

УДК 61.50

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КИМ Э.К., КАРАТАБАНОВ Р.Г.

Казахский Национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

***В данной статье приведена разработка интеллектуальных систем управления на примере подготовки нефти к транспортировке и визуализирован рассматриваемый процесс с помощью специальной программы.***

**А**нализ употребления термина «интеллектуальные системы управления» (ИСУ) показывает, что под ним, в общем случае, понимается предельный по сложности класс САУ, ориентированных на приобретение, обработку и использование некоторой дополнительной информации, понимаемой как «знание». Ясно, что такие системы предназначены для работы в условиях неопределенности (невозможности точного математического описания) информации о свойствах и характеристиках системно-сложных объектов и среды их функционирования.

В условиях работы реальных систем с высоким уровнем неопределенности информации для построения СУ неизбежно применение новых информационных технологий, ориентированных на потоки контекстно-зависимой информации, то есть фактическая разработка новых принципов построения интеллектуального управления – теории ИСУ для систем высших уровней системной сложности.

Задачей данной системы является поддержание заданных характеристик подготовки нефти для транспортировки.

Нечеткие системы могли бы при управлении сложными объектами, в том числе и технологическими процессами подготовки нефти для транспортировки, значительно увеличить эффективность работы. В качестве входных переменных (причины) для интеллектуальной системы могут служить следующие параметры:  $y_1$  – давление,  $y_2$  – температура,  $y_3$  – содержание соли в нефти и т.д. В качестве выходных переменных (следствие) могут быть: расход нефти.

Анализ процесса подготовки нефти показал, что при формировании базы знаний (база правил) типа: «Если <причина>, то <следствие>» на каждую выходную переменную (следствие)  $m_i$  влияют несколько входных переменных (причин)  $y_1$ - $y_3$ . Поэтому база правил будет состоять из множества правил, например, такого вида: «Если <  $y_1$ -высокая > и <  $y_2$ -низкая > и <  $y_3$ -средняя >, то <  $m_i$ -средняя >». Количество таких правил для каждой выходной переменной (следствие) будет зависеть от количества входных переменных (причин), от которых зависит следствие. Формирование базы знаний (правил) можно производить на основании теории планирования эксперимента.

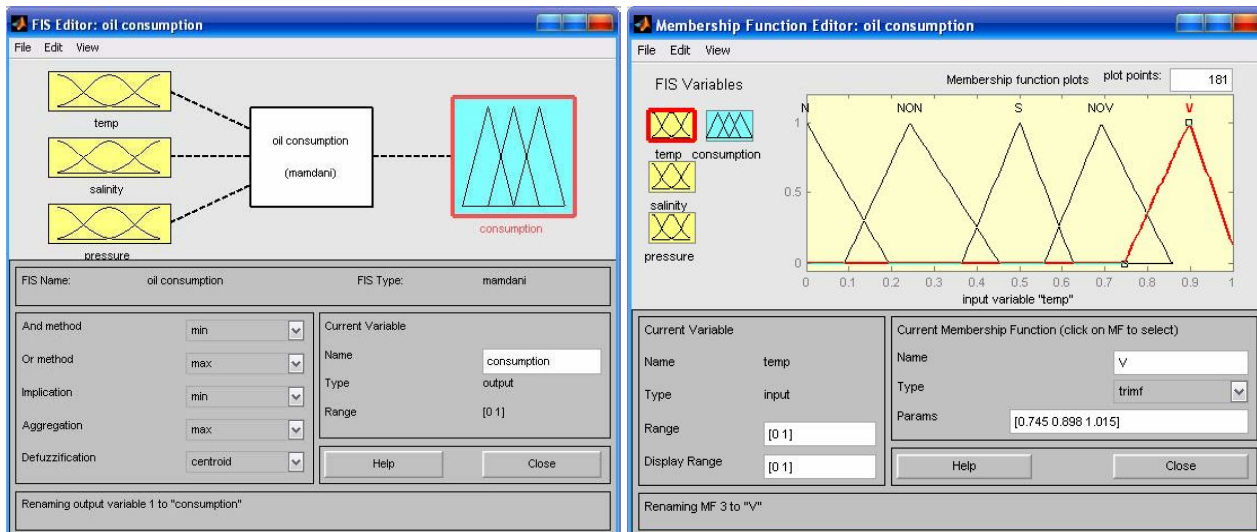
База знаний (правил) является основой интеллектуальной системы, которую необходимо дополнить несколькими элемента-

ми, реализующими следующие функции: фаззификация входных переменных, агрегирование подусловий в нечетких правилах, активизация или композиция подзаключение, аккумулярование заключений. На этих элементах построено несколько алгоритмов нечеткого вывода. В настоящей работе используется алгоритм Мамдани, который нашел наибольшее распространение при нечетком управлении технологическими процессами.

В качестве терм-множества трех входных лингвистических переменных используется множество {«низкий», «не очень низкий», «средний», «не очень высокий», «высокий»}, которое записывается в символическом виде {N, NON, S, NOV, V}.

В качестве терм-множества выходной лингвистической переменной используется множество {«низкий», «не очень низкий», «средний», «не очень высокий», «высокий»}, которое записывается в символическом виде {N, NON, S, NOV, V}.

Исследование базы знаний (правил) и всей интеллектуальной подсистемы проводилось с помощью инструмента Fuzzy logic-Matlab (рис. 1), который предоставляет широкие возможности для исследования – визуальный анализ результатов нечеткого моделирования, возможностью быстрого изменения «правил» и оценки чувствительности нечеткого алгоритма.



**Рис. 1.** Интерфейс fuzzy logic в приложении Matlab.

Вместо нечетких моделей можно также использовать нейронные сети. Нейронные сети (NN – Neural Networks) широко используются для решения разнообразных задач. Основы теории и технологии применения NN широко представлены в пакете MATLAB.

Искусственная нейронная сеть (ИНС, нейронная сеть) – это набор нейронов, соединенных между собой. Как правило, передаточные функции всех нейронов в нейронной сети фиксированы, а веса являются параметрами нейронной сети и могут изменяться. Некоторые входы нейронов помечены как внешние входы нейронной сети, а некоторые выходы - как внешние входы нейронной сети. Подавая любые числа на входы нейронной сети, мы получаем какой-то набор чисел на выходах нейронной сети. Таким образом, работа нейронной сети состоит в преобразовании входного вектора в выходной вектор, причем это преобразование задается весами нейронной сети.

Практически любую задачу можно свести к задаче, решаемой нейронной сетью.

Нейронную сеть строят в два этапа:

- Выбор типа (архитектуры) нейронной сети.
- Подбор весов (обучение) нейронной сети.

На первом этапе следует выбрать следующее:

- какие нейроны необходимо использовать (число входов, передаточные функции);

- каким образом следует соединить их между собой:

- что взять в качестве входов и выходов нейронной сети.

Наиболее популярные и изученные архитектуры – это многослойный перцептрон, нейронная сеть с общей регрессией, нейронные сети Кохонена и другие.

На втором этапе нам следует «обучить» выбранную нейронную сеть, то есть подобрать такие значения ее весов, чтобы она работала нужным образом.

Для обучения нейронной сети надо ввести входные данные, фрагменты которых представлены в таблице.

**Таблица 1**

№	Входные данные			Цель обучения
	Давление	Температура	Содержание соли	Расход
1	0.5	0.5	0.5	0.5
2	0.5	0.5	0.25	0.5
3	0.5	0.5	0	0.25
...	...	...	...	...
34	0.5	0.5	1	1

Далее создаем нейронную сеть. В поле входные данные указываем заранее созданные данные, задаем тип нейронной сети, выберем перцептрон (Feed-Forward Back Propagation) с 10 сигмоидными (TANSIG) нейронами скрытого слоя и одним линейным (PURELIN) нейроном выходного слоя. Обучение будем производить, используя алгоритм Левенберга-Маркардта (Leven-

berg-Marquardt), который реализует функция TRAINLM. Функция ошибки – MSE, число слоев соответственно равно 2.

Нейронные сети и нечеткие модели подходят для внедрения

в данную систему управления, но чтобы выяснить какие все таки лучше, надо провести сравнение.

Сравнительный анализ результатов моделирования процесса управления показал, что нейронная сеть более точна для данного случая.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаев А.А., Олеярш Г.Б., Ивонина Д.С. Математическое моделирование при проектировании магистральных трубопроводов. – Киев: Наукова Думка, 1990.
2. Губин В.Е., Губин В.В. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1982.
3. Гусейнзаде М.А., Юфин В.А. Неустановившееся движение нефти и газа в магистральных трубопроводах. – М.: Недра, 1981.

#### RESUME

This article describes the development of intelligent control systems for example for oil for transportation, and rendered the process considered by sptsialnnoy program.

#### ТҰЖЫРЫМ

Бұл мақалада мұнайды тасмалдауға дайындау мысалында интеллектуалды басқару жүйесін құру процесі көрсетілген және қарастырылып отырған үрдіс арнайы бағдарламамен визуалды бейнеленген.