

АДАПТИВНАЯ МЕТОДИКА ОТБОРА КАДРОВ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ МЧС РОССИИ

О.В. Уткин;

М.И. Гвоздик, кандидат технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена адаптивная методика отбора кадров в системе образовательных учреждений МЧС России, реализующая комплексную нечетко-продукционную модель отбора кадров с использованием нечетких моделей различной сложности, что позволяет учитывать при оценке кандидата не только детерминированные, интервальные, но и лингвистические переменные, более тонко описывающие его качества.

Ключевые слова: метод анализа иерархий Саати, нечеткие множества первого порядка, нечеткие множества второго порядка, нечеткие функции принадлежности, нечеткое моделирование, нечеткий вывод Мамдани, программный комплекс, математическая модель, отбор кадров, критерии отбора, адъюнктура

ADAPTIVE METHODS OF PERSONNEL SELECTION IN SYSTEM OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

O.V. Utkin; M.I. Gvozdik.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article considers adaptive methods of personnel selection in system of educational institutions of EMERCOM of Russia, implements a comprehensive model of personnel selection using fuzzy models of different complexity, which allows to take into account when evaluating a candidate not only deterministic, interval, and linguistic variables but, more subtly describing its quality.

Keywords: analytic hierarchy process Saaty, fuzzy sets first-order, fuzzy sets second-order, fuzzy membership function, fuzzy modeling, fuzzy inference Mamdani, software package, mathematical model, selection of personnel, selection criteria, graduate school

Кадры являются одним из основных элементов, формирующих ресурсный потенциал МЧС России [1], в том числе и в его образовательных учреждениях.

Основой инновационной деятельности образовательных учреждений МЧС России является интеллектуальный капитал, носителем которого выступает профессорско-преподавательский состав и обучающиеся. Особое место в этом строю занимают магистры и адъюнкты (аспиранты). Компетентность магистров и адъюнктов во многом определяет успешность достижения целей и результатов системы подготовки кадров в целом, что, в свою очередь, требует своевременно формировать требуемую компетентность и поддерживать ее на соответствующем уровне.

Для решения этой задачи в образовательных учреждениях должны существовать инструменты и способы определения стандартов компетентности магистров и адъюнктов в зависимости от специальности, направления подготовки, года обучения и т.д., а также методики и программы формирования компетентности согласно выработанным стандартам подготовки.

Актуальной задачей является эффективное управление процессом отбора курсантов, слушателей и студентов при переходе с одного образовательного уровня на другой: бакалавр – магистр, магистр – адъюнкт (аспирант), соискатель.

В настоящей работе предлагается адаптивная методика отбора кадров в системе образовательных учреждений МЧС России, реализующая комплексную нечетко-продукционную модель отбора кадров [2], с использованием нечетких моделей различной сложности, что позволяет учитывать при оценке кандидата не только детерминированные, интервальные, но и лингвистические переменные, более тонко описывающие его качества.

Адаптивность в контексте методики понимается, как ее уровневая вариативность в совокупности с алгоритмической универсальностью.

Описание адаптивной методики будем проводить с использованием описанных примеров [2–5].

Алгоритм адаптивной методики представлен в табл. 1 и включает в себя следующие этапы.

Таблица 1

№ этапа	Название этапа	Примечание
1	Выбор структуры критериев	Иерархическая структура
2	Выбор методов свертки для каждого обобщенного критерия	Метод анализа иерархии (МАИ) Метод нечеткого вывода первого порядка Метод нечеткого вывода второго порядка
3	Оценка «листовых» показателей	Проведение вступительных испытаний
4	Расчет обобщенного рейтинга кандидата	Расчет обобщенного рейтинга «снизу вверх»
5	Сравнение рейтингов кандидатов	Принятие решения

1. Выбор структуры критериев. В зависимости от выбранного уровня профессионального образования, названия специальности, направления подготовки, может изменяться общая структура – интегральный показатель.

Общая структура критериев при поступлении в образовательные учреждения МЧС России имеет иерархическую форму (рис. 1): $Q_i(0)$ – интегральный показатель, то есть обобщенный рейтинг по всем критериям одного кандидата; $Q_{1..n}(1)$ – критерии отбора кандидата, в зависимости от уровня профессионального высшего образования могут быть изменены, то есть быть дополнены как основными, так и дополнительными критериями; $Q_{11..nn}(N)$ – показатели критериев отбора N уровня.

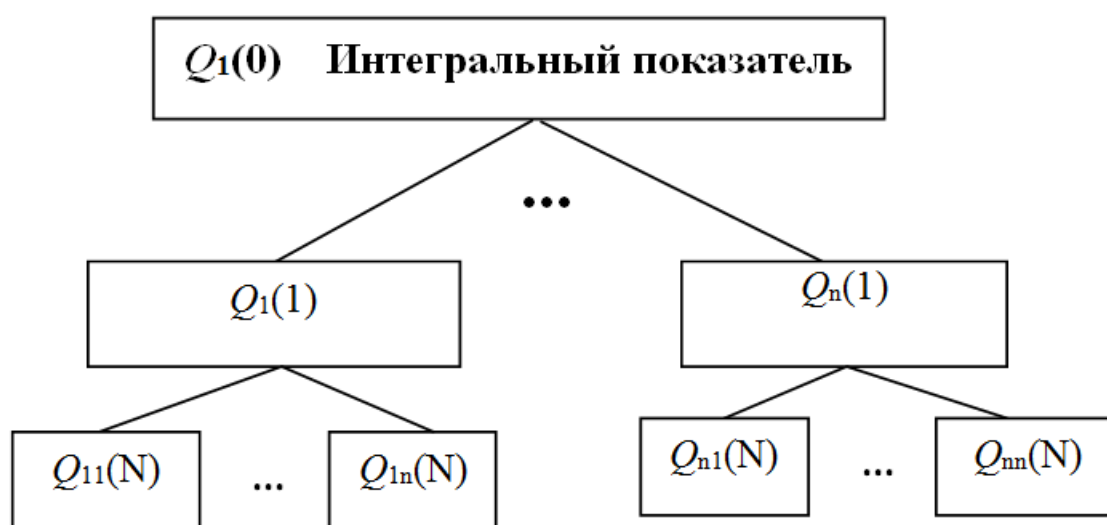


Рис. 1. Общая структура критериев при поступлении в образовательные учреждения МЧС России

2. Выбор методов свертки для каждого обобщенного критерия.

Для более полного использования информации, не явно содержащейся в исходных данных, за счет преобразования ее в форму, доступную для обработки, будем использовать комплексную нечетко-продукционную модель отбора кадров [2]. По своей сути комплексная модель включает в себя совокупность из трех частных:

- метод анализа иерархии (МАИ);
- метод нечеткого вывода первого порядка;
- метод нечеткого вывода второго порядка.

3. Оценка «листовых» показателей. Рассматривается расчет показателей нижних уровней критериев путем проведения различных испытаний и дополнительных измерений.

4. Расчет обобщенного рейтинга кандидата. Проводится вычисление рейтинга кандидата в соответствии с выбранными методами свертки.

5. Сравнение рейтингов кандидатов. Кандидаты ранжируются в соответствии с полученным рейтингом.

Рассмотрим адаптивную методику отбора кадров в системе образовательных учреждений на примере отбора кадров высшей категории (в адъюнктуру) образовательных организаций МЧС России.

Кандидат отбора в адъюнктуру.

Первый этап.

Выбираем структуру – отбор кадров высшей категории, составляем дерево критериев (рис. 2).

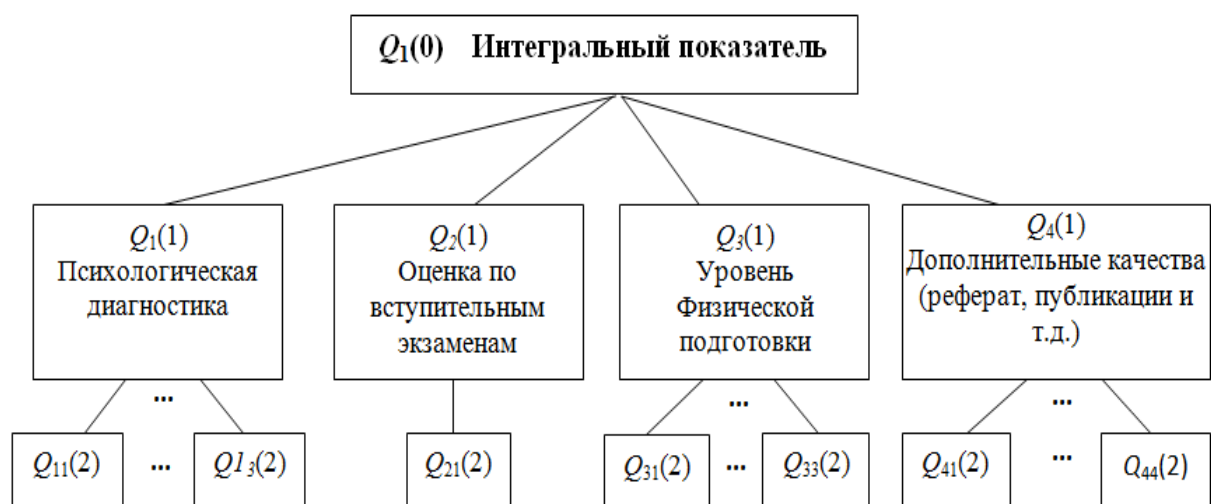


Рис. 2. Структура критериев отбор кадров высшей категории

Интегральный показатель формируется путем свертки четырех критериев: «Психологическая диагностика», «Оценка по вступительным экзаменам», «Уровень физической подготовки» и «Дополнительные качества».

Второй этап. Каждый из критериев получаем путем свертки оценок соответствующих ему качеств с помощью одного из трех математических методов:

1. МАИ – критерий «Дополнительные качества»;
2. Метод нечеткого вывода первого порядка используем для двух критериев «Психологическая диагностика» и «Оценка по вступительным экзаменам»;
3. Метод нечеткого вывода второго порядка – критерий «Уровень физической подготовки»;
4. Обобщенный показатель рассчитывается по МАИ. Выбор метода определяется важностью коэффициентов и высокой квалификацией экспертов.

Выбор расчета каждого критерия по определенному методу рассмотрен в следующих работах автора [2–5].

Третий этап. Расчет листовых показателей на примере «Психологическая диагностика» рассмотрен в статье [4] (рис. 3).

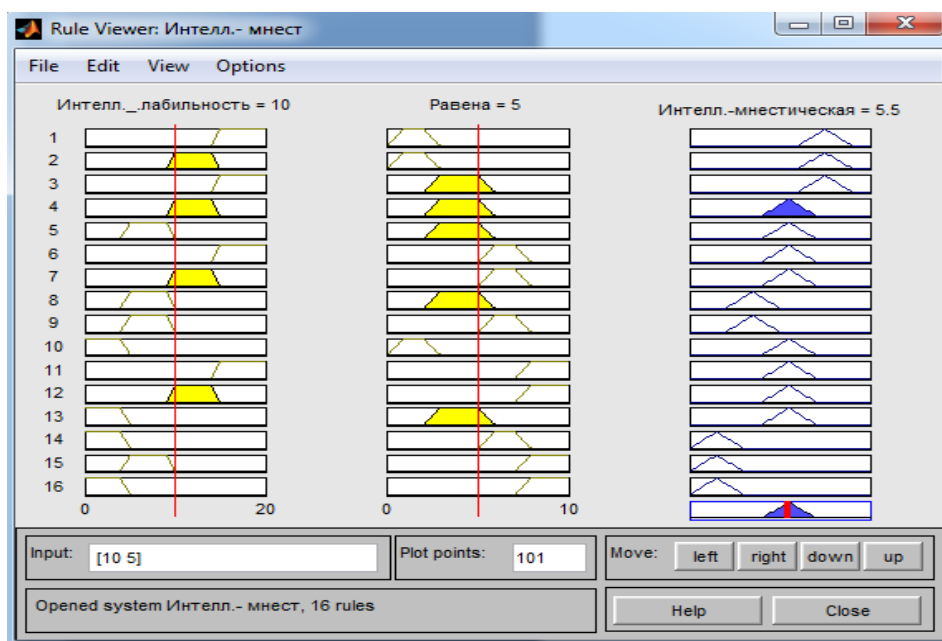


Рис. 3. Результат нечеткого вывода для входных значений (10,5 в поле Input)

Четвертый этап. Расчет обобщенного рейтинга кандидатов проводим следующим образом:

- I. Расчет критерия «Дополнительные качества»;
- II. Расчет критерия «Оценка по вступительным экзаменам»;
- III. Расчет критерия «Психологическая диагностика»;
- IV. Расчет критерия «Уровень физической подготовки»;
- V. Расчет обобщенного показателя.

I. По данным табл. 2 произведен расчет критерия «Дополнительные качества» [6]:

Таблица 2

Показатели критерия	Научные публикации ВАК	Базовое образование	Реферат	Научные публикации	Произведение	Возведение в степень	Вес показателя
Научные публикации ВАК	1,00	2,00	3,00	5,00	30,00	2,34	0,47
Базовое образование	0,50	1,00	3,00	3,00	4,50	1,46	0,29
Реферат	0,33	0,33	1,00	3,00	0,33	0,76	0,15
Научные публикации	0,20	0,33	0,33	1,00	0,02	0,39	0,08
Сумма	2,03	3,67	7,33	12,00		4,94	1,00
ПС=	4,107913475	Количество показателей	1	2	3	4	5
ИС=	0,035971158	Случайный индекс	0	0	0,58	0,9	1,12
ОС=	0,039967954	ОС<0,1					

Выражение принимает вид:

$$(1*0,47+1*0,29+0*0,15+0*0,08)*100=76,$$

где 76 – это общий балл по критерию «Дополнительные качества», для конкретного случая оценки показателей.

II. Критерий «Оценка по вступительным экзаменам».

Расчет критерия производится по трем показателям: «Оценка за экзамен по специальности», «Оценка за экзамен по иностранному языку» и «Оценка за экзамен по философии». Расчет производится методом нечеткого вывода первого порядка в среде MATLAB [7].

Для нечеткого вывода выполнены следующие действия [4]:

1. Для выбранного показателя создаем базу правил:

- если оценка по специальности неудовлетворительная, оценка за экзамен по иностранному языку неудовлетворительная и оценка за экзамен по философии неудовлетворительная, то «не прошел» отбор;
- если оценка за экзамен по специальности – удовлетворительная, оценка за экзамен по иностранному языку – удовлетворительная и оценка за экзамен по философии – удовлетворительная, то набран «минимальный» балл;
- если оценка за экзамен по специальности – отлично, оценка за экзамен по иностранному языку – отлично и оценка за экзамен по философии – отлично, то набран «максимальный» балл и т.д., все остальные правила описаны ниже в редакторе правил (рис. 4).

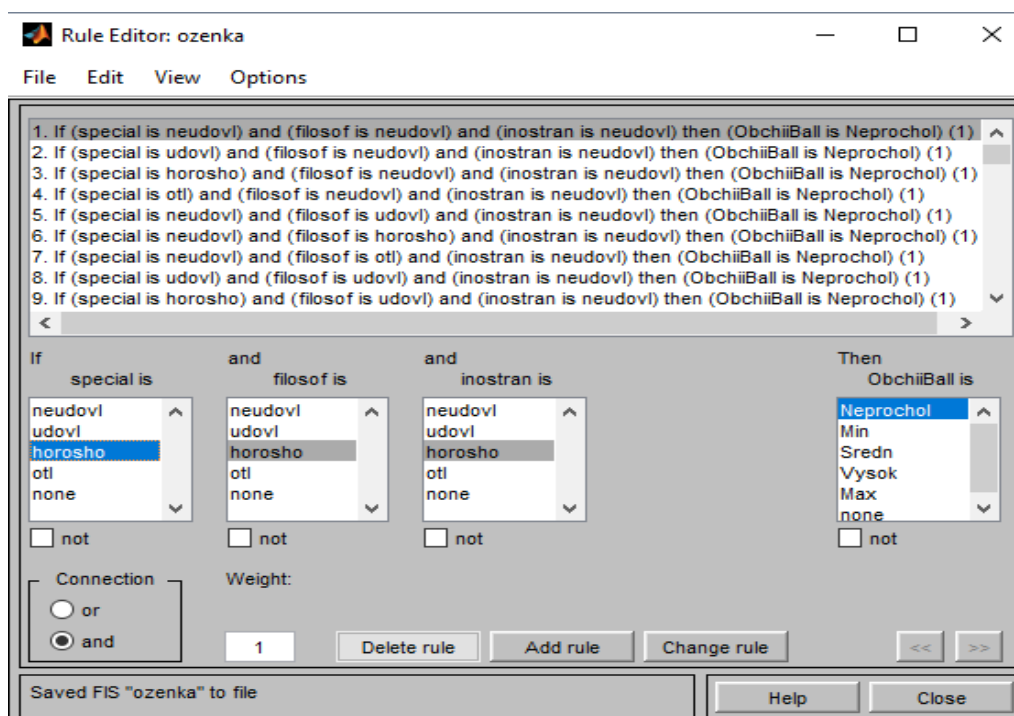


Рис. 4. Редактор правил

2. Задаем входные данные в виде трех показателей: «Оценка за экзамен по специальности», «Оценка за экзамен по иностранному языку» и «Оценка за экзамен по философии».

3. Изменяем имя выходной переменной – общий балл за вступительные экзамены (ObchiiBall).

4. Выбираем метод нечеткого вывода Мамдани (рис. 5).

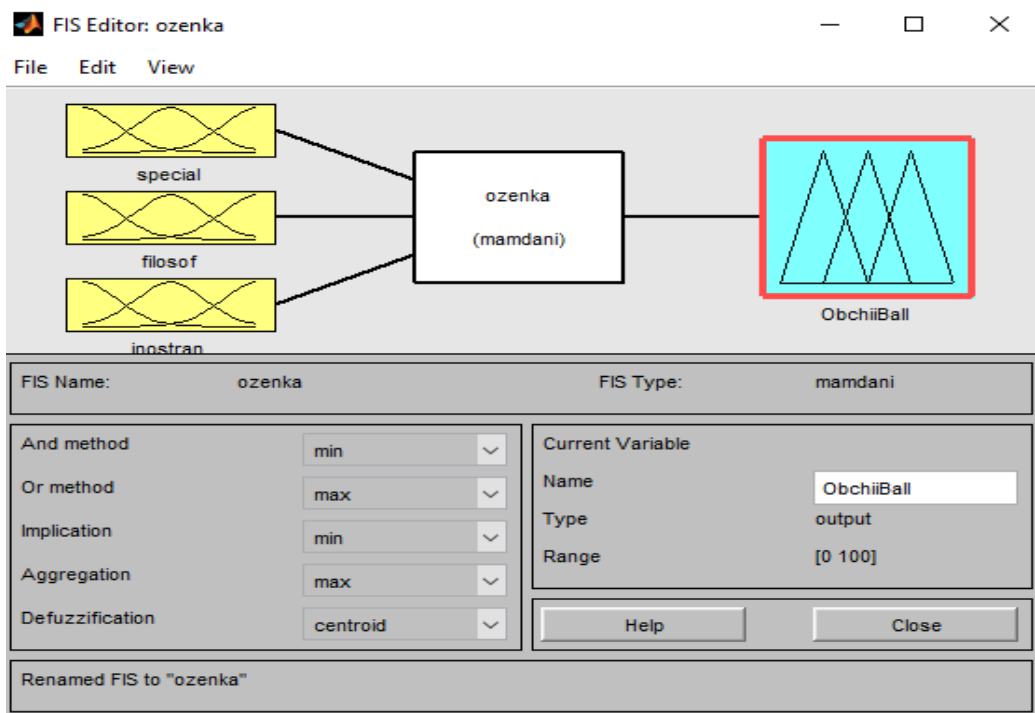


Рис. 5. Графический интерфейс редактора системы нечеткого вывода

5. Определяем термы функции принадлежности для входных и выходных переменных (рис. 6, 7).

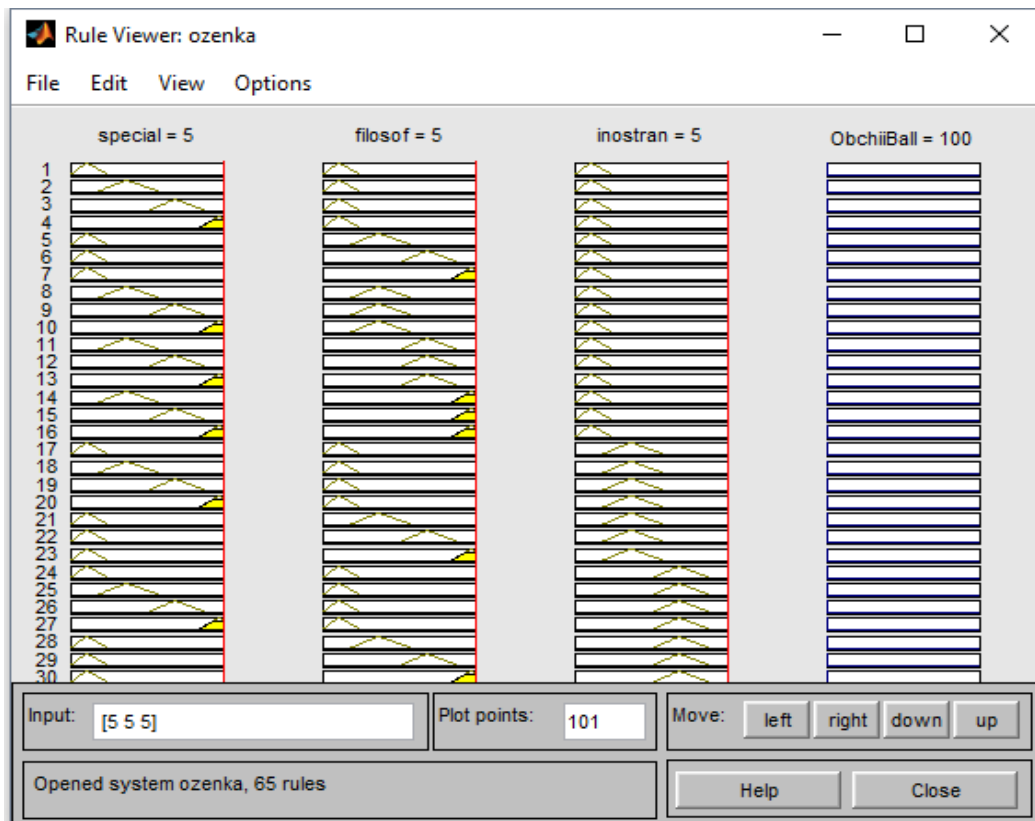


Рис. 6. Результат нечеткого вывода для входных значений [5,5,5]

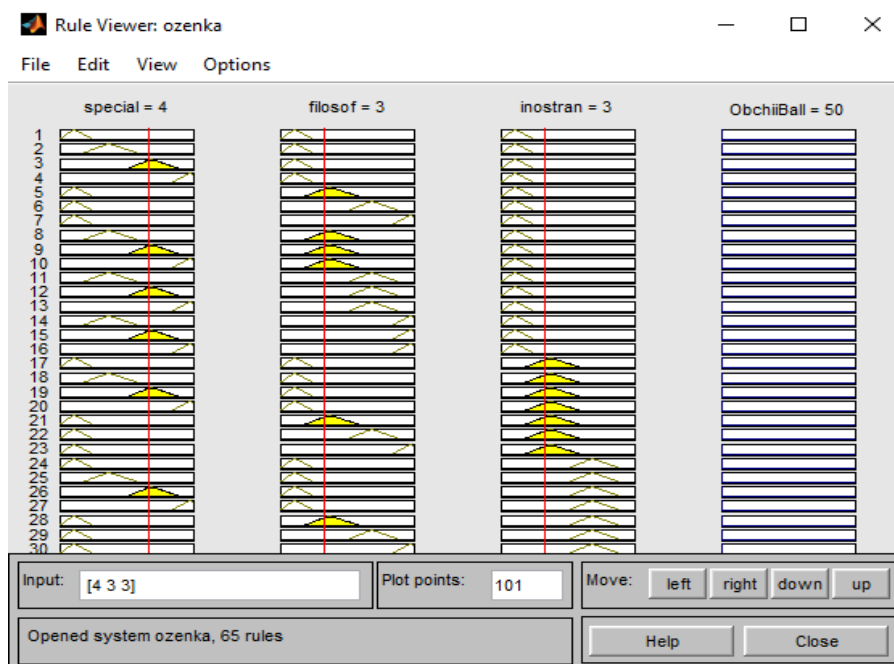


Рис. 7. Результат нечеткого вывода для входных значений [4,3,3]

Проведем анализ результатов нечеткого вывода при различных значениях входных переменных с целью подтверждения чувствительности разработанной нечеткой модели. Видим, что имеется прямая зависимость вывода от входных данных (рис. 7, 8).

При значении показателей «оценка за экзамен по специальности» =4, «оценка за экзамен по философии» =3, «оценка за экзамен по иностранному языку» =3. Получен общий балл критерия «Оценка по вступительным экзаменам» равный 50, для конкретных показателей.

III. Критерий «Психологическая диагностика».

Расчет критерия рассмотрен в статье [4] (рис. 8).

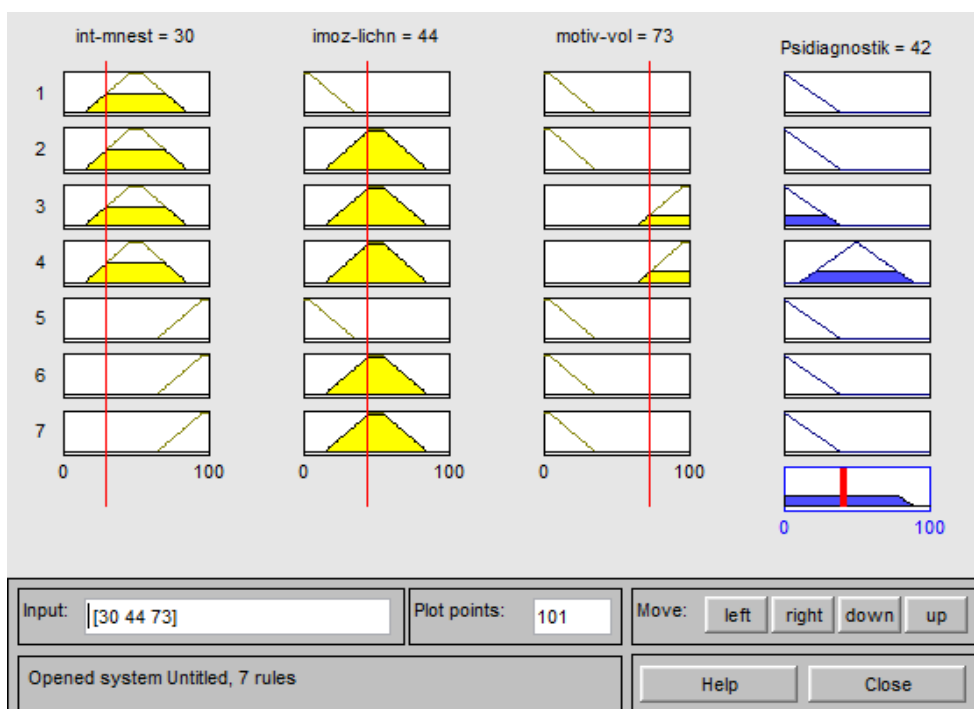


Рис. 8. Результаты нечеткого вывода для входных значений (30,44,73)

Общий балл критерия «Психологическая диагностика» равный 42, для конкретных показателей.

IV. Критерий «Уровень физической подготовки» рассмотрен в статье [2], с помощью программного комплекса «Автоматизированная система нечеткого вывода» (рис. 9), разработанного на кафедре прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России [6].

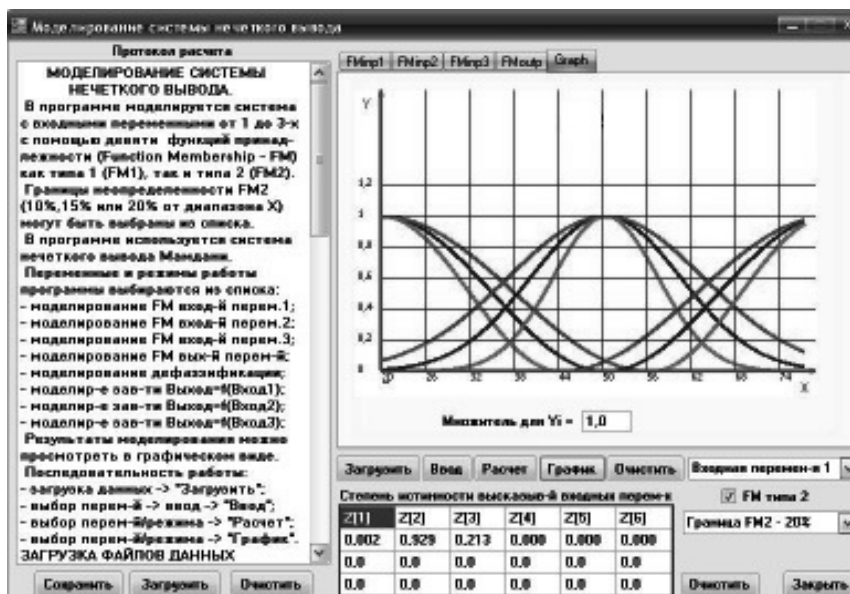


Рис. 9. Интерфейс программы моделирования нечеткого вывода второго порядка

Получен общий балл критерия «Уровень физической подготовки» равный 71, для конкретных показателей.

V. Расчет обобщенного показателя.

Определяется количеством экспертов с учетом их квалификации, важности и т.д. Выбрано три эксперта.

Первый эксперт (1Э). Расчет весов критериев первого эксперта представлен в табл. 3.

Таблица 3

Критерии	Оценка по вступительным экзаменам	Уровень физической подготовки	Психологическая диагностика	Дополнительные качества	Произведение	Возведение в степень	Вес критерия
Оценка по вступительным экзаменам	1,00	4,00	5,00	7,00	140,00	3,44	0,60
Уровень физической подготовки	0,25	1,00	3,00	4,00	3,00	1,32	0,23
Психологическая диагностика	0,20	0,33	1,00	3,00	0,20	0,67	0,12
Дополнительные качества	0,14	0,25	0,33	1,00	0,01	0,33	0,06
Сумма	1,59	5,58	9,33	15,00		5,75	1,00
ПС=	4,174426731	Количество критериев	1	2	3	4	5
ИС=	0,058142244	Случайный индекс	0	0	0,58	0,9	1,12
ОС=	0,064602493	ОС<0,1					

Полученные следующие веса критериев:

- «Оценка по вступительным экзаменам» ВЭ – 0,60;
- «Уровень физической подготовки» ФП – 0,23;
- «Психологическая диагностика» ПД – 0,12;
- «Дополнительные качества» ДК – 0,06.

Второй эксперт (2Э). Расчет весов критериев второго эксперта представлен в табл. 4.

Таблица 4

Критерии	Оценка по вступительным экзаменам	Уровень физической подготовки	Психологическая диагностика	Дополнительные качества	Произведение	Возведение в степень	Вес критерия
Оценка по вступительным экзаменам	1,00	4,00	4,00	7,00	112,00	3,25	0,58
Уровень физической подготовки	0,25	1,00	2,00	5,00	2,50	1,26	0,22
Психологическая диагностика	0,25	0,50	1,00	3,00	0,38	0,78	0,14
Дополнительные качества	0,14	0,20	0,33	1,00	0,01	0,31	0,06
Сумма	1,64	5,70	7,33	16,00		5,61	1,00
ПС=	4,147478198	Количество критериев	1	2	3	4	5
ИС=	0,049159399	Случайный индекс	0	0	0,58	0,9	1,12
ОС=	0,054621555	ОС<0,1					

Полученные следующие веса критериев:

- «Оценка по вступительным экзаменам» ВЭ – 0,58;
- «Уровень физической подготовки» ФП – 0,22;
- «Психологическая диагностика» ПД – 0,14;
- «Дополнительные качества» ДК – 0,06.

Третий эксперт (3Э). Расчет весов критериев третьего эксперта представлен в табл. 5.

Таблица 5

Критерии	Оценка по вступительным экзаменам	Уровень физической подготовки	Психологическая диагностика	Дополнительные качества	Произведение	Возведение в степень	Вес критерия
Оценка по вступительным экзаменам	1,00	3,00	3,00	5,00	45,00	2,59	0,50
Уровень физической подготовки	0,33	1,00	2,00	5,00	3,33	1,35	0,26
Психологическая диагностика	0,33	0,50	1,00	5,00	0,83	0,96	0,18
Дополнительные качества	0,20	0,20	0,20	1,00	0,01	0,30	0,06
Сумма	1,87	4,70	6,20	16,00		5,20	1,00
ПС=	4,213882284	Количество критериев	1	2	3	4	5
ИС=	0,071294095	Случайный индекс	0	0	0,58	0,9	1,12
ОС=	0,079215661	ОС<0,1					

Полученные следующие веса критериев:

- «Оценка по вступительным экзаменам» ВЭ – 0,50;
- «Уровень физической подготовки» ФП – 0,26;
- «Психологическая диагностика» ПД – 0,18;
- «Дополнительные качества» ДК – 0,06.

После обработки матрицы парных сравнений группой экспертов получаем коэффициенты важности:

- $(1ЭВЭ+2ЭВЭ+3ЭВЭ)/3$ – средний коэффициент важности критерия «Оценка по вступительным экзаменам» 0,560;
- $(1ЭФП+2ЭФП+3ЭФП)/3$ – средний коэффициент важности критерия «Уровень физической подготовки» 0,235;
- $(1ЭПД+2ЭПД+3ЭПД)/3$ – средний коэффициент важности критерия «Психологическая диагностика» 0,145;
- $(1ЭДК+2ЭДК+3ЭДК)/3$ – средний коэффициент важности критерия «Дополнительные качества» 0,060.

При необходимости проводится нормализация усредненных коэффициентов:

$$0,560*50+0,235*71+0,145*42+0,060*76=28,00+16,69+6,09+4,56=55,34.$$

Пятый этап. Сравнение рейтингов кандидатов и ранжирование их по полученным показателям.

Результат.

Адаптивная методика позволяет решать задачи отбора кадров на различных уровнях высшего образования. Так же данная методика содержит в себе комплексную нечетко-продукционную модель отбора кадров, с использованием нечетких моделей различной сложности, что позволяет учитывать не только детерминированные, интервальные, но и лингвистические переменные.

Литература

1. Матвеев А.В., Максимов А.В. Ресурсный потенциал и его использование в системе ГПС МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 1. С. 61–67.
2. Комплексная нечетко-продукционная модель для принятия решений при отборе кандидатов для подготовки кадров / М.И. Гвоздик [и др.] // Известия С.-Петербур. технол. ин-та (техн. ун-та). 2016. № 35 (61). С. 99–105.
3. Уткин О.В. Использование системы нечеткого вывода типа Мамдани, для качественной оценки критериев, при решении задачи отбора кандидатов на зачисление в адъюнктуру образовательных организаций МЧС России // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербур. ун-т ГПС МЧС России, 2015.
4. Уткин О.В., Козлова Ю.В. Использование метода нечеткого вывода первого порядка при оценке кандидата на зачисление в адъюнктуру образовательной организации МЧС России, по одному из параметров критерия «Психологическая диагностика» // Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 3 (15). С. 45–52.
5. Лабинский А.Ю., Уткин О.В. Система нечеткого вывода с нечеткими функциями принадлежности // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 1. С. 68–73.
6. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989.
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. БХВ. СПб., 2005.

References

1. Matveev A.V., Maksimov A.V. Resursnyj potencial i ego ispol'zovanie v sisteme GPS MChS Rossii // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MChS Rossii». 2015. № 1. S. 61–67.
2. Gvozdik M.I., Labinskiy A.Yu., Utkin O.V., Dorogovtseva A.A., Ivahniyk G.K. Integrated fuzzy-production model for decision-making in the selection of candidates for training personnel of higher qualification // Izvestie of Saint-Petersburg technological institute (technical university). 2016. № 35 (61). P. 99–105.
3. Utkin O.V. Use of fuzzy inference system Mamdani-type for the qualitative assessment of criteria when solving tasks of selection of candidates for admission to the graduate educational institutions of EMERCOM of Russia // Training in the system of prevention and liquidation of emergency situations: scientific-practical conference. SPb UGPS MCHS Rossii, 2015.
4. Utkin O.V., Kozlov Yu.V. Using the method of fuzzy inference first order when evaluating a candidate for admission to the postgraduate educational organisations of EMERCOM of Russia, one of the parameters of the criterion of «Psychological diagnosis» // Natural and technogenic risks (Physical, mathematical and applied aspects). 2015. № 3 (15). P. 46–53.
5. Labinsky A.Yu., Utkin O.V. fuzzy inference System with fuzzy membership functions // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MChS Rossii». 2016. № 1. P. 68–73.
6. Saaty T.L. Decision Making. Method of analysis of hierarchies. M.: Radio and communication, 1989.
7. Leonenko A.V. Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH. BHV. SPb., 2005.