

УДК 621.19

В.Е. Овсянников, В.И. Васильев

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

При проектировании автоматизированного оборудования одним из важных вопросов является обеспечение человека-машинной совместимости. Эффективным инструментом обеспечения данного требования является алгоритмический анализ деятельности оператора [1,2], в ходе которого определяются коэффициенты логической сложности ( $L$ ) и стереотипности ( $Z$ ) [2]. Данные коэффициенты можно определить следующим образом:

$$Z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{m_{0i}^2}{m_i} \quad (1)$$

$$L = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n \frac{m_{lj}}{m_j}, \quad (2)$$

где  $N$  – общее число операторов алгоритма;  $n$  – число групп членов алгоритма;  $m$  – число операторов в группе;  $m_{0i}$  – число элементарных операторов в группе (действия не предполагающие выбора);  $m_{lj}$  – число логических условий в группе.

Определение параметров алгоритма по приведенным выше зависимостям оправдано в тех случаях, когда алгоритм уже сформулирован в окончательном виде, однако на стадии проектирования оборудования окончательного алгоритма еще нет, а, следовательно, существует неопределенность исходных данных. В таких условиях перспективным представляется оценка данных параметров с использованием нечеткой логики [3,4].

Анализируя зависимости 1 и 2 можно отметить, что коэффициенты логической сложности зависят от общего числа операторов алгоритма и относительной плотности логических условий и элементарных операторов соответственно:

1. Для коэффициента стереотипности: число операторов алгоритма и относительную плотность элементарных операторов;

2. Для коэффициента логической сложности: число операторов алгоритма и относительную плотность логических условий.

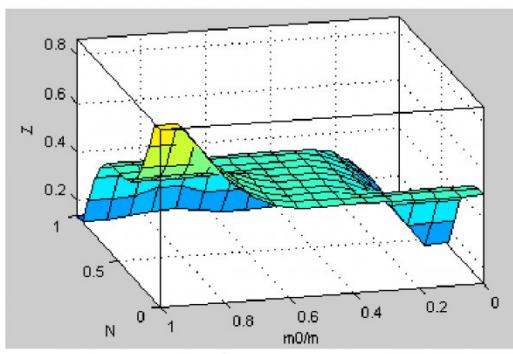
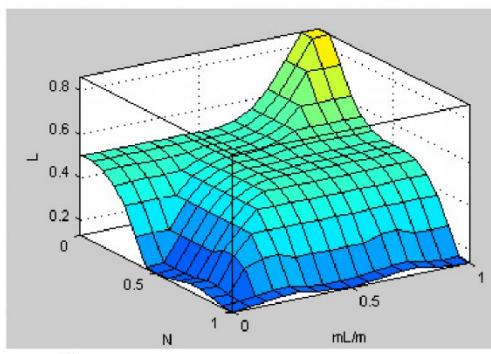
Входные переменные зададим в виде функций принадлежности, содержащих 3 терма треугольного вида, которые соответствуют уровням значений входных переменных – "большой", "средний" и "малый". Пример такой функции приведен на рис. 1.



Рис. 1. Функция принадлежности

Для коэффициента стереотипности соотношение между входными и выходными переменными задается следующей системой правил:

1. Если  $N$ ="малое" и  $m/m_0$ ="малое", тогда  $Z=0.5$ ;
2. Если  $N$ ="среднее" и  $m/m_0$ ="малое", тогда  $Z=0.05$ ;
3. Если  $N$ ="большое" и  $m/m_0$ ="малое", тогда  $Z=0.05$ ;
4. Если  $N$ ="среднее" и  $m/m_0$ ="среднее", тогда  $Z=0.5$ ;
5. Если  $N$ ="большое" и  $m/m_0$ ="среднее", тогда  $Z=0.05$ ;
6. Если  $N$ ="малое" и  $m/m_0$ ="большое", тогда  $Z=0.95$ ;
7. Если  $N$ ="среднее" и  $m/m_0$ ="большое", тогда  $Z=0.5$ ;
8. Если  $N$ ="большое" и  $m/m_0$ ="большое", то-

*a)**б)*Рис. 2. Функция нечеткой логики: а -  $Z=f(N, m_0/m)$ , б -  $L=f(N, m_{lj}/m)$

гда  $Z=0.05$ ;

Для коэффициента логической сложности системы правил будет аналогичной. Поверхности, характеризующие зависимость коэффициентов от входных величин приведены на рис. 2.

Оценим степень точности полученных моделей на примере определения коэффициентов для алгоритма диагностирования карбюраторного двигателя:

$$\Delta Z = \frac{Z_{\text{мод}} - Z_{\text{теор}}}{Z_{\text{мод}}} \cdot 100 = \frac{0.861 - 0.83}{0.861} \cdot 100 = 4\%$$

$$\Delta L = \frac{L_{\text{мод}} - L_{\text{теор}}}{L_{\text{мод}}} \cdot 100 = \frac{0.06 - 0.04}{0.06} \cdot 100 = 3\%$$

По результатам оценки точности можно сделать вывод, что она достаточна для предварительной оценки параметров алгоритма на стадии проектирования оборудования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, В.И. Анализ деятельности водителя в процессе управления автомобилем / В.И. Васильев, Дик И.И. // Темат. сб. науч. тр. . – Челябинск, ЧГТУ, 1990. – с. 121-124.
2. Карап, Е.Д. «Алгоритмы труда операторов дорожных машин» / Е.Д. Карап, Ю.О. Бобылев, Н.М Терентьева. – М.: МАДИ. - 1981г/
3. Рыбин, В.В. Основы теории нечетких множеств и нечеткой логики. – М.: МАИ, 2007. – 252 с.
4. Zadeh, L.A. Fuzzy set // Information and control.-1965.-N 8.-P. 338.

Авторы статьи:

Овсянников  
Виктор Евгеньевич,  
канд. техн. наук, доцент каф. «Инновации и менеджмента качества»  
(Курганский государственный университет), email:  
[ypanz12@rambler.ru](mailto:ypanz12@rambler.ru).

Васильев  
Валерий Иванович,  
доктор техн. наук, профессор, зав.  
каф. «Автомобильный транспорт и  
сервис» (Курганский государствен-  
ный университет),  
email: [yvipror@kgsu.ru](mailto:yvipror@kgsu.ru).

**УДК 621.19**

**В.Е. Овсянников**

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В работах [2,7] было установлено, что шероховатость обработанной поверхности возможно оценивать при помощи фрактальной размерности, которая определялась при помощи показателя Херста. Однако данный метод определения фрактальной размерности можно использовать только для регулярных профилей (например, для поверхностей, обработанных точением). В случае когда поверхность является нерегулярной (например, шлифованная), необходимо использовать другие методы.

Как показывают последние исследования [6], для определения фрактальной размерности можно применять и вейвлет-анализ. Коэффициенты вейвлет-преобразования вычисляются следующим образом [6]:

$$W(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) f(x) dx,$$

где  $a \in R^+$  - параметр масштаба;  $b \in R$  - параметр времени;  $f(x)$  - исходный сигнал, подвергающий анализу;  $\psi(x)$  - функция, называемая базовым или материнским вейвлетом.

Одним из наиболее ответственных этапов при вычислении вейвлет-коэффициентов является выбор базового вейвлета. Согласно рекомендаций [6] в качестве базового вейвлета в данной работе был использован вейвлет «Мексиканская шляпа». Аналитически данный базовый вейвлет выражается следующим образом [6]:

$$\psi(x) = (1 - x^2)e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Для определения фрактальной размерности при помощи вейвлет-спектра строится зависимость логарифма числа экстремумов  $\ln(K_i)$  функции  $W(a_i, b_i)$  при последовательно взятых фиксированных  $a_i$  от  $\ln(a_i)$ . Тангенс угла наклона дает оценку величины фрактальной размерности.

Для того, чтобы оценить точность данного метода, необходимо определить величину фрактальной размерности объекта, у которого она четко определена теоретически. В качестве тестового объекта целесообразно использовать фрактальное броуновское движение, размерность которого равна 1.5 [7]. Для генерации исходных данных была использована программа «Моделирование броуновского движения v 1.0» [4]. Построение