

УДК 543.27.08.068.2

© В. В. Козлов

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ

Придание устройствам интеллектуальных свойств улучшает их метрологические характеристики, снижает вероятность появления ошибок при работе. Существуют различные подходы к конструированию интеллектуальной измерительной техники. Рассмотрен один из них на примере автоматического газоанализатора, использующего для анализа инфракрасную спектрометрию.

Одной из стремительно развивающихся областей применения компьютеров является эмуляция поведения человека при оценке информации и принятии решения. Системы с подобными свойствами, моделирующими механизм мышления человека, относятся к интеллектуальным, и предполагается, что наличие этих свойств придает им новое качество. Деление между интеллектуальными и "обычными" устройствами расплывчато, однако компьютер, играющий в шахматы с чемпионом мира, оптическое устройство, распознающее фигуры, робототехнические системы сейчас уже никто не называет вычислителем или станком, хотя они и работают по определенным и понятным алгоритмам. Это не просто дань моде. Расширение требований до "интеллектуальности" устройства позволяет иначе взглянуть на проблемы, развивать теоретическую базу и находить новые проектные решения. Этот процесс объективно не зависит от того, что эталон "интеллектуальности" — человек функционирует по каким-то сложным и плохо формализуемым программам.

Существует множество определений интеллектуальности системы, начиная с неконкретных, апеллирующих к интуитивному пониманию. В общем к характерным чертам интеллектуальных устройств относят способность к обучению, обобщению, накоплению знаний, адаптации к изменяющимся условиям в процессе решения [1]. Интеллектуальная система оценивает ситуацию, опираясь как на ранее накопленные данные, так и на анализ ситуации в текущий момент, распознает ситуацию, составляет план действия для достижения цели на основе имеющихся информационных баз и правил.

В настоящий момент с развитием теории искусственного интеллекта, с появлением применений для создания практических систем возникла новая точка зрения на использование методов искусственного интеллекта. Она состоит в том, что эти методы, оформленные в виде специальных технологий, необходимо использовать не только

на стратегическом, но и на других уровнях иерархии системы. При этом конкретно определяются так называемые базовые интеллектуальные технологии [2]. Интеллектуальная система — та, которая использует эти технологии как средство борьбы с неопределенностью внешней среды. Предлагается использовать иерархическую градацию интеллектуальности систем по уровням, т. е. для интеллектуальности в малом достаточно иметь в системе минимальный набор интеллектуальных технологий.

Исходя из такого подхода и рассматривая существующую практику, можно отметить, что если, например, "способности" интеллектуального аспиратора (устройства для отбора жидкости) [3] не ясны, то другие приборы больше соответствуют такому определению. Например, интеллектуальная электроплита [4], управляемая по Internet, или интеллектуальная газовая плита, имеющая в своем составе газовые датчики, которая на основе "обучения", "обобщая" данные датчиков в процессе работы и "анализируя" с применением аппарата нечеткой логики, "принимает решение" о наличии утечки газа из конкретной конфорки. Хотя в общепринятом смысле они и вряд ли интеллектуальнее амёбы. Но такие плиты надежнее, удобнее, безопаснее "неинтеллектуальной" плиты, и уже это — положительное достижение приложения концепции "интеллектуальности".

Несомненно, что как понятие уровня интеллектуальности, так и концепция интеллектуальных базовых технологий будет корректироваться, однако подход, связанный с распределением интеллектуальности по уровням предоставляет новые возможности для проектирования устройств.

Измерительные процедуры являются важной стороной интеллектуальной деятельности человека. Логично признать измерительные устройства возможными объектами приложения интеллектуальных технологий [5]. Учитывая различие взглядов на проблему, представляет интерес конкретное рассмотрение целей и технических приемов

интеллектуализации измерительной техники.

Приведем соображения, лежащие в основе экспериментальной разработки интеллектуального газоанализатора, основанного на методе измерения спектров поглощения в инфракрасной области (ИК-газоанализатора). Основной целью интеллектуализации прибора было не решение проблемы конфигурирования измерительных цепей или самокалибровки прибора [5], а исключение из измерительного процесса интеллектуальной деятельности человека как потенциального источника ошибок. Предполагается, что получение результата измерения традиционными приборами обеспечивают как минимум две специально обученные стороны — условно "настройщик" и "оператор", которые работают с конкретным конструктивом прибора.

"Настройщик" на основе разработанного плана и программ калибрует прибор при помощи эталонных смесей и строит модель шкалы, определяет диапазоны и погрешность прибора для измеряемого продукта. При необходимости все операции повторяет с учетом мешающих воздействий — влажности, температуры и т. п. Учитывает специфику получения информации о них — точность, задержку получения во времени. Разрабатывает уточненную модель, учитывая мешающие факторы. Так как с течением времени идут процессы деградации прибора, через некоторое время "настройщик" поверяет прибор, повторяя все эти процедуры и корректируя шкалу или изменяя модель шкалы. Эта процедура повторяется с определенной периодичностью. Отметим, что эти процедуры можно трактовать как обучение и накопление опыта.

При проведении измерения прибор в соответствии с заложенной в него моделью индицирует некоторые числа. "Оператор", проводящий измерение, решает, соответствуют ли условия измерения условиям разработки модели шкалы прибора, и принимает (или отвергает) результат. В случае неясности "оператор" самостоятельно решает на основе разработанных программ или опыта, чему соответствуют индицируемые значения.

Из этого краткого рассмотрения видно, во-первых, что для приборов даже одного конструктивного исполнения результат измерения зависит от конкретных интеллектуальных свойств "настройщика" и "оператора", безошибочности их работы. Во-вторых, целый ряд моментов интеллектуальной работы "настройщика" и "оператора" могут быть реализованы современной микропроцессорной техникой непосредственно в измерительных приборах. Причем как раз теми методами, которые отнесены к интеллектуальным и используются в интеллектуальных системах анализа и распознавания образной информации, системах планирования и анализа эксперимента, системах мо-

делирования. При такой реализации прибор получает все основные признаки интеллектуальности, и, т. к. принятие решения он производит самостоятельно, его характеристики стандартизируются и перестают зависеть от свойств "настройщика" или "оператора". В результате процесс измерения интеллектуальным газоанализатором на основе ИК-спектрометрии строится иначе.

Первоначальная процедура построения шкалы организована как обучение и не требует специального "настройщика". В процессе обучения потребитель предъявляет газоанализатору список продуктов, которые необходимо измерять. Прибор на основе заложенных в него программ планирования эксперимента и баз знаний запрашивает необходимые эталонные смеси с нужными факторами влияния. Потребитель обеспечивает механистическую сторону процесса обучения газоанализатора, подавая на вход нужные газовые смеси. На основе полученной информации прибор, используя известные методы, самостоятельно разрабатывает многофакторную модель своей шкалы для выбранных продуктов. Если обучение прошло не по полной программе — например, из-за отсутствия необходимых газовых смесей, невозможности создания всех видов мешающих воздействий, других причин, — анализатор использует имеющуюся базу знаний, включающую в себя спектры веществ, модели деформации спектров при их взаимодействии в смеси. Полнота совокупности знаний определяет качество модели шкалы.

При очередной поверке прибор самостоятельно предлагает ее программу. Результаты поверки позволяют прибору накопить опыт и построить модель деградации, учет которой повышает точность измерений в межповерочный интервал.

При анализе многокомпонентной смеси прибор анализирует спектр смеси и определяет продукты и их концентрацию, используя и дополнительную информацию от датчиков. На основе базы знаний о спектрах, результатах обучения, совокупности информации принимается вероятностное решение о результате измерения.

Таким образом, из процесса получения результата измерений при помощи интеллектуального ИК-газоанализатора исключается неясный интеллект "настройщиков" и "операторов", что уменьшает вероятность возникновения ошибок измерения.

Наличие гибкой процедуры обучения позволяет осуществлять ее для разных продуктов. За счет переноса программ с одного прибора на другой аналогичной конструкции можно говорить об обмене опытом. Этот обмен возможен как по мере его накопления, так и в результате развития методов планирования, моделирования. Иначе говоря, конкретный прибор может непрерывно улучшать свои потребительские свойства.

При таком подходе все проблемы обеспечения качества измерений переносятся на уровень конструирования интеллектуальных измерительных устройств: разработка программ и алгоритмов, баз знаний, правильный выбор множества датчиков, информация с которых была бы необходимой и достаточной для решения поставленной задачи. Решение этих проблем остается за разработчиком прибора.

2. Интеллектуальные системы автоматического регулирования / Под ред. И.М. Макарова, В.М. Лохина. М.: Физматлит, 2001. 576 с.
3. <http://trimm.ru/>
4. <http://www.tmio.com/>
5. Интеллектуальные средства измерений / Под ред. Э.И. Цветкова. М.: РИЦ "Татьянин день", 1994. 280 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление в условиях неопределенности / Под ред. А.Е. Городецкого. СПб.: СПбГТУ, 2002. 398 с.

ОАО "КОТ", Санкт-Петербург

Материал поступил в редакцию 6.08.2004.

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT GAS ANALYZER BASED ON THE IR SPECTROMETRY TECHNIQUE

V. V. Kozlov

KOT Open Joint-Stock Company, Saint-Petersburg

Making devices intelligent improves their metrological characteristics, reduces probability of mistakes during operation. There are various approaches to the design of intelligent measuring instrumentation. One of them is considered by the example of an automatic gas analyzer using infra-red spectrometry for analysis.