

ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ MATLAB И SCADA-СИСТЕМЫ IFIX ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОТЛАДКЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Дрозд О. В.

**научный руководитель канд. техн. наук Капулин Д. В.
Институт космических и информационных технологий
Сибирского федерального университета**

В настоящее время известно значительное количество технологических процессов, получение точных и однозначных формулировок законов управления для которых представляет трудноразрешимую проблему. При проектировании систем управления таких процессов незаменимым инструментом является аппарат нечеткой логики, который применяется даже для решения таких эмпирических задач, как управление летящим самолетом: типичная инструкция гласит: «Если датчик скорости мал при среднем темпе снижения, то необходимо сильно поднять обороты двигателя и немного изменить угол атаки...».

Для изучения свойств системы управления на основе нечеткой логики рекомендуется построение ее имитационной модели с использованием тех или иных программных средств. Разработка такой модели может быть выполнена с использованием различных систем разработки (*MS Visual Studio*, *CodeGear RAD Studio* и т. п.), но такие среды имеют возможности построения только моделей нечеткого вывода, что требует значительных затрат при разработке. В настоящее время к стандартным системам проектирования создан ряд приложений для практического использования аппарата нечеткой логики, одна из которых – *MATLAB*, – обеспечена развитыми пакетами *Simulink* и *Fuzzy Logic Toolbox*.

Систему нечеткого вывода можно разработать, используя пакет *Fuzzy Logic Toolbox* в интерактивном режиме или в режиме командной строки. Такой способ разработки обладает большой гибкостью и простотой реализации. Кроме того, пакет прикладных программ *MATLAB* также включает в себя средство обеспечения связи со *SCADA*-системой *OPC Toolbox*, позволяющие обеспечивать взаимодействие компонентов системы средствами протокола *OPC*.

Таким образом, задача состоит в том, чтоб разработать имитационную модель системы управления (СУ) технологическим процессом с использованием аппарата нечеткой логики, поведение которой будет близко к поведению реальной СУ. Для разработки автоматизированного рабочего места оператора/диспетчера технологического процесса используются *HMI/SCADA*-системы. Рассматриваемый способ состоит в разработке модели системы управления средствами *MATLAB* и входящих в него подсистем *Simulink* и *Fuzzy Logic Toolbox*, а для диспетчеризации технологического процесса и разработки автоматизированного рабочего места оператора необходимо обеспечить связь разрабатываемой модели и *SCADA*-системы с помощью протокола *OPC*.

В качестве объекта моделирования выбран котельный агрегат ТГМ-94Б – вертикально-водотрубный, однобарабанный, радиационного типа с естественной циркуляцией, П-образной компоновки. Перечень измеряемых и контролируемых параметров составлен в соответствии с методическими указаниями по объемам технологических измерений РАО «ЕЭС России». При создании модели котла приняты допущения, выражающиеся в том, что зависимости между отдельными параметрами агрегата приняты линейными.

Модель нечеткого управления основана на замене классической СУ системой нечеткого управления, в качестве которой используются системы нечёткого вывода (рис. 1).

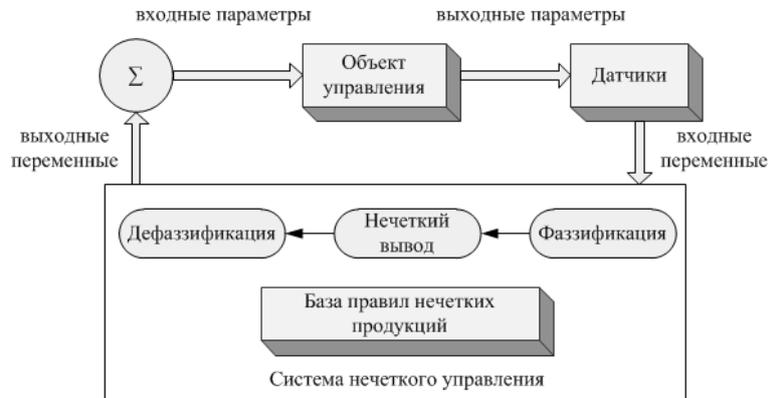


Рис. 1. Архитектура компонентов процесса нечеткого управления

Каждая система нечёткого вывода в *MATLAB* представляется в виде структуры, которая использует специальный цифровой формат. При этом все правила системы нечёткого вывода представляются в виде матрицы, содержащей одну или несколько строк (каждой строке соответствует отдельное правило). Если система нечёткого вывода имеет m входных и n выходных переменных, то соответствующая матрица должна иметь $m+n+2$ столбцов. Первые m столбцов относятся к входным переменным, следующие n – к выходным. При этом каждый столбец должен иметь номер, который соответствует номеру функции принадлежности для выходной переменной. Столбец с номером $m+n+1$ содержит вес, с которым применяется данное правило. По умолчанию вес равен 1. Столбец с номером $m+n+2$ содержит число 1, если для подусловий данного правила используется нечёткий оператор *AND* (нечёткое И), 2 – если используется нечёткий оператор *OR* (нечёткое ИЛИ).

Библиотека *Simulink* содержит блок *fuzzy*-регулятора. Была сформирована одноконтурная система автоматического регулирования с использованием данного блока. Входным сигналом является разность между текущим значением давления перегретого пара и значением, установленным оператором. Выходным сигналом является управляющее воздействие на регулирующий клапан подачи питательной воды (РПК).

В качестве системы нечеткого вывода принята система типа Мамдани. В качестве термов входной переменной были приняты 9 термов типа *gaussmf* – симметричная гауссовская функция принадлежности, в качестве термов выходной переменной – 5 термов типа *trimf* – треугольная функция принадлежности. Список правил был сформирован в редакторе правил (*Rule Editor*) пакета *Fuzzy Logic Toolbox* (рис. 2).

Для обеспечения работы *Simulink* с *OPC*-сервером *SCADA*-системы в модель добавлены объекты *OPC Configuration*, *OPC Read* и *OPC Write*. Эти объекты находятся в разделе *OPC Toolbox* среды *Simulink*. Объект *OPC Configuration* служит для конфигурирования связи с *OPC*-сервером. Объект *OPC Read* служит для чтения значения указанного тэга сервера. Данный объект имеет три выхода – V , Q и T . На выход V (*value*) поступает непосредственно значение, на выход Q (*quality*) – его показатель качества, на выход T (*timestamp*) – время последнего обновления тэга. Объект *OPC Write* служит для записи информации в указанный тэг сервера.

Чтение и запись происходят с периодом, равным шагу моделирования. Для обеспечения корректной работы шаг моделирования необходимо указывать равным величине *scan rate*, задаваемой при конфигурировании сервера. При работе модели с *OPC*-сервером моделирование происходит в реальном времени.

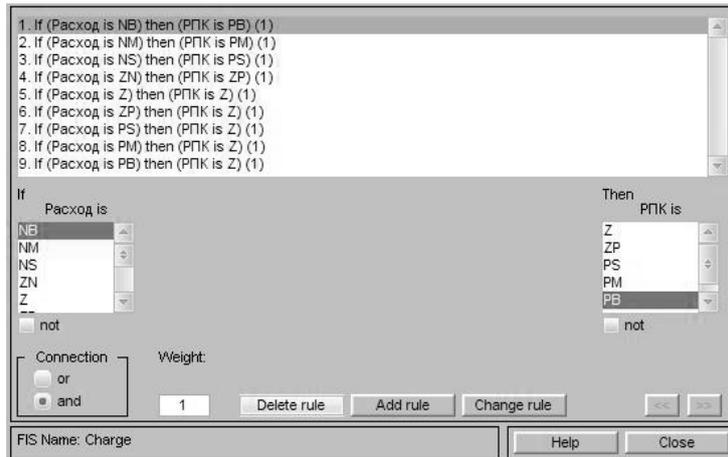


Рис. 2. Лингвистические правила системы управления в редакторе правил (*Rule Editor*) пакета *Fuzzy Logic Toolbox*

Система диспетчеризации технологического процесса разработана с использованием *SCADA*-системы *iFIX*. На рис. 3 представлен интерфейс автоматизированного рабочего места оператора, при этом были заданы через некоторые интервалы времени значения величины расхода перегретого пара: 250 т/ч, 130 т/ч.

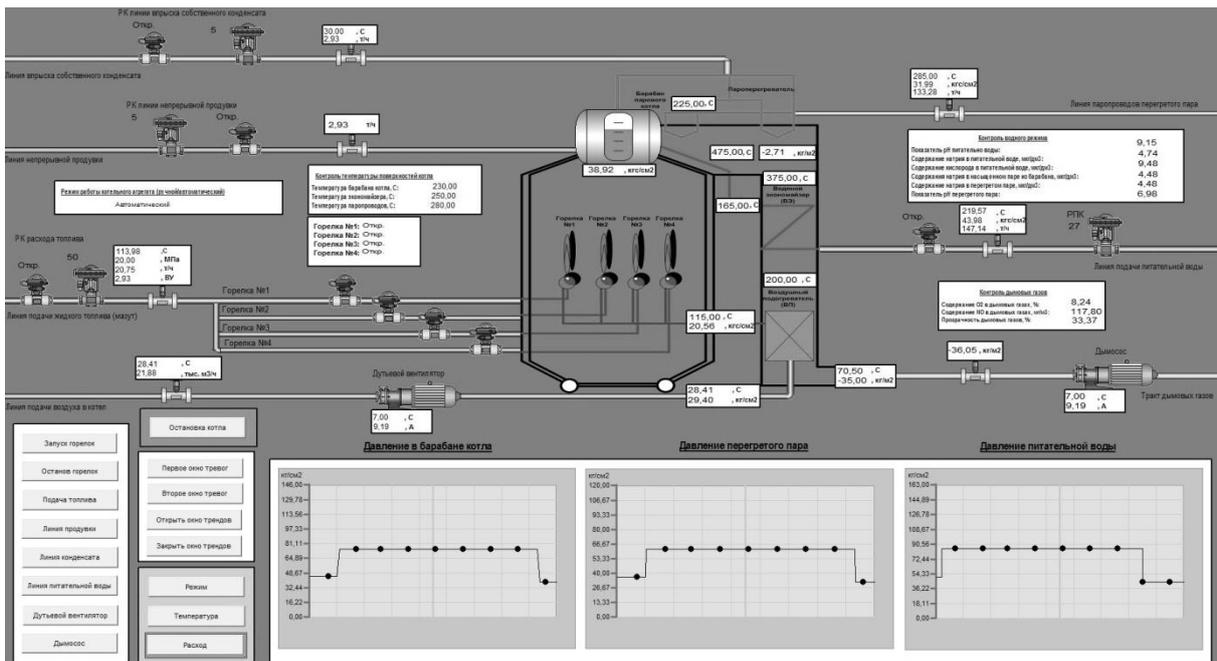


Рис. 3. Интерфейс рабочего места оператора

Разработанный комплекс может быть использован в качестве обучающего примера построения имитационных моделей сложных объектов, интерфейса автоматизированных рабочих мест оператора, обеспечения связи между отдельными компонентами системы управления при изучении свойств систем управления, основанных на аппарате нечеткой логики. Имитационная модель объекта управления в целом соответствует реальному объекту, поэтому разработанная *SCADA*-система может применяться для исследования процессов управления и организации средств диспетчеризации и мониторинга технологических процессов котельным агрегатом на тепловых станциях.