

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ В КАЧЕСТВЕ ЗНАЧЕНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

М.А. Мурыгин, Т.В. Хоменко

Современные автоматизированные системы поиска новых технических решений позволяют определить лучшие решения из полученных альтернатив. Однако выбор лучших вариантов проводится по совокупности эксплуатационных характеристик, значения которых определены экспертами в скалярной форме. В условиях увеличения требований к эксплуатационным характеристикам определить точно их значения не всегда возможно. В данной статье предлагается методика определения значений эксплуатационных характеристик в лингвистической форме, что расширит возможности автоматизированных систем поиска новых технических решений.

Успешное функционирование современных автоматизированных систем поиска новых технических решений зависит не только от того, насколько согласованы все этапы процесса поискового проектирования автоматизированных систем¹, но и насколько хорошо они реализованы в вычислительной среде. Объем и сложность таких автоматизированных систем постоянно растут. Это связано и с усложнением самих проектируемых изделий, и с возрастающими требованиями к их эксплуатационным характеристикам (ЭХ).

«АИПС ФЭ САПФИТ» – система синтеза физических принципов действия (ФПД) изделий и технологий в виде цепочки последовательно совместимых физических действий и выдачи пользователю фактографической информации о входящих в синтезируемые структуры физических эффектах (ФЭ), авторы концепции – А.И. Половинкин, В.А. Камаев, С.А. Фоменков².

«Интеллект» – система синтеза новых технических решений, в основу которой положены энерго-информационные модели явлений различной физической природы на базе единого математического аппарата, включающего описание физико-технических эффектов (ФТЭ) и получение ФПД в виде последовательно совместимых ФТЭ, авторы концепции – М.Ф. Зарипов, И.Ю. Петрова³.

Анализ указанных автоматизированных систем показал, что в первой системе уровень подготовки исходных данных носит вербальный характер⁴, ЭХ в данной системе отсутствуют, ранжирование вариантов ФПД⁵ не осуществляется; во второй существует возможность задания экспертами только точной количественной оценки ЭХ устройства.

Тем самым определяется одна из наиболее сложных задач – задача автоматизации процесса принятия решения в области проектирования, так как выбор лучших технических решений проводится по совокупности ЭХ, для которых не всегда существует возможность однозначного определения их значений.

При невозможности точного определения значения ЭХ ФТЭ в скалярном виде посредством измерений (данные о значениях эксплуатационных характеристик в справочной литературе отсутствуют, а эксперты могут дать лишь лингвистические оценки эксплуатационных характеристик) целесообразно использовать аппарат нечетких множеств, в частности методы работы с лингвистическими переменными.

Согласно определению⁶ лингвистическая переменная L описывается набором: $\langle N, T, G, X, M \rangle$, где N – имя лингвистической переменной L ; T – базовое терм-множество лингвистической переменной N , областью определения каждой из которых является множество X ; G – синтаксическое правило, заданное в форме бесконтекстной грамматики, порождающее термы множества T ; X – универсальное множество с базовой переменной x ; M – семантическое правило, позволяющее каждому лингвистическому значению t ставить в соответствие его смысл $M(t)$.

Таким образом, для определения значения ЭХ ФТЭ, например: ФТЭ – «Термомагнитный эффект», ЭХ – «цена», в виде лингвистической переменной L

необходимо определить исходную информацию для расчета – элементы кортежа $\langle N, T, G, X, M \rangle$.

1. Пусть множество E – совокупность ЭХ ФТЭ:

$$E = (e_i) = \left\{ \begin{array}{l} e_1 - \text{"диапазон"} \\ e_2 - \text{"чувствительность"} \\ e_3 - \text{"погрешность"} \\ e_4 - \text{"надежность"} \\ e_5 - \text{"вес"} \\ e_6 - \text{"цена"} \end{array} \right\}$$

2. Представим экспертам: T – базовое терм – множество, алфавит которого содержит непустое множество символов базовых термов (*низкая; средняя; высокая*); символов функторов (отрицания *не*; конъюнкции *и*; дизъюнкции *или*); символов лингвистических неопределенностей (*очень; более; менее*); G – как перебор элементов базового терм-множества и образование новых термов с помощью модификаторов типов НЕ, И, ИЛИ, ОЧЕНЬ, БОЛЕЕ, МЕНЕЕ}.

Процедура формирования новых термов $G(T(e_i))$ выполняется при недостаточности базовых термов для оценки значений эксплуатационных характеристик ФТЭ ввиду их высокой неопределенности.

3. Результатом шагов 1–2 является имя N лингвистической переменной L как *элементарный/составной терм*:

$N := \{t_1; t_2; \dots; t_n; h_1; h_2; \dots; h_m\}$ – сочетание термов $t_i \in T$ ($i = 1 \dots n$) базового терм-множества и лингвистических модификаторов $h_j \in T$ ($j = 1 \dots m$):

$$N = G(T(e_6)) := \{\text{более, чем средняя, но менее, чем высокая}\}.$$

4. Определив на основе справочной литературы либо оценок экспертов минимально возможное $X_{\min}$ и максимально возможное $X_{\max}$ значения эксплуатационной характеристики e_i ФТЭ, тем самым определим X_i – универсальное множество с базовой переменной x .

Результатом шага 4 является X – универсальное множество:

$$X_6 = [5; 35].$$

5. Определим:

M – семантическое правило, позволяющего каждому лингвистическому имени N ставить в соответствие его смысл $M(N)$.

Результатом шага 5 является нечёткое множество для $N = G(T(e_6))$ на $X_6 = [5; 35]$:

$$\tilde{A}_{t_i, h_i} = \{(20/0,05); (25/0,99); (28/0,015)\},$$

графическая интерпретация которого представлена на рисунке.

Таким образом, определив элементы:

N – имя лингвистической переменной L ;

T – базовое терм-множество лингвистической переменной N ;

G – синтаксическое правило;

X – универсальное множество с базовой переменной x ;

M – семантическое правило

кортежа $\langle N, T, G, X, M \rangle$, можно охарактеризовать лингвистическую переменную, которая описывает значение ЭХ ФТЭ в лингвистической форме:

$$N := \text{«более, чем средняя, но менее, чем высокая»};$$

$$X_6 = [5; 35].;$$

$$\tilde{A}_{t_i, h_i} = \{(20/0,05); (25/0,99); (28/0,015)\}.$$

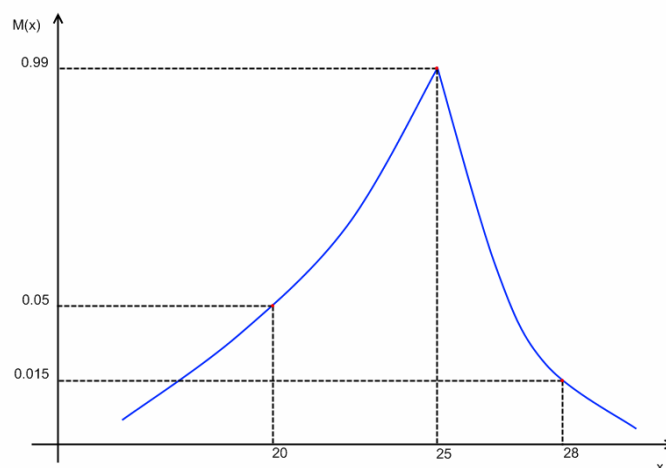


Рис. Графическая интерпретация лингвистической переменной L

Имя лингвистической переменной фиксируется в паспорте ФТЭ, а нечеткое множество, описывающее значение данной ЭХ ФТЭ, записывается в базу знаний автоматизированной системы поискового конструирования.

В настоящее время разработка системы, охватывающей задачи расчета ЭХ ФТЭ; ранжирования и выбора лучших технических решений по совокупности ЭХ ФПД как с четкими, так и с нечеткими значениями, находится в стадии рабочего проекта. Реализация такой системы позволит, во-первых, совместить различные способы представления значений ЭХ ФТЭ, во-вторых, применять разработанную систему на ранних этапах проектирования технических объектов.

¹ **Перспективы** развития рынка систем автоматизации технологических процессов // Датчики и системы. 1999. № 3. С. 53–56.

² **Фоменков С.А., Гришин В.А., Карачунова Г.А.** Автоматизированная система поиска физических принципов действия изделий и технологий (САПФИТ). Волгоград, 2000. Деп. в ВИНТИ. 1944-В.

³ **Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю.** Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект» // IV Санкт-Петербургская международная конференция «РИ-95». СПб., 1995. С. 60–61.

⁴ **Фоменков С.А., Камаев В.А.** Формирование специализированного фонда физических эффектов из материалов заявок на открытия в физике // Труды Второй Международной конференции «Новые информационные технологии в региональной инфраструктуре». Астрахань: Издво АГПИ, 1995. С. 56–58.

⁵ **Зарипов М.Ф., Зайнуллин Н.Р., Петрова И.Ю.** Энерго-информационный метод научно-технического творчества: Учеб.-метод. пособие. М.: ВНИИПИ, 1988. 124 с.

⁶ **Поспелов Д.А.** Логико-лингвистические модели в системах управления. М.: Энергоиздат, 1991. 232 с.