

СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ПРИБОРАХ КОНТРОЛЯ

Д.Е. Кривобоков, А.И. Михайлов

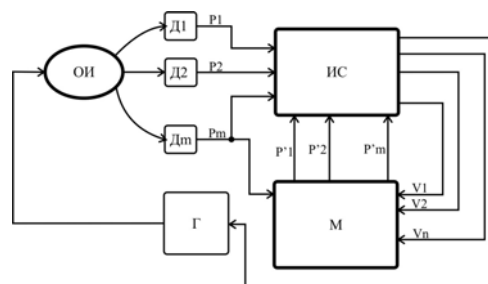
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Современные приборы контроля уже не представляются без использования микропроцессорной техники, удобных и функциональных интерфейсов и коммуникаторов. Однако всё это само по себе не делает прибор контроля интеллектуальным, а лишь является следствием усовершенствования элементной базы его узлов измерительных преобразований. По этой причине, основываясь на функциональном назначении, средство измерений не может считаться интеллектуальным, обладая «жесткими» механизмами измерений, способными выполнять не более чем линейные входные преобразования. Вследствие чего, основным элементом интеллектуального прибора контроля является механизм формирования и преобразования входных информационных сигналов в выходные значения результатов измерений. Таким образом, в функции интеллектуального прибора контроля входит как согласование входных измерительных цепей с объектом контроля, так и определение функциональной зависимости параметров как с выходными искомыми величинами, так и между собой, с учётом решаемой задачи.

Ключевым элементом всё же является блок формирования функциональных зависимостей, связывающих параметры, или так называемую модель объекта измерений относительно входных измерительных каналов. Именно от качества модели зависит качество измерительных преобразований, выполняемых прибором контроля в целом, что и определяет его метрологические характеристики.

Целью данной статьи является показать возможный способ реализации Интеллектуального механизма измерительных преобразований на основе адаптивной настраиваемой модели объекта измерений.

Функциональная схема измерительной части прибора контроля, реализующего рассматриваемый способ, представлена на рисунке 1.



ОИ – объект измерений; D_i – датчики параметров P_i ; ИС – интеллектуальная система; М – модель объекта измерений, Г – источник энергии.

Рисунок 1 – Функциональная схема интеллектуального механизма измерительных преобразований

Средство измерений получает информацию о состоянии объекта измерений при помощи датчиков $D_1 \dots D_m$, выходные сигналы которых подаются на интеллектуальную систему ИС. Одновременно на другие входы ИС подаются аналогичные сигналы с модели М объекта измерений, причём, в общем случае количество сигналов с объекта измерения и модели могут быть не одинаковыми, а некоторые из сигналов датчиков могут подаваться на модель. В свою очередь, интеллектуальная система своими выходными сигналами управляет как параметрами модели посредством сигналов V , так и выходным сигналом источника энергии Г, воздействующего на объект измерения.

Очевидно, что основной интерес представляет модель объекта измерений М и интеллектуальная система ИС. Интеллектуальная система управляет параметрами состояния модели до тех пор, пока совокупность значений P' модели не будет с достаточной точностью соответствовать параметрам P . Иными словами, модель в конце измерительного преобразования в пространстве параметров P должна функционально соответствовать объекту измерений. Значение управляющих сигналов V являются искомыми и поступают на выход средства измерения.

СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ПРИБОРАХ КОНТРОЛЯ

Особенностью взаимодействия модели и интеллектуальной системы является то, что модель представляет собой избыточный набор функциональных зависимостей, способных некоторой своей совокупностью с достаточной степенью точности отобразить объект измерений. Сами функции и связь между ними определяется входящими в них коэффициентами, значение которых задают управляющие параметры V . Избыточность функций позволяет обеспечить модель дополнительными степенями свободы или пространством манёвра, необходимым для выполнения регулировок.

В общем случае, модель реализует нелинейные зависимости между параметрами, поэтому собственно процесс регулировок является достаточно сложной и неопределённой задачей. Авторам данной статьи так и не удалось найти детерминированных алгоритмов уравнивания многопараметрических нелинейных систем. Стохастические методы, как показала практика, очень затратные по времени и, самое главное, во многих случаях не позволяют привести систему к состоянию равновесия. Связано это, скорее всего, с тем, что стохастические алгоритмы не в состоянии предсказать поведение системы на регулирующее воздействие, чтобы оценить его эффективность и правильность. По этой причине решено было использовать нейросеть в качестве устройства формирования регулировок. При этом обучение нейросети заключалось в выработке её реакции на отклик регулируемой системы при вариации регулируемых воздействий.

Таким образом, нейросеть «получала» знания о характере поведения модели, однако только внутри границ обучения, вне которых приобретённые знания могут быть неэффективны в виду нелинейности объекта измерений. Однако нейросеть формирует не сами значения регулирующих воздействий, а вероятность, с которой регулировка каждого из параметров в выбранном направлении приведёт к равновесию всю измерительную систему в целом из данного состояния. При практической реализации, для упрощения, со значением вероятности связывалось распределение коэффициента нормированных границ, в которых генератором случайных чисел наиболее вероятно будет получено значение корректировки для соответствующего регулируемого параметра. Случайный выбор значения корректировок опять же обеспечивает

модели некоторую нечувствительность к возможным «неточным» управлениям интеллектуальной системы, поскольку интеллектуальная система обучается не на самой модели, а на упрощённой зависимости, отражающей основной характер объекта измерений. В дальнейшем возможно «дополнительное обучение» системы на основе эффективности её регулирования. Является очевидным, что данный способ не является строго стохастическим, постольку использует предварительную информацию о возможном характере объекта измерений в области параметров P .

С помощью разработанного варианта механизма измерительных преобразований удалось создать адаптивную модель, используемую в многопараметрической системе контроля и реализующую зависимость между концентрациями двух электролитов в водном растворе и плотностью, электропроводностью и температурой данного раствора. Свойства адаптивности позволяют уточнять модель в ходе технологического процесса на основе результатов параллельного химического анализа, не прибегая к сложным математическим операциям.

В заключение хотелось бы отметить, что при сравнении представленного в данной статье способа преобразований с классическим способом, основанным на стохастическом методе, последний во многих случаях был не в состоянии привести измерительную систему к равновесию, в отличие от первого. В тех случаях, когда подобное удавалось классическому методу, время уравнивания для него более чем на порядок превышало время, затрачиваемое разработанным методом для достижения той же цели с той же точностью преобразований.

Выводы: в данной статье показана возможность реализации интеллектуального механизма измерительных преобразований, основанного на использовании нейросети в качестве системы, уравнивающей состояния модели и объекта измерения посредством регулировки параметров модели. Назначением нейросети является формирование наиболее вероятного направления регулирования управляющих параметров. Практическая реализация подтвердила более высокую эффективность разработанной системы по сравнению с аналогичной классической системой.