
УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 62-53

НЕКЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КЛАССИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ

**П.А. Агапов, А.А. Андреев,
В.В. Бочарников, В.Е. Родованов**

Рассматривается возможность решения проблемы необходимости частой перенастройки ПИД-регуляторов на скважине путем построения адаптивных контуров регулирования технологических процессов добычи газа с использованием неклассической теории «мягких вычислений».

Ключевые слова: *регулирование, контроллер, регулятор, ПИД-регулирование, контур регулирования, мягкие вычисления, нечеткая логика, лингвистическая переменная, терм.*

Keywords: *regulation, controller, regulator, PID-regulation, control contour, soft computing, fuzzy logic, linguistic variable, term.*

В промышленности основа экономического эффекта автоматических систем управления – качество работы системы регулирования. На сегодняшний день все регулирование технологическими процессами добычи газа на скважинах Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ) построено с использованием классической теории автоматического управления, т.е. на базе стандартных пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов (ПИД-регуляторов). Это объясняется наличием хорошо проработанной теории и большой практикой их применения. ПИД-регулятор достаточно просто настраивается для работы с конкретным объектом и обеспечивает удовлетворительную стабилизацию регулируемого параметра при небольших его отклонениях от заданной величины. Однако при резких изменениях режима работы управляемого объекта или при существенном изменении его характеристик качество переходного процесса в системе с ПИД-регулятором оказывается неудовлетворительным.

На каждой скважине пять контуров регулирования. Три управляют расходом – один основной и два вспомогательных, обеспечивающих безопасность работы в предельных режимах. Два других управляют работой подогревателя газо-жидкостной смеси (ГЖС) – один регулирует температуру ГЖС на выходе скважины, другой поддерживает температуру водяной ванны на заданном уровне. В общей сложности более шестисот контуров регулирования. Настройка каждого – трудоемкая задача, а с учетом того, что регулярно происходят замены исполнительных механизмов или значительно меняется режим эксплуатации, требующие перенастройки контура, все это выливается в значительные трудозатраты. Необходимость создания «безналадочного» варианта системы более чем актуальна.

«Мягкий» подход к регулированию. В настоящее время создана и активно развивается новая идеология в регулировании – системы на основе так называемых «мягких вычислений». Введенный в 1994 г. профессором Лотфи А. Заде специальный термин – «мягкие вычисления» (soft computing) – объединяет в себе несколько технологий искусственного интеллекта: нечеткая логика, искусственные нейронные сети, вероятностные рассуждения и эволюционные алгоритмы [3]. Они дополняют друг друга и используются в различных комбинациях для создания гибридных интеллектуальных систем, но влияние нечеткой логики (fuzzy logic) оказалось самым обширным.

На данном этапе существуют два основных пути применения нейро-нечетких систем в регулировании:

- создание «надстройки» над классическим ПИД-регулятором;
- создание самостоятельного fuzzy-регулятора.

Следует отметить, что основное применение неклассические регуляторы нашли за рубежом [1]. Лидером является Япония, где несколько крупнейших компаний создали совместную лабораторию LIFE (Laboratory for International Fuzzy Engineering). В нашей стране существует определенное количество теоретических наработок, но в практической области мы отстаем от передовых стран очень сильно.

Fuzzy-надстройка над классическим пид-регулятором. Представляется заманчивым использовать легкую перестраиваемость параметров ПИД-регулятора для корректировки его работы непосредственно в ходе переходного процесса. Идея управления параметрами системы с целью получения качественного переходного процесса хорошо известна. Но реализация методов, основанных на классической теории, имеет существенные недостатки: регуляторы чрезвычайно чувствительны даже к малым изменениям параметров объекта и действию возмущений. Преодоление указанных недостатков ищут на пути использования методов нечеткого управления. Основная функция, возлагаемая на fuzzy-контроллер, формирование корректирующих поправок к коэффициентам ПИД-регулятора в зависимости от текущих координат системы. В этом случае ПИД-регулятор с корректирующим fuzzy-контроллером представляет собой нелинейную систему. Более перспективным видится переход к системам, полностью построенным на матаппарате «мягких вычислений».

«Нечеткие» регуляторы. На протяжении последних 15 лет в зарубежной теории и практике ведутся интенсивные исследования в области применения новых типов адаптивных регуляторов на основе нечеткой логики [5]. Они имеют ряд очевидных преимуществ:

- с помощью fuzzy-регуляторов можно получить систему управления, которая лучше стандартной (многоконтурной с ПИ- и ПИД-регуляторами), это определяется количеством переменных состояния, используемых в цепях обратных связей, количеством правил и методами дефазификации;
- «правильный» fuzzy-регулятор более устойчив и нечувствителен к параметрическим возмущениям по сравнению с классическими, таким образом, возможно создание «безналадочной» системы управления;
- fuzzy-регулятор не повышает размерность системы управления, так как не содержит динамических преобразований и может быть сведен к табличным вычислениям;
- алгоритмы, обеспечивающие безопасность (противоаварийную защиту), могут являться неотъемлемой частью fuzzy-алгоритма регулирования.

Fuzzy-регулятор на деле является ни чем иным, как системой нечетких заключений.

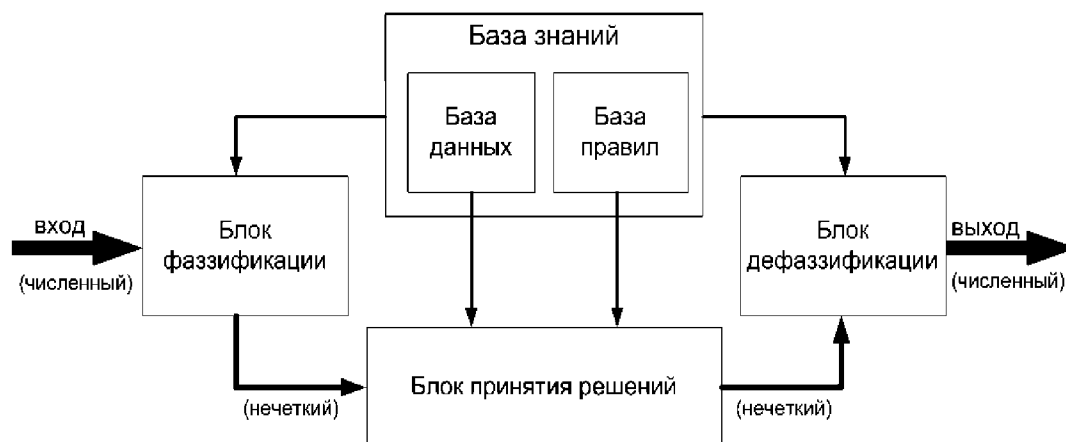


Рис. 1. Система нечетких заключений

Система нечетких заключений состоит из пяти функциональных блоков (рис. 1):

- блок фазификации, преобразующий численные входные значения в степени соответствия лингвистическим переменным;
- база правил, содержащая набор нечетких правил типа «если... то»;
- база данных, в которой определены функции принадлежности нечетких множеств, используемых в нечетких правилах;
- блок принятия решений, совершающий операции вывода на основании имеющихся правил;
- блок дефазификации, преобразующий результаты вывода в численные значения.

Традиционно база правил и база данных объединяются в общий блок – базу знаний. Процедура нечеткого рассуждения включает в себя следующие операции (рис. 2).

1. Преобразование входных сигналов в значения принадлежности лингвистических переменных (этап фазификации).
2. Сопоставление значений принадлежности различных входных переменных (оператор $\min$ или произведение) для получения веса каждого правила.
3. Определение выходных нечетких значений от каждого правила.
4. Преобразование значений принадлежности выходных переменных в единый численный сигнал.

В работе предложено несколько различных типов нечетких рассуждений. В зависимости от вида правил «если... то» большинство систем нечетких рассуждений подразделяются на три типа.

1 тип. Полное выходное значение является средним взвешенным выходных значений каждого правила, вызванных весом правила и выходными функциями принадлежности, которые в данном случае являются монотонно неубывающими.

2 тип. Полное нечеткое выходное значение определяется как максимум соответствующих нечетких выходных значений. Для получения численного выходного сигнала в литературе предложены различные схемы – методы центра тяжести, среднего из максимального и т.п.

3 тип. Использование нечетких правил Такаги-Сугено. Выходное значение каждого правила является линейной комбинацией входных переменных плюс постоянная величина, и суммарное выходное значение определяется как среднее взвешенное всех правил.

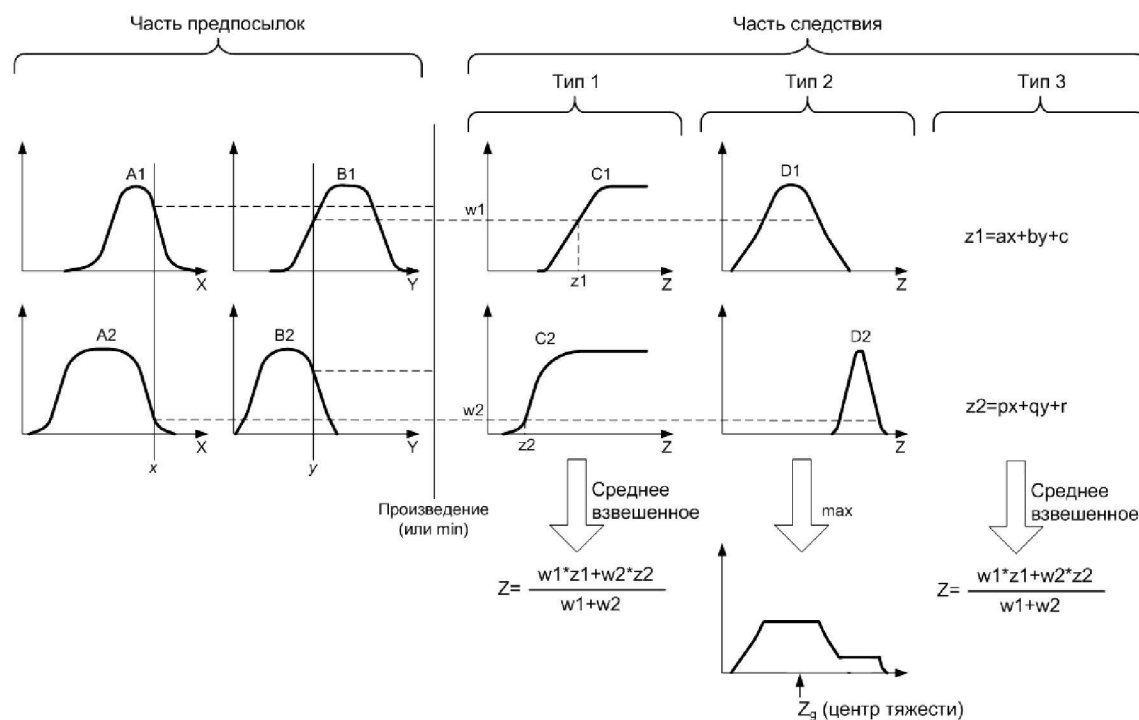


Рис. 2. Нечеткие правила «если... то» и механизмы нечетких рассуждений

На рис. 2 показаны различные типы нечетких рассуждений, упомянутых выше, на примере простейшей системы с двумя входами и двумя нечеткими правилами. Очевидно, что представленные системы различаются формой функции принадлежности выходных переменных (монотонно неубывающая, колоколообразная функции принадлежности, линейная зависимость) и схемами дефазификации (среднее взвешенное, центр тяжести и т.д.).

Итак, из всего выше сказанного становится понятно, что разработка fuzzy-контроллера сводится к решению нескольких задач:

- выбору входных лингвистических переменных на основе анализа поведения замкнутой системы в рассчитанном ранее оптимальном режиме;
- назначению для каждой из лингвистических переменных набора лингвистических значений (термов);
- выбору для каждого из термов аппроксимирующего нечеткого множества;
- созданию базы правил контроллера на основе анализа совокупности значений «входные переменные – управление», полученной для оптимального режима;
- принятию адекватного проблеме механизма нечеткого вывода и выбору эффективного метода преобразования полученного нечеткого управления в «четкий» выходной сигнал.

От теории к практике. В нашем случае для регулирования расхода и температуры входными лингвистическими переменными были выбраны:

- difference – разница между заданным значением и текущим значением регулируемой величины;
- rateOfChange – скорость изменения этой разницы.

Каждой лингвистической переменной назначен набор термов и для каждого терма построена функция принадлежности (рис. 3).

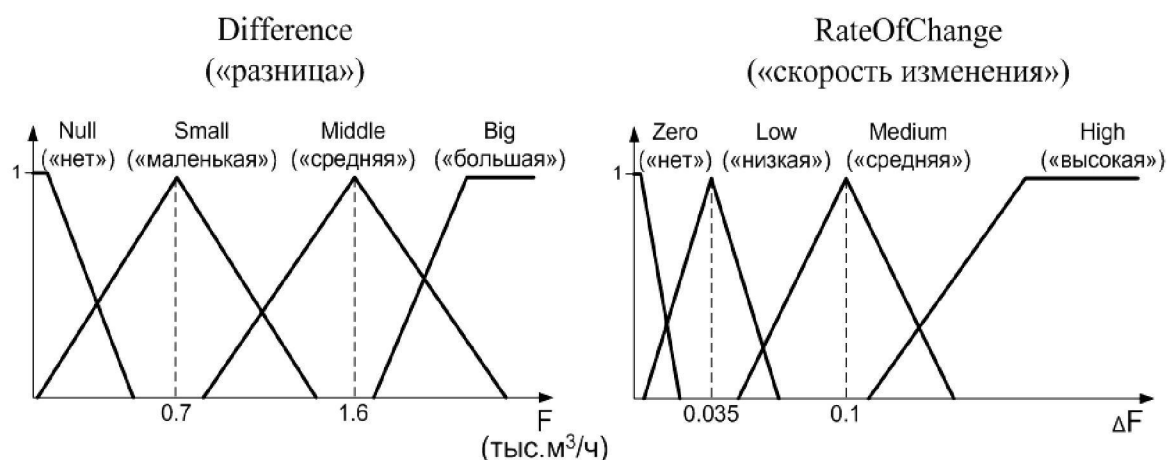


Рис. 3. Набор термов входных лингвистических переменных

Составлена база правил, содержащая нечеткие высказывания в форме «если... то» и функции принадлежности для соответствующих лингвистических термов выходной переменной (управляющее воздействие на клапан). При этом обязательно учитывались следующие условия:

- существует хотя бы одно правило для каждого лингвистического терма выходной переменной;
- для любого терма входной переменной имеется хотя бы одно правило, в котором этот терм используется в качестве предпосылки.

В качестве механизма нечеткого вывода принят вариант нахождения среднего центра («центра тяжести») композиции полученных усеченных функций (тип 2 на рис. 2).

На данном этапе проходит адаптация разработанного механизма регулирования к вычислительной среде используемого на скважинах контроллера серии Quantum фирмы Schneider Electric [2]. Ведутся работы по определению максимума нагрузочной способности процессора контроллера. И в дальнейшем основная работа будет связана с уточнением функций принадлежности термов входных/выходных лингвистических переменных и дополнением базы нечетких правил. Возможно, будут испробованы различные варианты нечеткого вывода для определения наиболее эффективного решения.

Библиографический список

1. Асаи, К. Прикладные нечеткие системы / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др. ; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено – М. : Мир, 1993.
2. Каталог продукции фирмы Schneider Electric. – Режим доступа: <http://www.modicon.ru/catalog.aspx>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Прикладные интеллектуальные системы, основанные на мягких вычислениях / под ред. Н. Г. Ярушкиной. – Ульяновск : УлГТУ, 2004. – 139 с.
4. Jang, J. S. R. Neuro-fuzzy modelling and control, The Proceedings of the IEEE / J. S. R. Jang and C.-T. Sun. – Режим доступа: <http://neural.cs.nthu.edu.tw/jang/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
5. Nauck, D. Neuro-fuzzy systems: review and prospects / D. Nauck // Proc. Fifth European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing. – Режим доступа: <http://fuzzy.cs.uni-magdeburg.de/nnfuz.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

УДК 338.984

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА КОМПАНИИ

Е.П. Быкова, Д.В. Кутузов

В статье рассмотрены принципы построения службы внутреннего аудита компании. Описываются цели и задачи внутреннего аудита, его планирование и проведение, сформулированы требования к отчетам о внутреннем аудите.

Ключевые слова: *внутренний аудит, служба внутреннего аудита, методика проведения аудита, цели внутреннего аудита, учет и контроль деятельности, эффективность процессов управления.*

Keywords: *internal audit, service of internal audit, technique of carrying out audit, the purpose of internal audit, the account and control of activity, efficiency of managerial processes.*

В современных условиях, в период экономического кризиса, когда многие компании вынуждены сокращать штат сотрудников, большую роль играет повышение эффективности работы компании. Однако повышение эффективности процессов производства, сбыта и управления невозможно без внутреннего обследования компании – внутреннего аудита.

Современные системы внутреннего контроля (СВК), формируемые в соответствии с требованиями как российских, так и зарубежных принципов корпоративного управления, акцентируют ответственность высшего руководства компании за формирование надежной службы внутреннего контроля и поддержание надлежащего ее функционирования. При этом многие компании в настоящее время имеют в своей структуре службу внутреннего аудита (СВА). Внутренний аудит [1], являясь одним из незаменимых инструментом собственников