

УДК 622

В.С. Великанов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Обоснована необходимость использования аппарата теории нечетких множеств для управления эргономическими показателями качества карьерных экскаваторов.
Ключевые слова: нечеткие множества, горная техника, карьерные экскаваторы.

Пожалуй, наиболее поразительным свойством человеческого интеллекта является способность принимать правильные решения в обстановке неполной и нечеткой информации. Построение моделей приближенных рассуждений человека и использование их в компьютерных системах будущих поколений представляет сегодня одну из важнейших проблем науки. Значительное продвижение в этом направлении сделано 30 лет тому назад профессором Калифорнийского университета (Беркли) Лотфи А. Заде (Lotfi A. Zadeh). Его работа "Fuzzy Sets", появившаяся в 1965 году, заложила основы моделирования интеллектуальной деятельности человека и явилась начальным толчком к развитию новой математической теории. Он расширил классическое канторовское понятие множества, допустив, что характеристическая функция (функция принадлежности элемента множеству) может принимать любые значения в интервале (0;1), а не только значения 0 либо 1. Такие множества были названы им нечеткими (*fuzzy*). Л.Заде определил также ряд операций над нечеткими множествами и предложил обобщение известных методов логического

вывода *modus ponens* и *modus tollens*. Введя, затем понятие лингвистической переменной и допустив, что в качестве ее значений (термов) выступают нечеткие множества. Л.Заде создал аппарат для описания процессов интеллектуальной деятельности, включая нечеткость и неопределенность выражений [1, 2].

В последнее время началось использование новых методов и моделей в промышленности. И хотя первые применения нечетких систем управления состоялись в Европе, наиболее интенсивно внедряются такие системы в Японии.

Нечеткая логика, которая служит основой для реализации методов нечеткого управления, более естественно описывает характер человеческого мышления и ход его рассуждений, чем традиционные формально-логические системы. Именно поэтому изучение и использование математических средств для представления нечеткой исходной информации позволяет строить модели, которые наиболее адекватно отражают различные аспекты неопределенности, постоянно присутствующей в окружающей нас реальности.

Нечеткая логика и теория нечетких множеств получили свое дальнейшее

развитие в целом ряде программных средств поддержки принятия решений и в экспертных системах анализа данных. В ходе их разработки были получены важные эмпирические результаты по моделированию с помощью нечеткой логики процессов человеческих рассуждений и принятия решений. После ряда успешных работ по созданию нечетких систем, в которых были достаточно качественно и быстро реализованы знания человека-эксперта (особенно в области нечеткого управления) на первый план вышла проблема создания подобных систем в условиях неполной, противоречивой и слабо структурированной качественной информацией. Чтобы адекватно использовать логику, присутствующую в человеческих рассуждениях, для решения технических проблем необходимо разработать соответствующую математическую модель, которая позволяет представить процессы принятия решений и оценки ситуаций человеком в некоторой алгоритмической форме. При рассмотрении сложной системы люди рассуждают относительно ее структуры и поведения приблизительно или неточно. Этот тип неопределенности связан с неточностью обычного человеческого языка, с ним мы постоянно сталкиваемся в повседневной жизни [1].

Для изучения подобных субъективных оценок предназначена отдельная наука - психолингвистика. В рамках этой науки принято считать, что в рассмотренных фразах люди используют слова в качестве некоторых субъективных категорий. Достаточно рассмотреть фразы типа: "высокий уровень комфорtnости", "достаточная обитаемость", "отличная эргономичность", "хороший экскаватор", "высокая управляемость", "удовлетворительная освещенность", "неважное

самочувствие", "трудный день" и т.д. Основное достоинство теории нечетких множеств заключается в возможности использовать лингвистические переменные вместо количественных, нечеткую логику вместо бинарной логики для формального представления подобных неточных субъективных категорий [3].

Создание все более сложных узлов, агрегатов и механизмов с новым уровнем потребительских свойств, стремление к минимизации затрат на переработку и максимальной продолжительности эксплуатационного срока оборудования определяют тенденцию постоянного ужесточения требований потребителей к показателям качества изделий [4]. В связи с этим для производителей горной техники жизненно важными являются вопросы обеспечения заданного уровня потребительских свойств новых и традиционных видов горного оборудования на основе эффективного управления показателями качества.

В ГОСТ 15467-79 установлена следующая номенклатура основных 10 групп показателей качества по характеризуемым ими свойствам продукции. Эргономические показатели качества характеризуют систему «человек – изделие» и учитывают комплекс свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах. Эргономический показатель качества изделия количественно характеризует одно или несколько эргономических свойств изделия, используемых для определения его соответствия эргономическим требованиям. Совокупность эргономических показателей может изменяться по мере развития научно-технического прогресса, выявления и изучения новых свойств оцениваемых изделий.

Эргономика - научно-прикладная дисциплина, занимающаяся изучением и созданием эффективных систем управляемых человеком. Эргономика рассматривает вопросы, связанные с оптимизацией социально-технических систем, включая их организационные структуры и процессы управления.

На основании работ Всесоюзного научно-исследовательского института технической эстетики (ВНИИТЭ) разработана концепция структурной схемы эргономических показателей карьерных экскаваторов (ЭКГ): управляемости, обитаемости, обслуживаемости, осваиваемости и технологичности. Все перечисленные эргономические свойства соответствуют требованиям ГОСТ 20.39.108-85 и рекомендациям ВНИИТЭ. Комплексные эргономические свойства определяются следующими групповыми и одиночными эргономическими показателями:

управляемость: распределение функций между человеком и машиной; сложность алгоритма деятельности машиниста экскаватора; компоновка рабочего места машиниста – кресло, пульт, обзор, досягаемость органов управления; средства отображения информации и органы управления – размеры, цвет, конфигурация, усилия перемещения; обеспечение информационного взаимодействия; тяжесть труда; адекватность реагирования машиниста при аварийной ситуации;

обитаемость: в кабине машиниста: запыленность; уровень шума; уровень вибраций на сиденье машиниста; параметры микроклимата; освещенность забоя; санитарно-бытовое обеспечение; защита от вандализма; удобство доступа в кабину, к сиденью; в кузове: параметры микроклимата; освещенность кабины;

обслуживаемость: распределение функций в СЧМ при обслужива-

нии и ремонте; комплектность; структура; качество иллюстраций; стиль; формат; цвет; сохраняемость эксплуатационной технической документации; удобство и безопасность доступа к основным агрегатам и зонам, требующим систематического технического обслуживания и ремонта, экипировка в зимний период; отсутствие скользящих поверхностей; удобство площадок, проходов и лестниц для обслуживания и ремонта; наличие ограждений, поручней, а также средств механизации, инструмента и запасных частей; обеспечение хранения компонентов обслуживания и ремонта; эргономичность инструментов и приспособлений для обслуживания и ремонта; удобство и надежность поддержания внутренней и внешней связи при работе, обслуживании и ремонте; наличие средств диагностики;

осваиваемость: отбор, обучение и тренировка, в том числе в аварийных режимах, машиниста и обслуживающего персонала; обеспеченность документацией по изучению и эксплуатации ЭКГ; унификация компоновки рабочего места машиниста; унификация кодирования информации в кабине и местах обслуживания;

технологичность: наличие на ЭКГ требований по эргономике; уровень шума и вибраций при изготовлении отдельных деталей ЭКГ; обеспеченность технической документацией по монтажу и транспортировке отдельных узлов экскаватора; удобство монтажа, транспортировки, демонтажа и утилизации экскаватора.

В работах В.С. Головина и В.Г. Хусаинова произведена эргономическая оценка карьерного гусеничного экскаватора, как технического средства деятельности с учетом связей,

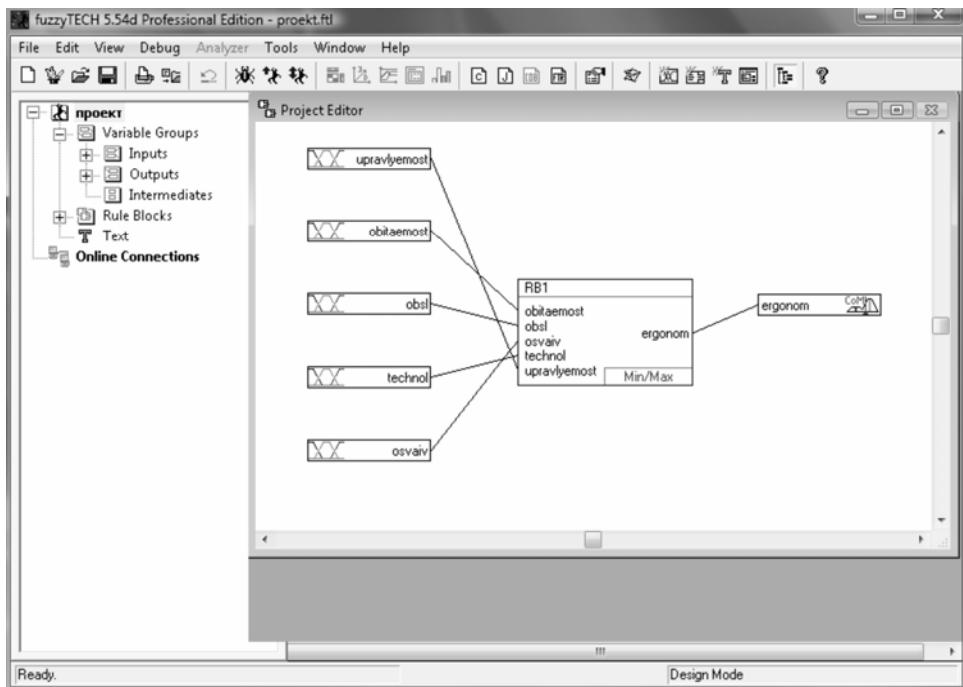


Рис. 1. Окно редактора проекта программы fuzzy TECH

сложившихся между горнотехническим средством - ЭКГ и машинистом экскаватора. Комплексная оценка эргономических свойств карьерного экскаватора основывается на методе, при котором эксперты назначают весомости показателей, оценки (баллы) показателей и рассчитывают обобщенный эргономический показатель ($K_{\text{эрг}}$) [5, 6]. Но и этот метод не лишен следующих недостатков:

- некорректность, при определении среднего арифметического балла показателя;
- субъективность коэффициентов весомости свойств;
- субъективизм исследователя, выбирающего метод обработки исходных экспертных оценок;
- не оцениваются качественные характеристики одиночных и групповых эргономических показателей.

Для успешного решения задач по повышению качества отечественной горной техники при реализации технологических мероприятий, необходимо иметь математический аппарат, формально описывающий процесс управления эргономическими показателями. Однако значительная часть информации, необходимой для их математического описания, существует в форме представлений или пожеланий экспертов. Поэтому в сложившихся информационных условиях, наиболее целесообразно вовлекать в научный оборот методы анализа, базирующиеся на получении качественных оценок данных и приближенных рассуждений.

Отметим, что использование нечеткой логики и теории нечетких множеств для оценки как групповых, так и одиночных эргономических показателей дает возможность охарактеризовать их как с количественной

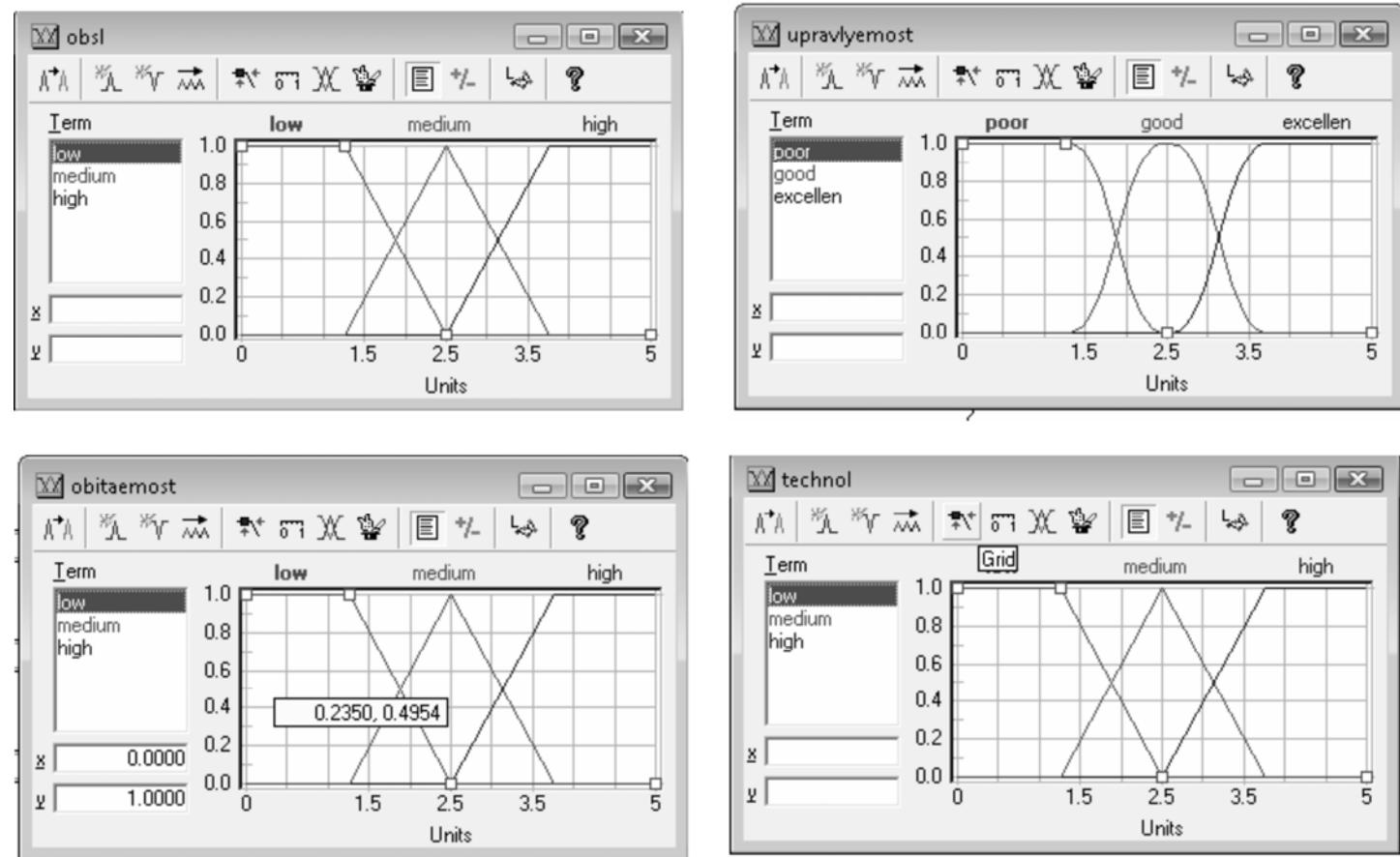


Рис. 2. Графические окна редактора лингвистических переменных

(запыленность, уровень шума, уровень вибраций на сиденье машиниста, параметры микроклимата, освещенность забоя и т.д.), так и с качественной стороны.

В связи с вышеизложенным математический аппарат теории нечетких множеств и нечеткой логики принят за базу при разработке и создании математических моделей управления эргономическими показателями. В дальнейших исследованиях использовано специализированное программное обеспечение на ЭВМ в среде FuzzyTECH Professional, ориентированное на решение задач моделирования с использованием теории нечетких множеств и нечеткой логики. Формализована процедура управления эргономическими показателями качества нечеткими и лингвистическими переменными. Процесс по-

строения функций принадлежности термов лингвистических переменных, характеризующих эргономические показатели качества, основан на их количественных значениях, заданных в нормативно-технической документации.

Результаты проведенных исследований послужили основой для разработки математической модели с элементами нечеткой логики для управления эргономическими показателями качества карьерных экскаваторов. Модель содержит пять входных лингвистических переменных (управляемость, обитаемость, обслуживаемость, осваиваемость, технологичность), базу логических правил управления и одну выходную лингвистическую переменную (эргономичность экскаватора).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.: ил.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
3. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/ Под. ред. Д.А. Поступова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
4. Корчунов А.Г. Методология управления показателями качества продукции в технологиях метизного произ-водства на основе моделей с элементами нечеткой логики Дис. ... д-ра техн. наук. – Магнитогорск, 2010. 320 с.
5. Головин В.С. Эргономика горно-рудного оборудования. – М.: Недра, 1990. – 183 с.
6. Хусаинов В.Г. Обоснование и расчет эргономических показателей карьерных гусеничных экскаваторов производства ОАО «Уралмаш». Автотез. дис. ... канд. техн. наук. – Екатеринбург: УГГУ, 2006. – 20 с. ГИАБ

Коротко об авторе

Великанов В.С. – кандидат технических наук, ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», mgtu@mgtu.ru

