

Интеллектуальные информационные системы как основа новых технологий

Р. Надуваев

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University
r-nad@yandex.ru

Аннотация. Интеллектуальные измерительные системы (ИИС) являются обширным классом информационно-измерительной техники. ИИС представляют собой некую группу технических средств, которые функционально объединены, и предназначены для получения измерительной информации, а также для ее преобразования, обработки в целях представления потребителю в требуемом виде, либо для автоматического осуществления логических функций контроля, диагностики, идентификации.

Ключевые слова: измерения; данные; модель; прибор моделирование; построение

Информационные системы также включают в себя интеллектуальные виртуальные приборы (ИВП), которые представляют собой некий компьютер, который оснащен специальными программными средствами, а также выполняющий функции информационно-измерительного прибора (ИИП), максимально приближенный к решению поставленной цели или задачи. Как и приборы, измерительные системы обладают основными признаками средств измерений и являются их специфической разновидностью. Основные направления применения измерительных систем – это различные научные исследования, а также проведение экспериментальных мероприятий над различными объектами и др. Рассмотрение данной темы особенно актуально, так как на сегодняшний день роль и потребность интеллектуальных информационных систем как особого класса информационных измерений возрастает. ИИС и ИВП способна решить очень важную задачу, которая состоит в обеспечении устойчивого диалога между человеком и машиной на естественном языке путем создания различных средств. Кроме того, исследуемыми объектами способны разработать алгоритмы и методы поддержки принятия решений, которые могут быть осуществлены в области экономики, финансов, производства, медицины и т. д.

1. ПОНЯТИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРА ИИС

Сегодня измерительные информационные технологии являются одним из видов информационных технологий. Надо сказать, что они выделяются из обширного множества тем, что носят очевидный познавательный характер и реализуют специфические процедуры. Во-первых, это оценка и представление неопределённости значений. Во-вторых, это сопоставление информационных сигналов с размерами единиц измерения. В-третьих, это преобразование измерительной информации с заданной

точностью. И наконец, в-четвертых, это получение измерительной информации по причине взаимодействия измерительных преобразователей с объектом измерений. Одной из самых важных задач развития измерительных информационных технологий является расширение номенклатуры измеряемых величин, а также обеспечение измерений в условиях воздействия «жестких» внешних факторов. Например, это могут быть: высокая температура, большое давление и т. д.

Представленные выше задачи легко решаются информационными измерительными системами (ИИС). В настоящий момент не сложилось единого определения к данному понятию. Однако в литературе наиболее популярным определением является следующее. ИИС – это из разновидностей измерительной системы. В этом случае она представляет собой совокупность функционально объединенных интеллектуальных измерительных приборов, а также аналогичных вычислительных технических средств с целью получения измерительной информации. Качество интеллектуальной измерительной системы определяется в соответствии со следующими свойствами: коммуникативность (многообразие доступных всем категориям пользователей способов общения с системой), универсальность по отношению к множеству задач, умение обучаться на основе приобретаемого опыта, а также умение перестроиться при изменении принципиальных положений.

Интеллектуальные информационные системы образуют две большие типовые группы. Первая группа – это экспертные системы. Главной особенностью данной группы является то, что экспертные системы основаны на применении определенных наборов правил и на соблюдении определённых последовательностей применения этих правил.

Вторая группа – это искусственные нейронные сети. Это некая структура, которая состоит из нескольких уровней электронных моделей нервных клеток мозга человека, так называемых нейронов. Главная их особенность – это ориентация на использование образцов приемлемого исполнения целевой функции. Рассмотрим классификацию. Наиболее популярной и интересной классификацией информационно-измерительных систем является классификация по типу уравнения изменения критерия управления. Сложность таких интеллектуальных измерительных систем во многом связана с уравнением управления. Уравнение управления определяет сложность

математической модели формирования методической погрешности изменения текущего значения критерия управления, а также сложность алгоритмов визуализации процессов измерения и оптимального управления.

В общем виде уравнение текущего значения критерия выглядит следующим образом:

$$Y(t) = \frac{\sum_{i=1}^N K_i \prod_{j=1}^M X_{ij}(t)}{\sum_{k=1}^L R_k \prod_{s=1}^P X_{ks}(t)},$$

где N – число информационных потоков, касающиеся технологических параметров $X_{ij}(t)$ числителя; M – число измеряемых технологических параметров i -ого потока информации числителя; L – количество потоков информации о технологических параметрах $X_{ks}(t)$ знаменателя; P – Количество измеряемых мультипликативно связанных технологических параметров k -ого потока информации знаменателя; K_i , R_k – настроечные коэффициенты ИИС.

Согласно данной классификации в литературе выделяют одноканальные и многоканальные информационно-измерительные системы. В свою очередь все одноканальные и многоканальные системы можно разделить еще на две подгруппы: линейные и нелинейные. Линейная одноканальная система представляет собой систему, которая предназначена для обеспечения информацией одноконтурной системы регулирования. В этом случае уравнение измерения – это линейная функция. Критерием управления выступает технологический параметр, в уравнение представление является статистическая характеристика вида:

$$Y(t) = KX(t) + B,$$

где $Y(t)$ – сигнал, генерируемый измерительной системой; K – коэффициент статистической характеристики; $X(t)$ – сигнал с чувствительного элемента датчика; B – начальное значение шкалы вторичного прибора.

Нелинейная одноканальная система представляет собой систему, которая предназначена для обеспечения информацией одноконтурной системы регулирования. Критерии качества – это технологические параметры, а уравнение измерения принимает вид:

$$Y(t) = (AX^n(t) + BX^m(t) + C)^k.$$

Следующий вид – это линейные многоканальные измерительные системы. Они, прежде всего, предназначены для обеспечения информацией управляющей системы с однопараметрическими потоками информации. С помощью данных систем, обычно осуществляется контроль технологического процесса, а также диагностика работы оборудования. Кроме того, с помощью них может осуществляться измерение технологических или технико-экономических параметров (себестоимость производства, перепад температур). В этом случае уравнение измерения будет: $Y(t) = \sum_{i=1}^N K_i X_i(t)$,

где N – это число измерительных каналов.

Стоит отметить, что данный вид систем обладает особым свойством. Оно заключается в том, что здесь существует смешанная обработка входных и выходных

координат объекта управления. Если объект управления динамический, то входные переменные управления должны быть приведены к выходным. Тогда уравнения измерения примет вид интегрального соотношения:

$$Y(t) = \sum_{i=1}^N K_i \int_0^{T_i} h_i(\tau) X_i(t - \tau) d\tau.$$

Самый многочисленный – это класс нелинейных многоканальных измерительных систем. Это прежде всего системы с мультипликативным взаимодействием измерительных сигналов. Особенностью является тот факт, что в уравнении измерения $L=P=0$ и оно принимает вид:

$$Y(t) = \sum_{i=1}^N K_i \prod_{j=1}^M X_{ij}(t).$$

Данная классификация, определяющая критерии управления, может обоснованно и количественно проводить процесс проектирования данных систем. Стоит отметить, что приоритетными направлениями таких систем является не отдельные погрешности компонентов системы, а погрешности системы в целом. В рамках данной темы, следует обратить внимание на структуру интеллектуальных измерительных систем, которую можно представить в виде блок-схемы. На вход в систему поступает аналоговый сигнал $S(t)$, который сформирован датчиком. Затем, в блоке подготовки, данный сигнал подвергается предварительной аналоговой обработке (согласование, усиление, полосовая фильтрация). Далее в модуле АЦП каждый поступивший сигнал проходит процедуру аналогового-цифрового преобразования. Полученные отчеты объединяются в один поток для последующего ввода в компьютер. Подсистема передачи включает приемное устройство, передающее устройство, канал связи, кодер и декодер. Кодер и декодер осуществляют устойчивое от помех кодирование и декодирование сигналов. Это необходимо для защиты от помех передаваемых сообщений. Восстановление исходного аналогового сообщения по цифровым отсчетам с допустимой погрешностью производится по приемной стороне.

В современных системах восстановление сообщения не выполняется, так как их обработка, хранение и регистрация выполняются в цифровом виде. Таким образом, интеллектуальные информационные системы – это совокупность функционально связанных устройств и программного обеспечения. На данном этапе известно много классификаций. Однако самая интересная, на мой взгляд, производится по типу изменения текущих значений критерия управления. Что касается структур ИИС, то ее изображают в виде блок-схемы, которая наглядно изображает элементы, входящие в ИИС.

II. ПОНЯТИЕ И СТРУКТУРА ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Как уже было сказано в предыдущей главе информационно-измерительные системы – это новый раздел теории и практики измерений. Однако на сегодняшний день сюда же относят виртуальные приборы.

Виртуальный информационно-измерительный прибор представляет собой компьютер, который оснащен специальной совокупностью аппаратных и программных средств, основное предназначение которых заключается в выполнении функции информационно-измерительного прибора или ИИС, максимально приближенный к решению задачи. В литературе еще дают другое определение виртуальному прибору. Еще данное понятие можно рассматривать как некую компьютерную совокупность аппаратных средств ввода сигналов, вывода сигналов, а также специального программного обеспечения, которое определяет структуру и функционирование законченной системы.

Отличительными особенностями виртуальных приборов являются:

- широкий набор стандартных компьютерных программ, которые доступны для оператора, а это в свою очередь позволяет решать широкий круг прикладных задач;
- способность использовать большой объем внутренней и внешней памяти, а также создавать различные компьютерные программы для решения конкретных задач;
- быстрая передача передачи данных проводимых исследований по локальным и глобальным сетям;
- хорошо развитый графический интерфейс пользователя, который обеспечивает быстрое его взаимодействие с системой;
- возможность быстрого использования различных устройств, предназначенных для документирования результатов измерений.

Виртуальные приборы на базе портативных компьютеров по отношению к другим измерительным системам обладают рядом преимуществ. Во-первых, они хорошо оснащены мультимедийными возможностями и обладают широкими возможностями обработки информации. Во-вторых, объем информации в виртуальных приборах есть настраиваемый интерфейс, а также запись времени и комментариев вместе с данными. В-третьих, виртуальные приборы имеют доступ в Интернет для распространения данных по всему миру, также могут взаимодействовать с базами данных и информационными системами. Основными элементами виртуального прибора являются: датчик или первичный преобразователь, входной усилитель или нормализующее устройство, аналого-цифровой преобразователь или устройство ввода/вывода, а также программное обеспечение. Надо сказать, что виртуальный интеллектуальный прибор способен рекомендовать пользователю или автоматически выбирать метод обработки данных на основе анализа поставленной задачи, входных данных и некоторой априорной информации, которая может храниться в соответствующей базе данных или в файлах.

Обычно структура виртуальных приборов выглядит следующим образом (рис. 1). Как правило, она включает в себя несколько модулей обработки, которые построены на

основе различных математических методов. Входные данные X поступают от другого виртуального прибора, который считывает их с внешнего устройства, и подаются на входы модулей обработки. Надо сказать, что данные X поступают на лицевую панель виртуального прибора, где они вместе с результатами обработки Y отображаются в графическом и/или алфавитно-цифровом виде.



Рис. 1. Общая структура интеллектуального виртуального прибора обработки данных

Один или несколько модулей обработки, которые будут задействованы в каждом конкретном случае, определяются с помощью модуля выбора режима и настройки. Однако, это происходит после анализа информации указанного выше состава. В автоматическом режиме пользователь в такой настройке интеллектуального виртуального прибора (ИВП) не участвует. Однако в другом случае он может сам активизировать необходимые модули обработки, учитывая или не учитывая выдаваемые рекомендации. В свою очередь модуль выбора режима и настройки считывает необходимую априорную информацию из базы данных с помощью запросов, характеризующих решаемую задачу обработки данных. Виртуальные приборы можно строить двумя способами: с последовательной или параллельной архитектурой. В первом случае системы во время преобразовательных процессов анализируемых сигналов обрабатывают их в последовательном режиме. Именно поэтому, как правило, все приборы размещают на слотах компьютера. Во втором способе прибор содержит несколько параллельных каналов измерения, каждый из которых обязан иметь собственные узлы, которые необходимы для преобразования анализируемых сигналов.

Принцип построения с последовательной архитектурой позволяет независимо оптимизировать обработку каждого сигнала в каждом отдельном канале. Преимуществом такой системы является то, что сигналы можно преобразовать локальным образом. В связи с этим появляется возможность передачи сигналов в цифровом формате. Чтобы создать виртуальный интеллектуальный прибор необходимо обратиться к программному пакету LabView, который является самой популярной программной для построения виртуальных приборов. Данная программа использует графический язык программирования, который предназначен для создания программ в форме структурных схем. LabView также включает стандартные инструментальные средства разработки программ.

Графический интерфейс LabView достаточно прост для программирования, а создаваемое в среде LabView программное обеспечение обладает большой гибкостью, так как при изменении конфигурации установки позволяет очень быстро и просто менять программу управления этой установкой. А сами программы для небольших установок получаются простыми и понятными.

Программы, создаваемые в среде LabView, называются виртуальными приборами. Они имеют расширение .vi. Компоненты, из которых строятся виртуальные приборы, сами также являются виртуальными приборами. Эти компоненты напоминают микросхемы со входами и выходами, а написание программы заключается в расположении компонентов на схеме, задании их внутренних параметров (числовых значений, текста и т.п.) и подсоединении.

Таким образом, виртуальный прибор представляет себе программное обеспечение, которое установлено на компьютер, а также это некоторое интерфейсное устройство, которое позволяет компьютеру получить доступ к обрабатываемым величинам. Виртуальные приборы можно строить двумя способами: с последовательной или параллельной архитектурой. А для их создания наиболее популярной программой является LabView.

III. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИИС И ПРИБОРОВ

Создание интеллектуальной информационной системы и интеллектуального виртуального прибора включает в себя их проектирование. Для начала разберемся с проектированием ИИС.

До проектирования проходит отрезок времени от появления общественной потребности до зарождения идеи создания интеллектуальной информационной системы, который получил название жизненного цикла. Обычно жизненный цикл состоит из четырех этапов.

Первый этап – это концептуальное планирование. На данном этапе определяется необходимость и возможность создания конкретной информационной системы. Кроме того, вырабатываются цели и критерии ее применения и проектирования, а также определяется внешний облик ИИС. Однако, концептуальное планирование подразумевает обоснование основных тактико-технических характеристик и оценку ресурсов, которые будут необходимы для дальнейшей работы.

Следующая стадия – это техническое проектирование. Оно включает техническое предложение, техническое задание, эскизный проект, рабочий и технический проект, а также аванпроект. Рабочий проект – является самым сложным и трудоемким этапом, так как он включает в себя изготовление опытных образцов и проведение испытаний с последующей корректировкой деятельности ИИС. Техническое проектирование является довольно важным этапом, так как включает в себя много базовых проектных процедур. Это анализ задачи, предложение альтернативного варианта, построение математической модели, описание показателей качества и расчет критериев выбора, сравнение и выбор вариантов, формулирование

технического задания, планирование дальнейших работ, а также документирование.

При проектировании ИИС работают с двумя группами моделей. Первая группа – это процедурные математические модели. Они представляются в виде определенного алгоритма. Его основной особенностью является то, идет чередование проектных операций с принятием решения, касающегося дальнейшего пути проектирования прибора. Также принятые решения могут решать проблему использования конкретного метода и конкретных параметров и ввод исходных данных и т. д. Вторая группа – модели объекта проектирования. Они предназначены для описания различных сторон проектируемой системы. Надо сказать, что при концептуальном планировании нет необходимости в большой подробности моделей. Их часто называют обобщенными моделями или моделями на макроуровне. Они отражают реально существующие связи модели и оперируют с теми же физическими величинами, которые присущи реальной физической системе.

Третий этап – эксплуатация системы. На данном этапе происходит доставка системы, также ввод в эксплуатацию. После этого возможна модернизация с последующей эксплуатацией, а также снятие с неё.

Четвертый этап – процесс проектирования ИИС. Проектирование ИИС следует начать с анализа поставленной проблемы. Затем, мы должны сформировать конкретные цели и критерии её оценки, которые относятся к созданию интеллектуальной измерительной системы. Далее идет порождение конкурентоспособности вариантов, их оценка и выбор наилучшего. Конечным результатом является формирование технического задания на техническое проектирование информационной системы.

Здесь стоит отметить принципиальное отличие технического проектирования от концептуального проектирования. Оно состоит в том, что техническое проектирование начинается с анализа технического задания на данную систему, а заканчивается разработкой частных технических заданий на подсистемы. Следовательно, можно сказать, что техническое проектирование взаимодействует с тремя уровнями иерархии системы: подсистемой, системой и надсистемой.

Для успешного проектирования интеллектуальной информационной системы следует учитывать наличие следующих обстоятельств. В настоящее время ИИС непрерывно усложняются, поэтому возрастают тактико-технические требования к ним. Кроме того, замечены тенденции увеличения времени, необходимого для их проектирования, а также уменьшения времени полезной жизни. По мере развития проекта падает доля творческих операций и уменьшается риск неудовлетворенного проектирования, растет число проектировщиков и стоимость проектирования.

Еще одним важным моментом в данной теме является проектирование приборов. Основой проектирования приборов является техническое задание, которое составлено разработчиком информационной системы. В состав данного технического задания должен обязательно

входить проектируемый прибор. В техническом задании указывается предназначение прибора, требования к его конструкции, внешний вид, а также специфические условия его эксплуатации. Здесь же сформулированы основные требования прибора к его статическим и динамическим характеристикам.

Перед проектированием необходимо изучить материал по данной теме. Это может быть техническая литература, которая посвящена физическим принципам. Они могут быть заложены в основных принципах работы данного прибора. В процессе проектирования необходимо рассмотреть уже существующие конструкции и схемы приборов, которые были созданы уже ранее. Это позволит оценить их существенные достоинства и недостатки, а также определить степень их технического соответствия. Полученные данные следует тщательно проанализировать, а полученные выводы использовать при проектировании нового прибора.

Следующий этап разработка схемы прибора. На данном этапе выбирается один из возможных методов получения первичной информации, также метода преобразования выходного сигнала чувствительного элемента. Как правило, данный выбор связан с выбором некоторого физического принципа, на котором основано дальнейшее действие чувствительного элемента.

Стоит отметить, что каждому физическому принципу свойственна определенная зависимость выходного сигнала Y_1 от измеряемой величины X , а также от некоторых дестабилизирующих факторов: $Y_1 = f(X, z_1, z_2, \dots, z_n)$. К числу таких факторов z_1, z_2, \dots, z_n могут относиться электрические поля, магнитные поля, температура, режим питания элемента, ускорение и т. д.

Следующий этап – это формирование структурной и принципиальной схемы прибора. На данном этапе происходит выбор и теоретическое обоснование параметров схемы и конструкции прибора. Чтобы это сделать, необходимо рассчитать статические и динамические характеристики, а также вычислить точности и надежности прибора. При этом необходимо доказать, что основные характеристики прибора, его точность и надежность будут соответствовать требованиям, которые регламентируются транспортным заданием.

В случае, если это условие не выполняется, то в ходе проектирования изменяют схему или отдельные ее элементы для получения ожидаемых результатов. Утверждение о соответствии всех параметров прибора техническим требованиям выносится только на основании результатов экспериментальных исследований образцов прибора. Еще один важный этап при проектировании – это конструирование. На данном этапе идет разработка необходимой конструкции. Для этого проводятся необходимые расчеты используемых деталей и узлов. Кроме того, проводят детализовку и выполняют анализ размерных цепей. Далее, на основе этого определяют технологические допуски на точность изготовления деталей. Затем, учитывая специфические особенности

условий работы прибора, разрабатывают требования к качеству обрабатываемых поверхностей и покрытий.

Последний этап – это создание альбома чертежей, который содержит в себе общий вид прибора и схемы сборочных единиц. Сюда же могут входить электрические монтажные схемы и чертежи деталей. Затем составляются технические условия на прибор и основные его узлы. Далее изготавливаются опытные образцы. Затем они подвергаются различным экспериментальным испытаниям, чтобы определить степень их соответствия заявленным параметрам или требованиям технических условий и технического задания.

Таким образом, проектирование ИИС и приборов является сложным процессом, так как в обоих случаях проектирование основано на определенном сложном алгоритме, который включает в себя большое количество обязательных этапов. Для ИИС это концептуальное планирование, техническое проектирование, эксплуатация и процесс проектирования. Для приборов это изучение материалов, разработка структурной схемы, конструирование и создание альбома чертежа.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данный момент известно два способа построения виртуальных приборов: с последовательной или параллельной архитектурой. А для их создания наиболее популярной программой является LabView, которая использует графический язык программирования, предназначенный для создания программ в форме структурных схем. Что касается структуры виртуальных приборов, то как в случае интеллектуальных информационных систем, она изображается также в виде блок-схемы. Создание интеллектуальной информационной системы и интеллектуального виртуального прибора включает в себя их проектирование. Проектирование ИИС и ИВП – это трудоемкий процесс, который включает множество этапов. Для ИИС алгоритм выглядит следующим образом: концептуальное планирование, техническое проектирование, эксплуатация и процесс проектирования. Для приборов алгоритм, следующий: изучение материалов, разработка структурной схемы, конструирование и создание альбома чертежа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М.: МИФИ, 1998. 224с.
- [2] Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы/ Пер. с польск. И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. 452 с.
- [3] Системный анализ в экономике и управлении предприятием: Учеб. пособие / Н.Г. Остроухова. Саратов: Издательство «КубиК», 2014. 90 с.
- [4] Zvyagin L.S. Iterative and non-iterative methods of monte carlo as actual computing methods bayesian analysis// В сборнике: Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. С. 18-21.
- [5] Zvyagin L.S. Process of information processing when realizing the concept of 'soft' measurements// В сборнике: Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. С. 70-73.