

**Минимально обнаружимые относительные расходы примесей  $\alpha^*$  и соответствующие им парциальные давления примесей  $p^*$**

|            |                | Ti                  | TiO <sub>2</sub>    | Al                  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Воздух     | $\alpha^*$ , % | 5                   | 1,5                 | 0,3                 | 0,025                          |
|            | $p^*$ , Па     | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | $7,5 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-5}$            |
| Пары воды  | $\alpha^*$ , % | 1,5                 | 0,35                | 0,15                | 0,007                          |
|            | $p^*$ , Па     | $7,5 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-4}$ | $9 \cdot 10^{-5}$   | $4 \cdot 10^{-6}$              |
| Пары масла | $\alpha^*$ , % | 2,2                 | 0,3                 | 0,1                 | 0,008                          |
|            | $p^*$ , Па     | $1,1 \cdot 10^{-3}$ | $1,5 \cdot 10^{-4}$ | $6 \cdot 10^{-5}$   | $5 \cdot 10^{-6}$              |

мой методики контроля примесей лежит в пределах  $\sim(10^{-3}-10^{-6})$  Па в зависимости от типа процесса, эти значения вполне удовлетворяют современные магнетронные технологии, в которых обычно используют диффузионные паромасляные насосы, обеспечивающие давление остаточной атмосферы в вакуумной камере в этих же пределах.

### Литература

1. Интернет-адрес: [http://solartii.com/rus/spectral\\_instruments/sl40-2.htm](http://solartii.com/rus/spectral_instruments/sl40-2.htm).
2. Технология тонких пленок / Под ред. Л. Майселла, Р. Гленга; пер. с англ. М., 1977. (Советское радио).

## НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

**А. В. Лазовский**

Задачи управления возникают абсолютно во всех технологических процессах и системах. Вследствие технического прогресса увеличивается сложность и размеры систем, что, соответственно, чрезвычайно усложняет применение математических моделей для описания не только алгоритма управления, но и целей и задач управления. Таким образом, разработка систем управления сложными динамическими объектами требует привлечения новых современных информационных и интеллектуальных технологий [1], позволяющих описывать поведение и функционирование системы на качественном уровне. В настоящей работе подробно рассмотрены и исследованы возможности нечеткой логики в задачах управления с привлечением нейросетевых [2] моделей для синтеза параметров нечеткого регулятора.

В качестве объекта исследований (рис. 1) была рассмотрена система управления движением автомобиля с 2-х ступенчатой механической коробкой передач на автостраде в заданном скоростном интервале с учетом

изменения динамических характеристик автомобиля во время движения и обеспечения надежности и безопасности движения.

Основные функциональные задачи, предъявляемые к системе управления автомобилем:

- обеспечение корректного движения автомобиля на вираже;
- обеспечение безопасности движения (отсутствие скольжения колес, АБС [3]);
- обеспечение коррекции положения автомобиля на трассе на прямолинейном участке после виража вдоль заданных опорных точек;
- прохождение автострады с максимальным ускорением (своевременное переключение передачи).

Вполне очевидно (рис. 1), что в общем случае задача управления заключается в корректном отображении входных информационных переменных (расстояние до виража, расстояние до обочины, скорость движения и др.) в выходные команды управления (положение педали акселератора, положение руля, переключение передачи).

Взаимосвязь входных и выходных переменных исследуемого объекта в алгоритмах нечеткого управления осуществляется на естественном языке в виде совокупности продукционных правил «ЕСЛИ ... ТО ...» [2]. При этом для каждой входной и выходной переменной устанавливается собственная лингвистическая переменная. В свою очередь значения лингвистических переменных определяют разбиение области допустимых изменений входных и выходных параметров на пересекающиеся нечеткие множества, соответствие которым задается функциями принадлежности (рис. 2).

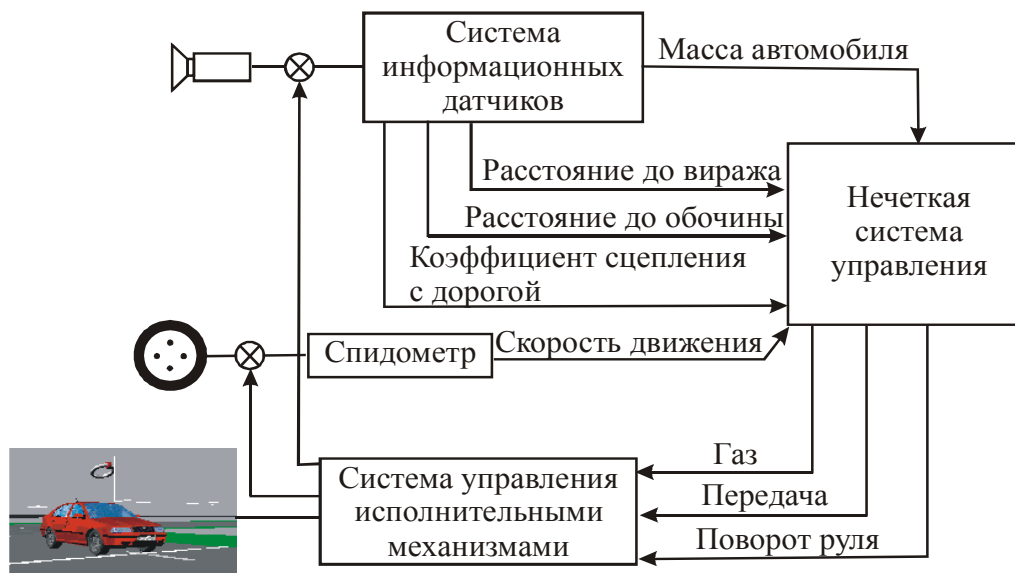


Рис. 1.

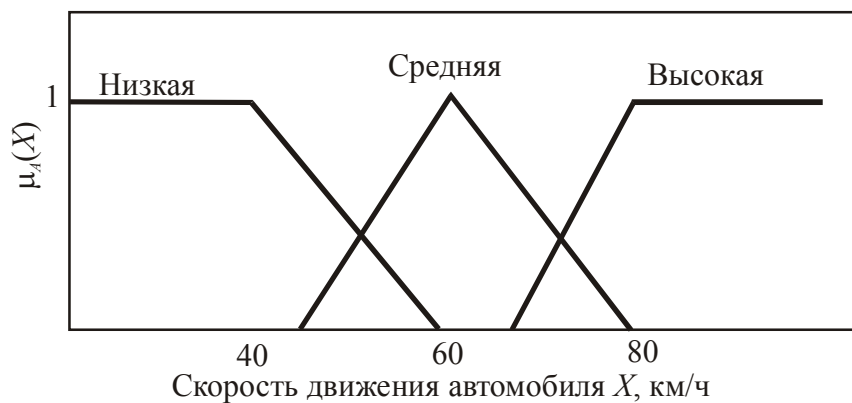


Рис. 2.

Подобная лингвистическая модель может быть представлена следующей схемой [1]:

ЕСЛИ  $X_1$  есть  $A_1$  И ... И  $X_m$  есть  $A_{1m}$  ТО  $Y_1$  есть  $B_{11}$  И ... И  $Y_n$  есть  $B_{1n}$

...  
 ЕСЛИ  $X_1$  есть  $A_{p1}$  И ... И  $X_m$  есть  $A_{pm}$  ТО  $Y_1$  есть  $B_{p1}$  И ... И  $Y_n$  есть  $B_{pn}$ ;  
 где  $m, n$  – количество входных и выходных лингвистических переменных  $X_i, Y_j, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n; p$  – количество правил;  $A_{ki} \in U_i, B_{kj} \in V_j$  – конкретные лингвистические значения соответствующих входных и выходных переменных в составе  $k$ -го правила;  $U_i, V_j$  – множества допустимых лингвистических значений, задаваемых для каждой из используемых переменных.

Развернутая форма нечеткого логического вывода может быть представлена в виде:

$$\mu_{B'} = \bigcup_{k \in K} \left( \bigcap_{j \in J} (\mu_{B_{kj}}(y_j) \wedge (\bigcap_{i \in I} \mu_{A_{ki}}(x'_i))) \right)$$

где  $x'_i$  – наблюдаемое значение входной переменной.

Решение задач управления предполагает определение конкретных значений выходных переменных (команд управления). Этот этап осуществляется множеством способов [2], наиболее распространенный из которых – метод центра тяжести:

$$y = \int_{Y_j} y_j \mu'_B(y_j) dy / \int_{Y_j} \mu'_B(y_j) dy$$

Как видно, совокупность продукционных правил дает в общем случае нелинейное преобразование вход-выход, а качество преобразования (управления) зависит от количества и местоположения функций принадлежности (параметров нечеткого регулятора)

Для оптимизации данных параметров можно использовать классические методы статистики, но более простое решение получается если

представить нечетких регулятор в виде нейронной сети [2]. В этом случае значительно упрощается процесс настройки параметров благодаря возможности обучения нейронной сети.

База сформированных 14-ти продукционных правил для системы управления автомобилем составлялась на основе анализа действий пилота, совершаемых при управлении транспортным средством (например, «ЕСЛИ “Масса автомобиля” – “Большая” И “Скорость движения” – “Средняя” И “Выраж” – “Близко” ТО “Газ” – “Средний” И “Передача” – “Верхняя” »). В качестве организации нечеткого вывода использовался метод центра тяжести и min-max операции нечеткой логики [2]. Применялся нейросетевой метод оптимизации параметров нечеткого регулятора [2].

Результат моделирования системы управления на базе технологий нечеткой логики представлен ниже:

- А – разгон до максимальной скорости на первой передаче;
- В – переключение передачи и разгон до необходимой скорости;
- С – снижение скорости движения перед входом в поворот и переключение передачи, для более оптимального торможения (т.к. предусмотрено только торможение двигателем);
- Д – прохождение поворота на небольшом газу;
- Е – восстановление требуемого скоростного интервала.

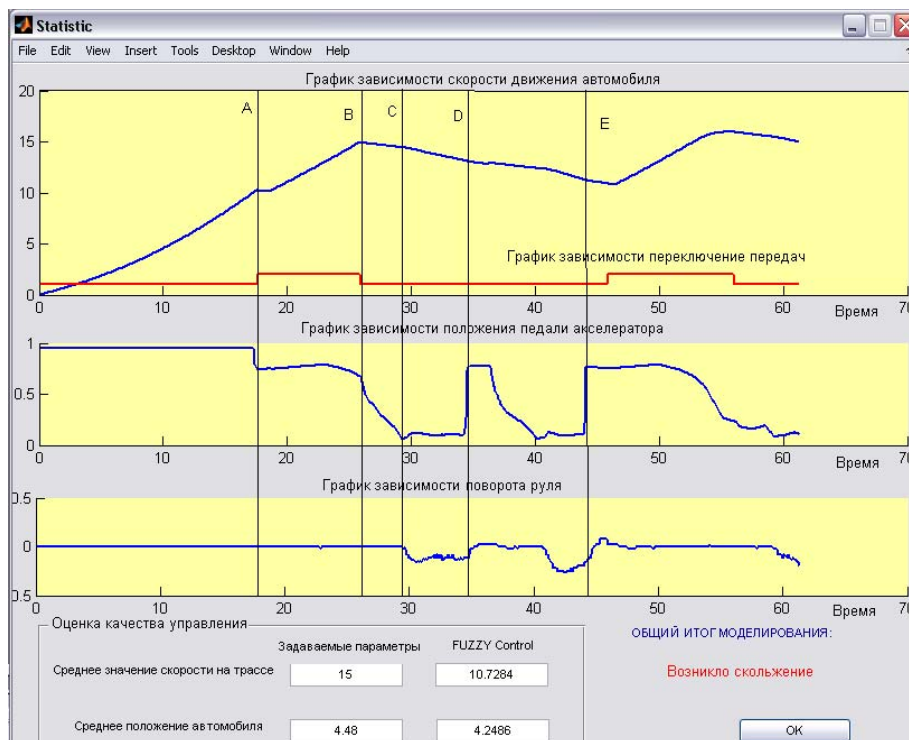


Рис. 3.

Таким образом, технологии нечеткой логики в совокупности с методами теории нейронных сетей позволяют создавать эффективные интеллектуальные системы управления сложными динамическими объектами.

Разработанная комплексная система интеллектуального управления транспортным средством (система управления трансмиссией, система автоматического вождения, система обеспечения устойчивости и управляемости) может быть использована в составе бортового контроллера системы автоматического управления транспортного средства.

#### Литература

1. Новые методы управления сложными системами / Под ред. Лохина В.Н. – М.: Наука, 2004.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
3. Тарасик В. П., Рынкевич С. А. Интеллектуальные системы управления транспортными средствами. – Мн.: Технопринт, 2004.

### МЕТОД ПРОИЗВОЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ ОКНА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАФИКОВ

**Н. В. Левкович**

При разработке программного обеспечения для компьютерных измерительных систем часто возникает задача одновременного отображения множества зависимостей [1]. Причем зависимости могут различаться коренным образом (для одних важнее разрешение по горизонтальной оси, для других – по вертикальной, а третьи – имеют фиксированный размер). Эту проблему решают, отображая их всех на одном графике с одной или несколькими вертикальными осями, или открывая для каждой зависимости отдельное окно. В первом случае возникают сложности при прорисовке зависимостей с разными единицами измерения и имеется неудобство масштабирования одной выделенной зависимости. Во втором случае окна графиков требуют дополнительной расстановки пользователем, а большую часть рабочей области экрана занимает ненужный заголовок окна. Иногда используется разбиение в виде таблицы из нескольких строк и столбцов [2]. Однако тогда графики одного столбца имеют одинаковую ширину, а графики одной строки – одинаковую высоту.

Предлагаемый в данной статье подход позволяет организовать разбиение рабочей области окна на отдельные графики произвольным образом.

Для реализации описываемого алгоритма использовался язык Visual C++, однако перевод его на любой другой объектно-ориентированный язык не должен вызвать трудностей.