

О. И. ПРОНИНА, Е. Е. ПЯТИКОП

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КЛАССА АВТОМОБИЛЯ

У статті представлені етапи побудови системи нечіткого виведення для вибору класу автомобіля. Описано процедури збору і обробки експертної інформації, вибору функцій приладдя необхідних для побудови системи нечіткого виведення. Сформовано продукційні правила для системи нечіткого виведення. Запропоновані процедури і методи були реалізовані у вигляді системи нечіткого виведення в середовищі MatLab Fuzzy.

Ключові слова: клас автомобіля, обробка експертних даних, нечітке моделювання, функції приналежності, продукційні правила, система нечіткого виведення.

В статье представлены этапы построения системы нечеткого вывода для выбора класса автомобиля. Описаны процедуры сбора и обработки экспертной информации, выбора функций принадлежности необходимых для построения системы нечеткого вывода. Сформированы продукционные правила для системы нечеткого вывода. Предложенные процедуры и методы были реализованы в виде системы нечеткого вывода в среде MatLab Fuzzy.

Ключевые слова: класс автомобиля, обработка экспертных данных, нечеткое моделирование, функции принадлежности, продукционные правила, система нечеткого вывода.

The article presents the stages of constructing a fuzzy inference system for selecting a class of a car. The procedures for collecting and processing the expert information necessary for constructing a system of fuzzy inference are described. Linguistic variables are chosen, fuzzy variables "car state", "car class", a clear variable "car category" are constructed, and the intervals for the variable "year", necessary for constructing a fuzzy model, are chosen based on expert data.

Productive rules for the system of fuzzy inference are formed. The proposed procedures and methods were implemented as a system of fuzzy in the MatLab environment. Stages of construction and analysis of the adequacy of the fuzzy model are presented. The graphical interface of the variable editor, rule editor, and the fuzzy output surface of the model, developed in the MatLab environment, is presented. The received model allows to establish dependence of values of an output variable «a class of the car» from values of input variables «a category of the car», «year», «a condition of the car». The simulation results automatically change when the parameters of input variables change, which allows using this model under changing external conditions. The results obtained in the modeling process are further used to construct the model for choosing the optimal trip, and the variable "car class" becomes the input one.

Keywords: car class, expert data processing, fuzzy modeling, membership functions, production rules, fuzzy inference system.

Введение. В современном мире информационные технологии активно используются во всех сферах человеческой деятельности. Человечество уже не может представить свою жизнь без мобильных устройств, быстрого и повсеместного доступа к сети Интернет и усовершенствованных услуг [1].

Благодаря уже имеющимся новшествам информационные технологии используются в разных сферах транспортных перевозок [2].

Одной из областей, где применение смартфонов является ключевым и просто необходимым является вызов автомобиля для осуществления частных пассажирских перевозок (такси) [3]. Сейчас наиболее популярной моделью вызова автомобиля является модель без диспетчера [4], когда взаимодействие водителя и клиента идет напрямую, без посредника. Теперь сам клиент выбирает себе автомобиль согласно своим желаниям и предпочтениям [5]. Перед пользователем предстает ряд свободных автомобилей и выбор поездки зачастую происходит случайным образом, и часто не является оптимальным. Задача выбора оптимальной поездки является актуальной, поскольку советующая система для выбора поездки смогла бы в значительной мере облегчить процедуру выбора.

Анализируя все факторы, влияющие на выбор оптимальной поездки, нередко приходится применять экспертные методы оценивания тех параметров, которые невозможно рассчитать при помощи теоретико-информационного подхода [6]. Предпосылкой для применения нечетких моделей

является наличие неопределенности, обусловленной отсутствием информации либо сложностью системы, и наличие информации качественного характера о системе [7].

Для создания системы выбора оптимальной поездки, необходим ряд входящих переменных, одной из которых является класс автомобиля. В свою очередь входящая переменная класс автомобиля, не может быть однозначно представлена [8]. Поскольку является результатом вывода, основанного на трех переменных.

Выбор класса автомобиля может быть реализован при помощи систем нечеткого вывода в совокупности с экспертными методами оценивания. В данной работе будет рассмотрена реализация выбора класса автомобиля в виде нечеткого моделирования в среде MatLab Fuzzy [6], для дальнейшего использования в системе выбора оптимальной поездки.

Целью данной работы является моделирование нечеткой системы вывода для определения класса автомобиля.

Постановка задачи. Задача определения класса автомобиля для дальнейшего его использования при определении оптимальности поездки является достаточно актуальной. Поскольку на сегодняшний день класс автомобиля устанавливает сам водитель и очень часто он не соответствует действительности. Водители для улучшения своей конкурентоспособности на рынке услуг стараются завязать уровень своего транспортного средства. Клиенты в свою очередь также не всегда объективно оценивают класс автомобиля, который приезжает к ним на вызов, что влечет

за собой недопонимание и конфликтные ситуации.

Анализ последних исследований и публикаций. В Украине, как и во всем мире, особую актуальность приобретают средства компьютерного моделирования [1]. Это обусловлено тем, что с помощью моделирования можно упростить процессы понимания работы отдельных предприятий, а также произвести оптимизацию отдельно взятых процессов [2]. За частую аналитическое описание и решение задач оптимизации процессов является слишком трудоемким, а часто даже невозможным, поскольку требует учета многих случайных факторов функционирования системы.

На данный момент большинство работ, посвященных транспортным задачам, своей целью ставят автоматизацию процесса перевозок [1-3, 8]. Частные пассажирские перевозки являются узкой областью транспортных задач. На сегодняшний день, выбор автомобиля для совершения поездки осуществляется несколькими запатентованными методиками, сравнение которых приведено в [5].

Класс автомобиля представляет собой очень важный критерий выбора поездки, включающий в себя представительность автомобиля, надежность, безопасность. Также класс автомобиля влияет на цену тарифа, по которому осуществляется перевозка. Так класс автомобиля «эконом» является самым дешевым при перевозке, «комфорт» является средним по цене и уже намного более качественным автомобилем, «бизнес» – самым дорогим в плане перевозки и самым удобным.

На сегодняшний день существует градация автомобилей согласно их маркам и годам выпуска [9], на основании которых происходит распределение автомобилей по классам в службах частных пассажирских перевозок. Эта градация не всегда отражает действительный класс автомобиля,

поскольку мало указать марку и год выпуска, нужно еще знать, в каком состоянии находится автомобиль. По результатам исследований [10] после трех лет интенсивной эксплуатации автомобиля он требует капитального ремонта и теряет свои показатели по надежности и безопасности на 30%.

Поэтому модель выбора класса автомобиля, которая основывается не только на стандартных критериях, таких как марка автомобиля и год выпуска, а и на состоянии автомобиля будет более объективно отражать текущее положение вещей.

Основные этапы построения нечеткой модели.

Построение нечеткой модели основано на формализации характеристик при выборе класса автомобиля в терминах лингвистических переменных, краткий алгоритм приведен на рис. 1.

В настоящее время предложено несколько алгоритмов нечеткого вывода: Мамдани, Цукамото, Ларсена, Сугено [6]. Алгоритм нечеткого вывода формально может быть определен следующим образом:

1. Формирование базы правил нечеткого вывода.
2. Фазификация входных переменных.
3. Агрегирование подусловий в нечетких правилах продукций.
4. Активизация подзаключений в нечетких правилах продукций.
5. Аккумуляция заключений в нечетких правилах продукций.
6. Дефазификация выходных переменных.

Цель создания нечеткой модели выбора класса автомобиля заключается в том, чтобы на основе текущего состояния автомобиля, его года выпуска и категории, к которой он относится по умолчанию, определить класс автомобиля для дальнейшего выбора поездки, в которой выбранный автомобиль учувствует.

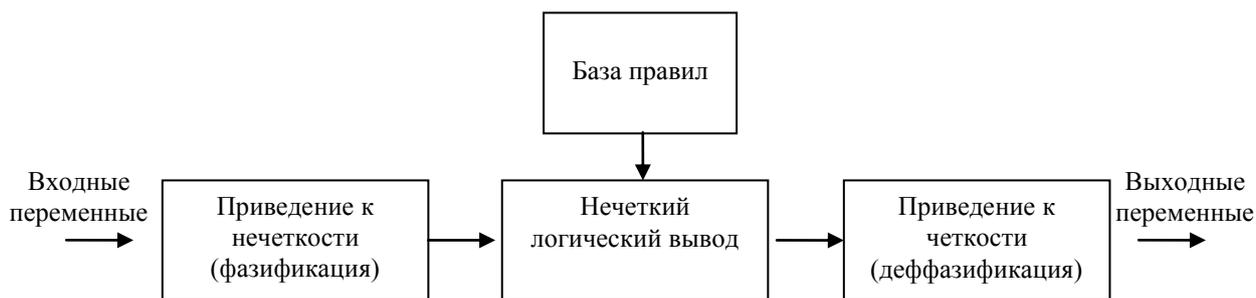


Рис. 1 – Краткий алгоритм нечеткого моделирования

Для описания входных переменных было решено использовать лингвистические переменные, поскольку они наиболее емко отражают суть данных.

Лингвистической переменной называется набор $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, где β – наименование лингвистической переменной; T – множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименования нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество X . Множество T называется базовым терм-множеством лингвистической переменной; G – синтаксическая процедура, позволяю-

щая оперировать элементами терм-множества T , в частности, генерировать новые термы (значения).

Множество $T \cup G(T)$, где $G(T)$ – множество сгенерированных термов, называется расширенным терм-множеством лингвистической переменной; M – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную, то есть сформировать соответствующее нечеткое множество [6].

Для построения функций принадлежности были выбраны следующие виды функций: сигмоидная, обобщенный колокол и треугольная функции принадлежности.

Функция принадлежности «обобщенный колокол» задается в следующем виде:

$$\mu(x, a, b, c) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{a}\right)^b}, \quad (1)$$

где x – текущее значение, определенное на базовом множестве;

c – расположение центра функции принадлежности;

a, b – показатели, оказывающие влияние на форму кривой.

Данная функция принадлежности порождает нормальные выпуклые нечеткие множества с ядром $[c]$ и носителем (a, b) .

В аналитической форме сигмоидная функция записывается следующим образом:

$$\mu(x, a, c) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}, \quad (2)$$

где a – показатель, в зависимости от его знака рассматриваемая ФП будет открыта или справа, или слева.

c – показатели, оказывающие влияние на форму кривой.

Треугольная функция принадлежности задается в следующем аналитическом виде:

$$\mu(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & x > c, \end{cases} \quad (3)$$

где x – базовое множество, на котором определяется ФП.

Величины a и c задают основание треугольника, b – его вершину.

Построение нечеткой модели выбора класса автомобиля. В имеющейся модели организации пассажирских перевозок (ОПП) существуют три категории, относительно которых происходит все распределения автомобилей в системе. При нулевых

условиях значение переменной категория автомобиля и класс автомобиля совпадают.

В основе нечеткой модели выбора класса автомобиля лежит формальная система вида:

$$HM_1 = \langle \{V\}_{i=1}^3, \{W\}_{j=1}^4, \{R\}_{k=1}^{45} \rangle. \quad (4)$$

Множества $\{V\}, \{W\}, \{R\}$ есть множества базовых элементов, а именно:

множество входных переменных:

$$V = \{KA, Year, \beta_6\};$$

множество выходных лингвистических

$$\text{переменных } W = \{\omega_1\};$$

множество правил нечетких продукций:

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_{45}\}.$$

При формировании базы правил данной модели каждое правило представлено в виде нечеткой продукции вида (6) [6]:

$$\begin{aligned} &\text{ПРАВИЛО}\langle\#\rangle: \text{ЕСЛИ "}\beta_1 \text{ есть } \alpha_1\text{"} \\ &\text{И "}\beta_2 \text{ есть } \alpha_2\text{" И... "}\beta_m \text{ есть } \alpha_m\text{"} \\ &\text{ТО "}\omega_1 \text{ есть } y_1\text{" И "}\omega_2 \text{ есть } y_2\text{" И... "}\omega_s \text{ есть } y_s\text{"}. \end{aligned} \quad (6)$$

Множество входных переменных

$$V = \{KA, Year, \beta_6\} \quad \text{выбора класса автомобиля}$$

следующее:
 KA – категория автомобиля;
 $Year$ – год выпуска автомобиля, β_6 – состояние автомобиля.

Множество выходных лингвистических переменных $W = \{\omega_1\}$ представлено одной переменной ω_1 – класс автомобиля [6].

Анализ терминологии, используемой в сфере частных пассажирских перевозок, показал, что для класса автомобиля β_1 базовое терм-множество состоит из трех градаций $T(\beta_1) = \{\text{«эконом»}, \text{«комфорт»}, \text{«бизнес»}\}$, а для состояния автомобиля β_6 , базовое терм-множество также состоит из трех градаций – $T(\beta_6) = \{\text{«среднее»}, \text{«хорошее»}, \text{«отличное»}\}$.

Лингвистическая переменная β_6 определяется кортежем $\langle \beta_6, T(\beta_6), X \rangle$, где $\beta_6 = \text{«состояние автомобиля»}$, $T(\beta_6) = \{SS, HS, OS\}$, $X = [0, 300]$. Параметры термов представлены в табл.1. Графики функций принадлежности для термов лингвистической переменной β_6 представлены на рис. 2.

Таблица 1 – Параметры термов лингвистической переменной «состояние автомобиля»

Имя терма	Имя функции	Параметры			Диапазон универсума $X = [X_1, X_2]$	
		a	b	c	X_1	X_2
SS	$\mu_{SS}(x; a, b, c)$	0,5	2	3,5	3	4
HS	$\mu_{HS}(x; a, b, c)$	0,3	3	4,25	4	4,5
OS	$\mu_{OS}(x; a, b, c)$	0,3	3	4,75	5,5	5

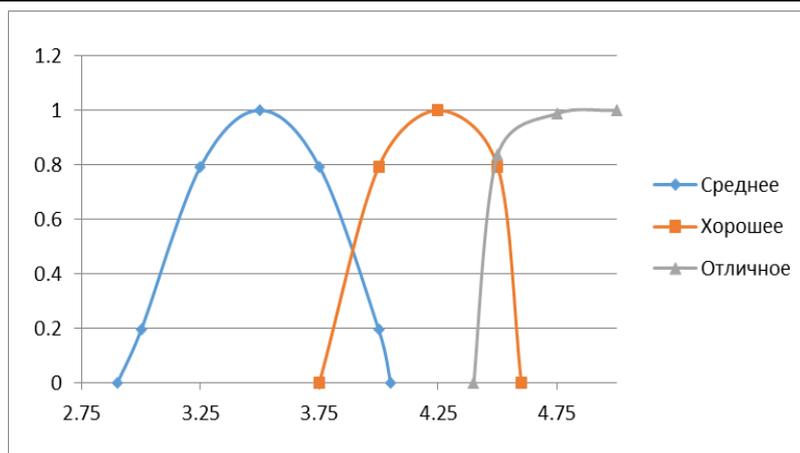


Рис. 2 – Графики функций термов лингвистической переменной «состояние автомобиля»

Анализируя полученные данные, для лингвистической переменной «состояние автомобиля» относительно каждого термина, предпочтительней является то значение, у которого максимальная функция принадлежности.

Для определения года выпуска введена переменная обозначенная – *Year*. Значение, принимаемое данной переменной, является четким, заданным в виде интервала. Значение переменной *Year*, взятые на момент 2017 года. Распределение значений переменной год выпуска и ее текстовое значение приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Соответствие числовому значению переменной *Year* ее буквенного обозначения

Год выпуска, числовое значение	Интерпретируемое значение, type
[2000, 2006]	type 1
[2005, 2010]	type 2
[2009, 2011]	type 3
[2010, 2016]	type 4
[2015, 2017]	type 5

Категория автомобиля берется из списка соответствий составленного на основе анализа литературных источников данной предметной области. В таблице указаны марки автомобилей с годами выпуска распределенные согласно трем категориям: эконом, комфорт, бизнес.

Для модели была введена переменная категория автомобиля – *КА*, которая может принимать значения {«эконом», «комфорт», «бизнес» }.

По мнению экспертов, эвристические правила, легко представляются в форме (7), поэтому в качестве схемы нечеткого вывода предлагается использовать алгоритм Мамдани [6]: метод активации – *min*-активация, во всех правилах в качестве логической связки для условий применяется нечеткая конъюнкция, в качестве метода агрегирования используется *min*-конъюнкция, для аккумуляции заключений правил – метод *max*-дизъюнкции, метод дефазификации – метод центра тяжести.

Для формирования переменной класс автомобиля необходимо составить нечеткие высказывания, следующего вида:

$$IF(\beta_1 \text{ IS } \alpha_1) \wedge (\beta_2 \text{ IS } \alpha_2) \wedge (\beta_3 \text{ IS } \alpha_3) \quad (7) \\ THEN(\omega_1 \text{ IS } \alpha_1),$$

где β – лингвистическая переменная;
 α – один из термов этой переменной;
 ω_1 – выходная лингвистическая переменная

Если автомобиль выпущено в 2015 - 2017 году, но марка относится к категории «Эконом», то он может попасть в категории «Комфорт» (на близлежащие два года), а потом снова станет «Эконом» категорией.

Для категории «Комфорт», если авто выпущено в 2015 - 2017 году, то на два последующих года авто может находиться в категории «Бизнес», по прошествии этого периода, автомобиль автоматически возвращается в «категорию Комфорт».

В случае если год выпуска автомобиля по категории «Бизнес» от 2009–2011 года такой автомобиль попадает в категорию «Комфорт».

Для категории «Комфорт», если год выпуска автомобиля из предложенной категории от 2009–2011, данный автомобиль попадает в категорию «Эконом».

Если автомобиль категории «Комфорт», а год выпуска ниже 2008 года, он находится в категории «Эконом».

В случае если автомобиль из перечня «Эконом», год выпуска 2015–2017, он на последующие 1–2 года относится к категории «Комфорт».

Автомобиль из категории «Комфорт» 2015–2017 года приравнивается к категории «Бизнес» на последующие два года.

Реализация нечеткой модели выбора класса автомобиля. Разработанная система, реализованная в виде системы нечеткого вывода, которая на основе входных данных, определяет класс автомобиля (рис. 3).

Графический интерфейс редактора функций принадлежности задания входных переменных «категория автомобиля», «год выпуска» и «состояние автомобиля» и выходной переменной «класс автомобиля» показан на рис. 4, а–г. Значения терм-множеств данных входных переменных заданы согласно полученным лингвистическим шкалам.

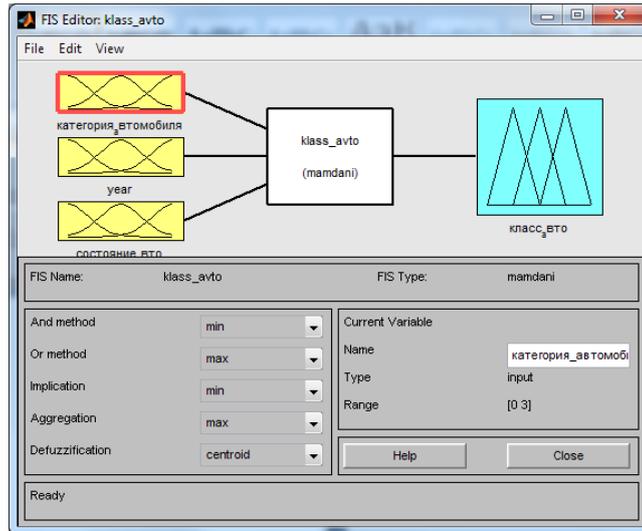
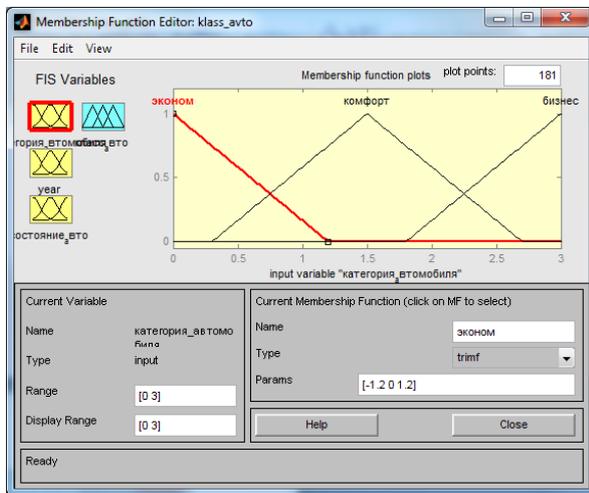
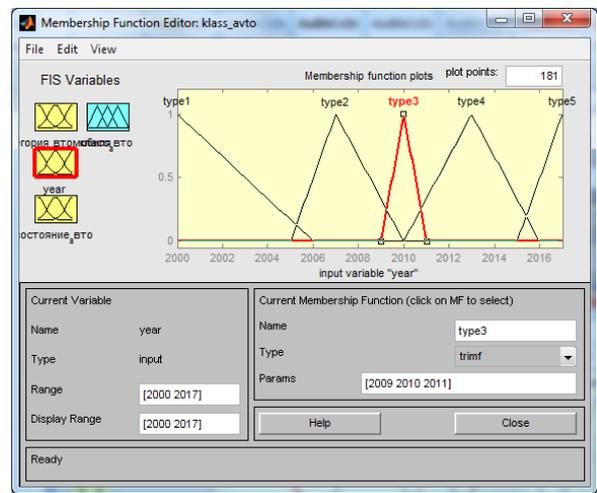


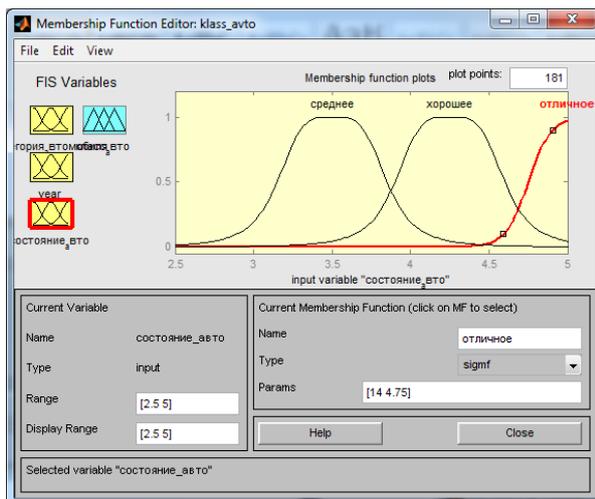
Рис. 3 – Просмотр и функции редактора MatLab Fuzzy



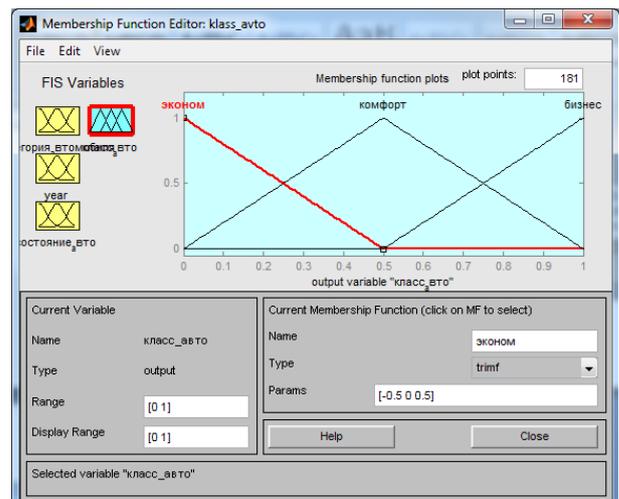
а



б



в



г

Рис. 4 – Представление функций принадлежности в редакторе функций принадлежности:
 а – категория автомобиля, б – год выпуска автомобиля, в – состояние автомобиля, г – класс автомобиля

Далее происходит задание правил для системы нечеткого вывода. Всего было создано 45 правил, которые полностью описывают всевозможные сочетания перебора входных данных и соответствующих выход-

ных данных. Вид графического интерфейса редактора правил после задания всех правил изображен на рис. 5.

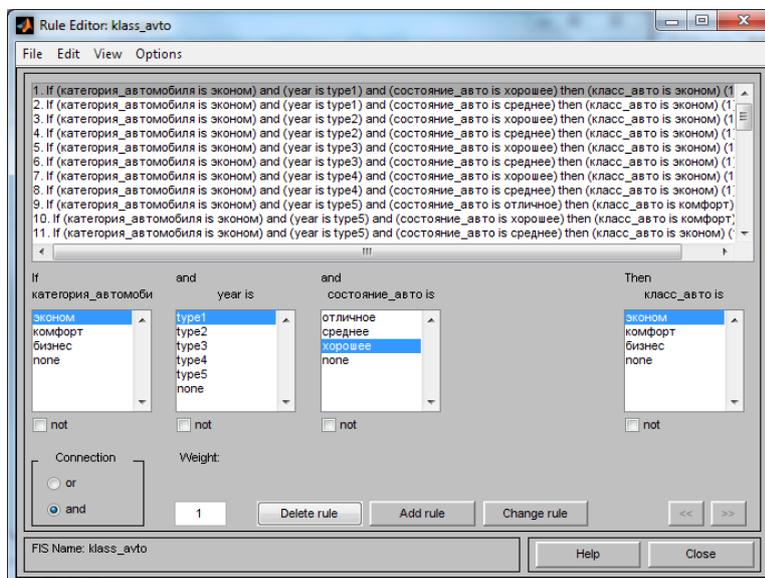


Рис. 5 – Построение правил для нечеткого вывода

Теперь можно выполнить оценку построенной системы нечеткого вывода для задачи определения класса автомобиля. Для этого откроем окно просмотра (рис. 6) и введем значения входных переменных для частного случая: категория автомобиля «бизнес», год выпуска – 2016, состояние автомобиля – «хорошее».

Процедура нечеткого вывода, реализованная в системе MatLab Fuzzy для разработанной нечеткой модели, выдает результат 0,636, что интерпретируется в класс автомобиля – «комфорт», тем самым подтверждает ее адекватность, в рамках рассматриваемой модели.

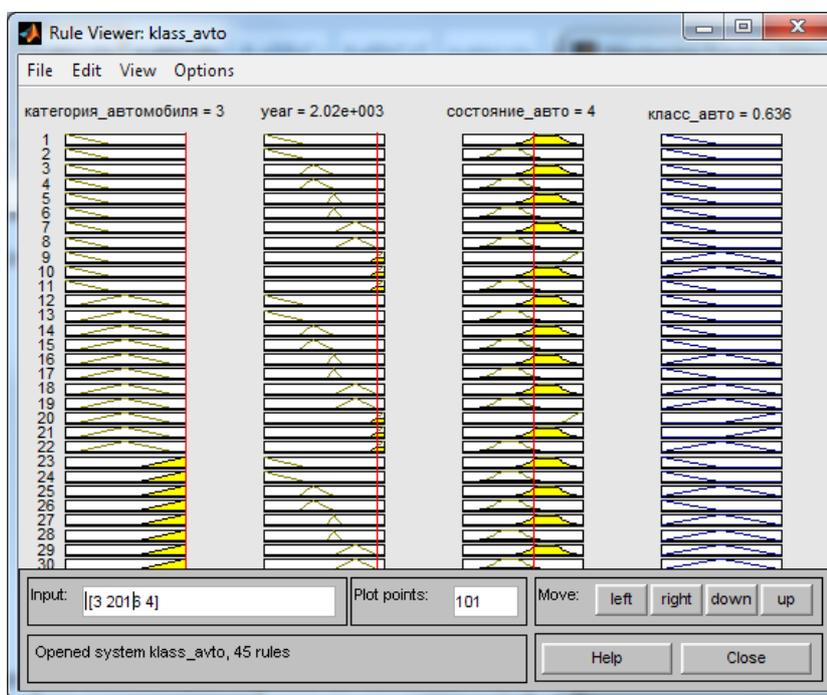


Рис. 6 – Редактор правил нечеткой системы

Процесс исследования и анализа разработанной нечеткой модели состоит из тестового выполнения нечетких выводов для различных значений входных переменных и оценки полученных результатов с

целью внесения необходимых корректировок в случае несогласованности отдельных результатов.

Общий анализ разработанной модели позволяет получить поверхность нечеткого вывода (рис. 7).

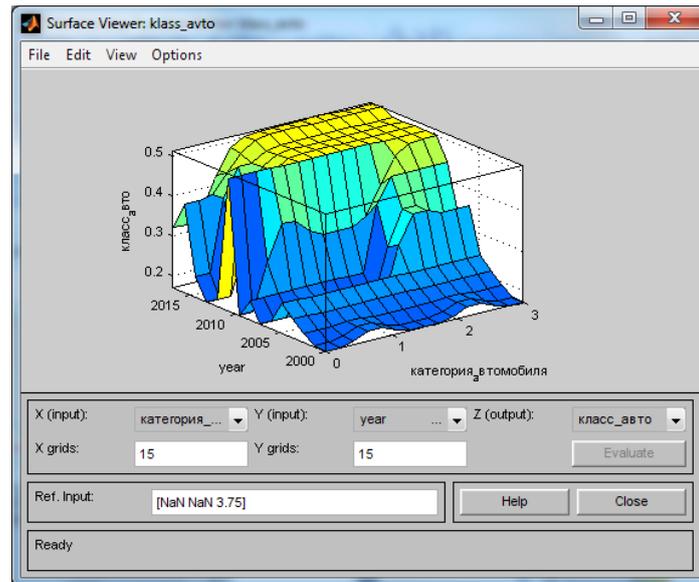


Рис. 7 – Поверхность нечеткого вывода

Данная поверхность нечеткого вывода позволяет установить зависимость значения выходной переменной «класс автомобиля» от значений входных переменных «категория автомобиля», «год выпуска» и «состояние автомобиля».

Выводы. Таким образом, предлагаемая нечеткая модель определения класса автомобиля исключает субъективное мнение водителя этого автомобиля и учитывает не только марку и году выпуска автомобиля, но его состояние. Нечеткая экспертная система, реализованная в среде MatLab Fuzzy, подтверждает адекватность построенной модели. Поэтому модель выбора класса автомобиля по трем параметрам (категория автомобиля, годы выпуска и состояния автомобиля) можно далее использовать в решении задачи выбора оптимальной поездки. Выходная переменная «класс автомобиля» в дальнейшем будет использоваться как входная переменная при выборе оптимальной поездки.

Список литературы

1. *Нагорний С. В.* Математичні методи і моделі розв'язання задач аналізу, моделювання, управління для суб'єктів транспортних ринків / *С. В. Нагорний, О. В. Дорохов.* – Х. : ХНАДУ, 2004. – 70 с.
2. *Забара С. С.* Автоматизована система управління транспортними перевезеннями / *С. С. Забара, М. Т. Дехтярук // Системні дослідження та інформаційні технології.* – 2014. – № 2. – С. 18–28.
3. *Эльдарханов Х. Ю.* Логистика: управление городским грузодвижением / *Х. Ю. Эльдарханов.* – Тамбов : Грамота, 2008. – 143 с.
4. Пат. 82013 UA, МПК (2013.01) G08G 1/123 (2006.01) G07C 5/00. Спосіб обробки та розподілу замовлень транспортних послуг / *Парасюк С. В.* – Публ. 10.07.2013, Бюл. № 13, 2013 р. – 2 С.
5. *Пронина О. И.* Анализ моделей и технологий распределения транспортных услуг / *О. И. Пронина // Науківі праці Донецького національного технічного університету серія: «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка»,* 2016. – № 2 (23). – С. 86–90.
6. *Леоненков А. В.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / *А. В. Леоненков.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
7. *Масалович А. И.* Нечеткая логика в бизнесе и финансах / *А. И. Масалович // Тора Центр.* – Режим доступа: www.tora-centre.ru/library/fuzzy/fuzzy-.htm. – Дата обращения: 13 июня 2017.

8. *Губенко В. К.* Логистическая централизация материальных потоков: теория и методология логистических распределительных центров: Монография / *В. К. Губенко.* – Донецк : Институт экономики и промышленности, 2007. – 495 с.
9. Классы автомобилей. – Режим доступа: <https://driver.yandex/классы-автомобилей/>. – Дата обращения: 1 мая 2017.
10. Ресурс автомобиля: Какой пробег делает покупку б/у авто нецелесообразной? – Режим доступа: https://auto.ria.com/news/first_auto/231440/resurs-avtomobilya-kakoj-probeg-delaet-pokupku-b-u-avto-necesooobra.html. – Дата обращения: 13 июня 2017.

References (transliterated)

1. Nagorny E. V. *Matemoticheskiye metody i modeli resheniya zadach analiza, modelirovaniye upravleniya dlya obektov transportnykh rinkov* [Mathematical methods and models for solving analysis problems, control modeling for transport ribbon objects]. Kharkov, KhNADU Publ., 2004. 70 p.
2. Zabara S. S., Dekhtyaruk M. T. Avtomatizovana sistema upravlinnya transportnimi perevezennyami [Automated control system for transport vehicles]. *Sistenni doslidzhennya ta informatsiyni tekhnologii*. 2014, no 2., pp.18–28.
3. Eldarkhanov H. U. *Logistika: upravleniye gorodskim gruzodvizheniyem* [Logistics: management of urban gruzodvizheniem], Tambov, Gramota Publ., 2008. 143 p.
4. Parasiuk S. V. *Sposib obrobky ta rozpodilu zamovlen' transportnykh posluh* [The method of processing and distribution of orders transport services]. Patent UA, no. 82013, 2013, 2 p.
5. Pronina O. I. *Analiz modeley i tekhnologiy raspredeleniya transportnykh uslug* [Analysis of models and technologies for distribution of transport services]. *Naukovi pratsi Donets'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu seriya: "Informatyka, kibernetika ta obchyslyval'na tekhnika"* [Scientific papers of Donetsk National Technical University Series: "Informatics, Cybernetics and Computer Science"], Publ., 2016, no 2(23). pp. 86–90.
6. Leonenkov A. V. *Nechetkoe modelyrovanye v srede MATLAB y fuzzyTECH* [Fuzzy modeling in the MATLAB and fuzzyTECH environment]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2005. 736 p.
7. Masalovich A. I. *Nechetkaya logika v biznese i finansakh* [Fuzzy logic in business and finance]. Available at: www.tora-centre.ru/library/fuzzy/fuzzy-.htm (accessed 13.06.2017)
8. Gubenko V. K. *Logisticheskaya tsentralizatsiya material'nykh potokov: teoriya i metodologiya logisticheskikh raspreditel'nykh tsentrov: Monografiya* [Logistic centralization of material flows:

- theory and methodology of logistics distribution center]. Donetsk, Institut ekonomiki i promyshlennosti Publ., 2007. 495 p.
9. *Klassy avtomobiley* [Classes of cars]. Available at: <https://driver.yandex/классы-автомобилей/>. (accessed 1.05.2017)
10. *Resurs avtomobilya: Kakoy probeg delayet pokupku b/u avto netselesoobraznoy?* [Resource car: What mileage does buying a

used car inappropriate?]. Available at: https://auto.ria.com/news/first_auto/231440/resurs-avtomobilya-kakoj-probeg-delaet-pokupku-b-u-avto-neceseoobra.html (accessed 13.06.2017)

Поступила (received) 15.06.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Використання нечітких множин при визначенні класу автомобіля / О. І. Проніна, О. Є. П'ятикоп // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 28 (1250). – С. 41–48. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-0023.

Использование нечетких множеств при определении класса автомобиля / О. И. Пронина, Е. Е. Пятикоп // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 28 (1250). – С. 41–48. – Библиогр.: 10 назв. – ISSN 2079-0023.

Using fuzzy sets in determining the class of the car / O.I. Pronina, E.E. Pyatikop // Bulletin of NTU "KhPI". Series: System analysis, control and information technology. – Kharkov : NTU "KhPI", 2017. – No. 28 (1250). – P. 41–48. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-0023.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Проніна Ольга Ігорівна – асистент кафедри «Комп'ютерних наук» Державного Вищого Навчального Закладу «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь; тел.: (067) 257-76-37; e-mail: pronina.lelka@gmail.com.

Пронина Ольга Игоревна – асистент кафедри «Компьютерных наук» Государственного Высшего Учебного Заведения «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь; тел.: (067) 257-76-37; e-mail: pronina.lelka@gmail.com.

Pronina Olga Igorivna – Assistant of the Chair of "Computer Sciences" of the State Higher Educational Institution "Priazovsky state technical university", Mariupol; tel.: (067) 257-76-37; e-mail: pronina.lelka@gmail.com.

П'ятикоп Олена Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент, Державний Вищий Навчальний Заклад «Приазовський державний технічний університет», доцент кафедри «Комп'ютерні науки»; тел.: (098) 112-86-69; e-mail: pyatikopalena@gmail.com.

Пятикоп Елена Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент, Государственное Высшее Учебное Заведение «Приазовский государственный технический университет», доцент кафедры «Компьютерные науки»; тел.: (098) 112-86-69; e-mail: pyatikopalena@gmail.com.

Pyatikop Elena Evgenievna – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, State Higher Educational Institution "Priazovsky state technical university", Associate Professor at the Department of "Computer Sciences"; tel.: (098) 112-86-69; e-mail: pyatikopalena@gmail.com.