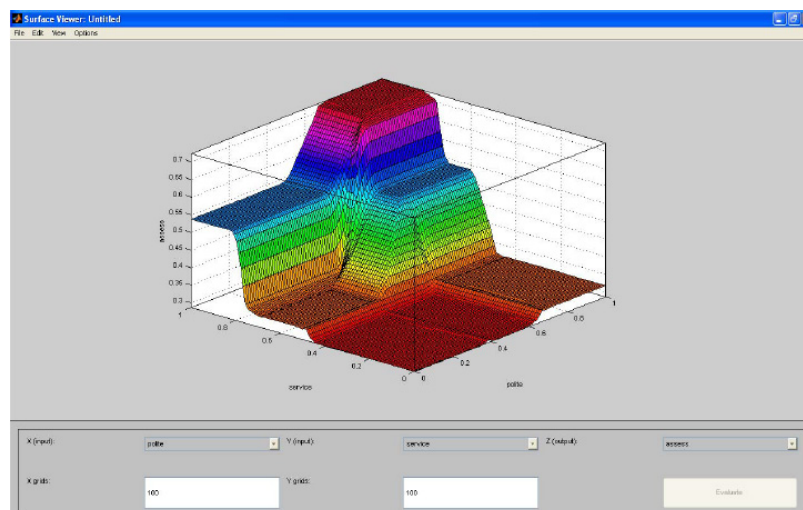


Рисунок 10 – Зависимость входных переменных и выходной переменной

Заключение. Следует отметить, что исследуемые методы в определении такого понятия как «эффективность» работы предприятия с использованием инновационной технологии нечеткой логики позволили сделать вывод [13], что в предлагаемом аппарате его возможности специалистами-менеджерами надлежащим образом еще не определены. В силу сложившихся обстоятельств бизнес и особенно представители крупных компаний постоянно сталкиваются с новыми проблемами, которые требуют правильных адекватных решений путем их научного и экспериментального разрешения. В этой связи в условиях информатизации будет целесообразнее всего как можно шире вовлекать в этот процесс такие инструментари, которые бы были основаны на сборе и анализе полученных данных, и давать им оценку опираясь при этом на современные направления в мировой экономической

науке [14].

Одним из таковых по праву на сегодня считается технологии *Fuzzy Logic*, то есть эффективный и перспективный инструмент мягких вычислений [15]. При использовании данной методической системы логического нечеткого вывода позволило сделать рациональный анализ показателя и получить достоверную оценку уровня загруженности персонала занятого в ремонте автомашин. В данной статье даются обоснования в необходимости применения нечеткой логики при учете нечетких показателей клиента при оценке степени его привлекательности и важности для компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аксентьев А.А. Разработка системы принятия решений на основе нечеткой логики для анализа лояльности клиентов и управления отношениями / А.А. Аксентьев, А.С. Сизов //

Проблемы теории и практики управления. – 2020. – №6. – С. 72-88.

2. Грязнова Н. Л. Возможности метода SERVQUAL для анализа сервиса в розничной торговле / Н.Л. Грязнова, О.В. Коновалова, Н.А. Плешкова // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50 №2. – С. 343-350.

3. Ляковский В.Л. Методика сбора, оценки и выбора инноваций: перспективы реализации / В.Л. Ляковский, Д.А. Саркисян // Компетентность. – 2020. – №8. – С. 6-11.

4. Щепакин М.Б. Исследование поведения потребителей розничных торговых сетей строительной отрасли методом семантического дифференциала / М.Б. Щепакин, М.В. Облогин, В.М. Михайлова // Практический маркетинг. – 2020. – № 1 (275). – С. 23-28.

5. Щепакин М.Б. Управление развитием розничной торговой сети в условиях обострения конкуренции / М.Б. Щепакин, Г.В. Михеев // Экономика и предпринимательство. – 2015. – №3. – С. 226–230.

6. Щепакин М.Б. Классификационный аспект к оценке факторов, влияющих на экономический рост бизнеса / М.Б. Щепакин, В.М. Михайлова, Ю.В. Баженов [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2017. – №2–1 (79–1). – С. 1227–1230.

7. Лебедева Т.Е. Совершенствование организационного климата организации в новых условиях деятельности рынка / Т.Е. Лебедева, Т.В. Крылова, А.И. Бердникова [и др.] // Московский экономический журнал. – 2020. – №5. – С. 798-805.

8. Белоусова М.Н. Применение нечеткого моделирования при оценке кризисного состояния предприятий / М.Н. Белоусова, А.А. Дашков // Вестник университета. – 2019. – №3. – С. 66-71.

9. Чуйкова Е.Н. Эвристический алгоритм формирования термов числовой лингвистической переменной / Е.Н. Чуйкова, В.В. Галушка // Бизнес-информатика. – 2018. – №3 (45). – С. 29-38.

10. Полещук О.М. Повышение эффективности оценки параметров технических систем на основе учета неопределенности разных типов / О.М. Полещук // Лесной вестник. – 2018. – Т. 22 №5. – С. 121-128.

11. Лабинский А.Ю. Использование нечеткой логики и нейронных сетей в системах автоматического управления / А.Ю. Лабинский, С.А. Нефедьев, Е.Н. Бардулин // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2019. – №1. – С. 44-50.

12. Лабинский А.Ю. Использование нечеткой логики в решении задач классификации / А.Ю. Лабинский // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2018. – № 3. – С. 46-53.

13. Лабинский А.Ю. Многомерная классификация с использованием нечеткой логики / А.Ю. Лабинский // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2018. – №2. – С. 71-79.

14. Зёрнышкин А.Е. Модель оценки привлекательности поставщика товарно-материальных ценностей логистических компаний / А.Е. Зёрнышкин, А.С. Сизов, В.П. Добрица [и др.] // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – №3 (76). – С. 95-106.

15. Аксентьев А.А. Разработка системы принятия решений на основе нечеткой логики для анализа лояльности клиентов и управления отношениями / А.А. Аксентьев // Проблемы теории и практики управления – 2020. – №6. – С. 72-88.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021

Статья принята к публикации 15.09.2021