

## РАЗДЕЛ IV. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Антонова Ю.Л.**

*Международный государственный экологический университет  
им. А.Д. Сахарова, г. Минск*

Рассмотрены возможности использования метода нечеткой логики для количественной оценки состояния атмосферы промышленных городов и принятия решений по уменьшению воздействия загрязнения на население. На примере двух областных центров Беларуси – Бреста и Гомеля – изучалась связь концентраций нормируемых загрязнителей атмосферного воздуха (взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, фенол, аммиак, формальдегид, свинец – входные параметры) и заболеваемости органов дыхания у детей в возрасте до 14 лет (выходной параметр).

Для моделирования нечетких систем было использовано приложение Fuzzy Logic Toolbox пакета прикладных программ MatLab. Построение логической модели осуществлялось двумя методами.

Первый метод основан на построении функций принадлежности и таблицы правил, исходя из имеющихся данных о степени воздействия отдельных показателей с учетом их класса опасности на объект исследования.

При построении функций принадлежности для определения значений диапазонов входных параметров использовалась формула расчета индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) для одного вещества.

Учитывались следующие интервалы загрязнения атмосферы:

$ИЗА \leq 5$  – низкое,

$5 < ИЗА < 7$  – повышенное,

$7 \leq ИЗА < 14$  – высокое,

$ИЗА \geq 14$  – очень высокое загрязнение.

Диапазоны среднегодовых концентраций каждого конкретного загрязняющего вещества определялись из приведенных выше значений ИЗА с учетом среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>с.с.</sub>) и классов опасности отдельных веществ.

Функция принадлежности выходного параметра строилась на основе статистических данных по заболеваемости органов дыхания детского населения.

Логическая модель оценки качества окружающей среды создана путем построения нечетких выводов на основе базы правил и последующим приведением полученных результатов к четкости. При составлении правил каждому из них присваивался весовой коэффициент, характеризующий значимость данного правила. Вес правила накладывается на выход IF-части и может принимать значение от 0 до 1 в зависимости от степени воздействия отдельных показателей и чувствительности к ним объектов исследования.

Оценка эффективности разработанной модели была проведена на основе статистических данных по среднегодовым концентрациям (мкг/м<sup>3</sup>) основных нормируемых загрязнителей атмосферного воздуха и заболеваемости органов дыхания детского населения. Оценка неопределенности метода осуществлялась сравнением смоделированных и статистически достоверных уровней заболевания органов дыхания у детей городов Брест и Гомель. В результате проведенной оценки адекватности модели установлено, что уровень отклонения результатов моделирования для обоих городов не превышает 11%.

Второй метод построения логической модели заключался в автоматическом синтезировании нейро-нечетких сетей из экспериментальных данных с помощью ANFIS-редактора. При этом функции принадлежности синтезированных систем были настроены так, чтобы минимизировать отклонения между результатами нечеткого моделирования и экспериментальными данными. Генерирование исходной системы нечеткого логического вывода было проведено по методу субкластеризации. При обучении системы реализовывался гибридный метод, объединяющий метод обратного распространения ошибки с методом наименьших квадратов. При проведении тестирования нечеткой системы (Test FIS) уровень отклонения результатов моделирования составил около 3%.

Реализованный в методе нечеткой логики дифференцированный учет влияния входных факторов на выходной параметр позволяет принимать решения по обеспечению приемлемого уровня загрязнения окружающей среды.

Сравнительный анализ использованных методов построения логических моделей показал, что второй подход имеет более высокую точность моделирования, однако, в отличие от первого метода, он не позволяет учитывать мнения экспертов. Таким образом, каждый из методов моделирования имеет свои преимущества и недостатки и, следовательно, должен выбираться в зависимости от решаемых задач с учетом имеющейся в наличии информации.

В результате проведенной оценки эффективности разработанных моделей можно сделать вывод о том, что оба примененных подхода к построению логических моделей могут быть использованы для комплексного анализа влияния отдельных показателей на исследуемые объекты. Применение метода нечеткой логики представляется перспективным при разработке мероприятий, направленных на снижение отдельных видов заболеваемости, обусловленных экологическими факторами.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО СВЕТОФОРом ПЕРЕКРЁСТКА**

***Анфилец С.В., Свирский В.М.***

*Брестский государственный технический университет, г. Брест*

### **1 Введение**

Прежде чем начать разработку, создание и внедрение любой дорогостоящей системы, необходимо удостовериться в её эффективности. Для этого необходима программа моделирования дорожного перекрёстка. Целью её является сравнение результатов, получаемых на моделях перекрёстка, регулируемого светофором со статическими фазами и перекрёстка, регулируемого светофором, фазы которого зависят от входных потоков.

Моделирование основывается на теории массового обслуживания. Перекрёсток можно представить как систему с четырьмя обслуживающими приборами и четырьмя потоками заявок. Схема показана на рисунке 1.

Время задержки в обслуживающих устройствах зависит от времени зелёных и красных фаз светофора, а также времени переходного процесса. Интенсивность потоков автотранспортных средств (АТС) на дорогах меняется не только в течение суток, но и носит случайный характер в целом. Поэтому для удобства проведения моделирования следует иметь программу, в которой можно просто изменять параметры системы, а именно средние значения интенсивности входных потоков.