
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СРЕДА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ

А.А. Ивашенцев

Кафедра систем автоматического управления
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
ул. 2-я Бауманская, 5, Москва, Россия, 107005

Данная статья посвящена вопросам проектирования вычислительных сред в интеллектуальных системах. Представлены основные теоретические и технические аспекты интеллектуальных систем. Приведена структура вычислительной среды интеллектуальной системы, основанная на теории функциональных систем, а также основные требования, предъявляемые к вычислительной среде в частности, и к интеллектуальной системе в целом.

Эволюция информационных технологий и систем все в большей степени определяется их интеллектуализацией. Интеллектуальные информационные технологии оказывают существенное влияние на все научные и технологические направления, связанные с использованием компьютеров, и уже сегодня дает обществу то, что оно ждет от науки, — практически значимые результаты, многие из которых способствуют кардинальным изменениям в сферах их применения.

В настоящее время существует устойчивая тенденция интеллектуализации компьютеров и их программного обеспечения (ПО). Основное направление деятельности здесь — решение задач все в большей степени невычислительного характера, в том числе логический вывод, управление базами знаний, обеспечение интеллектуальных интерфейсов и т.д. Интеллектуализация компьютеров осуществляется за счет разработки как специальной аппаратуры (например, нейрокомпьютеры), так и ПО (экспертные системы, базы знаний, решатели задач и т.д.).

Использование высокопроизводительных, с низким энергопотреблением, компактных цифровых микропроцессорных вычислительных средств позволяет осуществлять сложную высокоточную обработку больших информационных потоков от различных источников информационно-измерительной информации в реальном времени. Как следствие их применения, становится возможным реализовать на техническом уровне такие принципы организации, функционирования и обеспечить такие свойства технических управляющих систем, которые приближаются, а в ряде случаев и превосходят их аналоги в функциональных системах живой природы. Такой класс систем, основанных на реализации принципов организации и функционирования, присущих функциональным системам живой природы для получения, обработки информации и ее использования для решения задач управления в теории управления относят к интеллектуальным системам [1].

Необходимость дальнейшего развития теории интеллектуальных систем требует проведения подробного анализа основных отличительных особенно-

стей функциональных систем живой природы с целью реализации на техническом уровне тех из них, которые представляют наиболее существенный интерес в прикладном аспекте.

Можно выделить, в частности, следующие основные свойства функциональных систем живой природы:

— способность восприятия информации как о внутреннем состоянии функциональной системы и ее отдельных подсистем, так и о состоянии внешней среды;

— способность к саморегулированию внутри отдельных функциональных подсистем;

— способность к адаптации и самоорганизации по отношению к изменяющимся внешним условиям;

— способность к накоплению информации и обучаемости;

— способность к накоплению знаний, их структурированию и обобщению;

— способность к принятию решений к действиям на основе накопленных Знаний и располагаемой информации;

— способность использования накопленных знаний и накопленной информации для генерации новых знаний.

Все приведенные свойства функциональных систем живой природы можно объединить в группы:

— свойства функциональных систем, определяющие их способность функционировать и выполнять их целевое назначение в нормальных условиях или условиях ограниченных изменений влияния окружающей среды;

— свойства функциональных систем, определяющие их способность функционировать и выполнять их целевое назначение в условиях существенных изменений влияния окружающей среды;

— свойства функциональных систем, определяющие их интеллектуальные способности, основанные на накоплении, структурировании Знаний и их использовании для принятия решений о реализации тех или иных целенаправленных действий в их наиболее эффективной форме.

Все эти очень важные свойства функциональных систем живой природы обеспечиваются соответствующей организацией самих функциональных систем и их подсистем, их архитектурой, топологией и информационными связями.

Современные технологии управления сложными динамическими объектами ориентированы прежде всего на цифровую обработку информационных сигналов с использованием современных цифровых вычислительных средств.

Системы автоматического управления — это системы реального времени, следовательно, все алгоритмы обработки информационных сигналов должны быть реализованы в реальном времени, в темпе с процессом функционирования всей системы в целом.

В связи с этим возникает ряд концептуальных, алгоритмических и чисто технических проблем, связанных с необходимостью выполнения вычислительных процедур за вполне определенные временные интервалы, определяющие такт дис-

кретизации процессов обработки информации и формирования управляющих воздействий по времени.

Решение этих проблем предполагает:

— оценку пригодных для реализации алгоритмов обработки информации и управления вычислительных ресурсов;

— создание необходимого для реализации алгоритмов обработки информации программного обеспечения, включая параллельное программное обеспечение мультипроцессорных вычислительных систем;

— разработку топологии вычислительной системы, ее сетевой архитектуры с учетом необходимости достижения максимальной вычислительной эффективности при реализации параллельных алгоритмов обработки информации и управления;

— разработку отдельных компонент вычислительной системы с учетом особенностей используемых вычислительных процедур и алгоритмов, а также необходимости организации эффективного информационного обмена между отдельными вычислительными компонентами системы, и т.д.

Основной элемент любой вычислительной системы — процессор. В связи с разнообразием фирм — производителей процессоров, а также их ассортиментом и целевой направленностью (здесь различают процессоры большой мощности, но без встроенных интеллектуальных функций, и процессоры с встроенными интеллектуальными функциями, но обладающие меньшей мощностью — так называемые нейрочипы), возникает задача выбора использования конкретных моделей и типов процессоров.

С данной проблемой также остро связан вопрос программно-алгоритмического характера. Поскольку мы рассматриваем систему, решающую задачи, применяя интеллектуальные методы, однозначно выбрать и определить, какие алгоритмы будут для этого использоваться, нельзя. Больше того, нам требуется самоадаптирующаяся способность системы с возможностью перестроения основных алгоритмов. И это, пожалуй, самая главная проблема при проектировании и разработке данных систем.

Также важными проблемами являются: проблема обеспечения надежности и отказоустойчивости системы.

Свойство технических управляющих систем устойчиво функционировать в условиях несущественных структурно-параметрических возмущений их динамических моделей получило название грубости или робастной устойчивости. Таким образом, все автоматические технические системы, функционирующие в номинальных или близких к номинальным условиям, должны обладать свойством робастной устойчивости.

Однако при существенных изменениях внешней среды и ее влияния на систему, собственных возможностей этих систем для их компенсации может оказаться недостаточно, поэтому многим функциональным системам живой природы присуща группа очень важных свойств, состоящих в их способности адаптироваться к изменяющейся окружающей внешней среде и ее влиянию на систему.

Возможности адаптации и адаптивной самоорганизации в функциональных системах определяются рядом специфических факторов, а именно:

- особенностями внутренней организации отдельных функциональных подсистем;
- функциональной взаимосвязанностью отдельных функциональных подсистем;
- информационной избыточностью функциональных подсистем и всей функциональной системы в целом;
- другими факторами.

Организация вычислительного процесса в цифровых адаптивных системах в существенной степени определяется как реализуемыми принципами построения адаптивных систем, так и от используемых технологий, позволяющих реализовать эти принципы.

Существующие архитектуры интеллектуальных систем управления разнообразны и многочисленны. Наиболее логичной является иерархическая архитектура, в которой поток управляющих воздействий, получаемых с использованием знаний распространяется с верхнего уровня к нижнему, а поток информационных данных идет с нижнего уровня — в верхний (рис. 1).

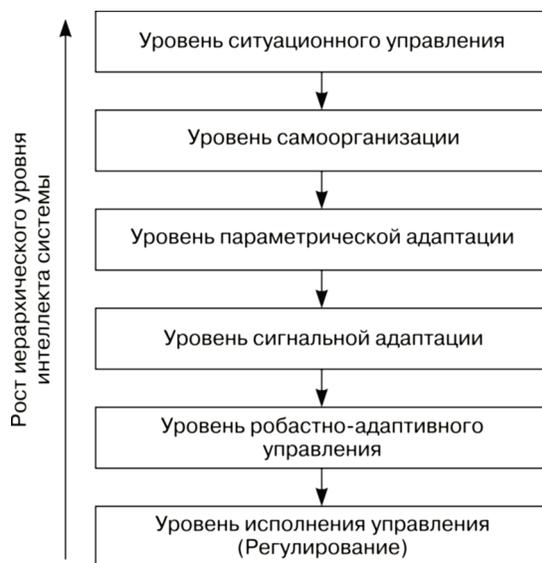


Рис. 1. Иерархическая структура интеллектуальной системы управления

В связи с выполнением различными блоками в схеме интеллектуальной системы (рис. 2) различных задач, целесообразно разделить функциональность, да и сами устройства по уровням (слоям).

На нижних уровнях получившейся иерархии будут находиться устройства, отвечающие за непосредственное управление объектом, обладающие большой вычислительной мощностью, полностью направленной на отработку специализированного алгоритма. На этом же уровне будут находиться устройства первичной обработки и передачи данных с множества датчиков внешней среды.

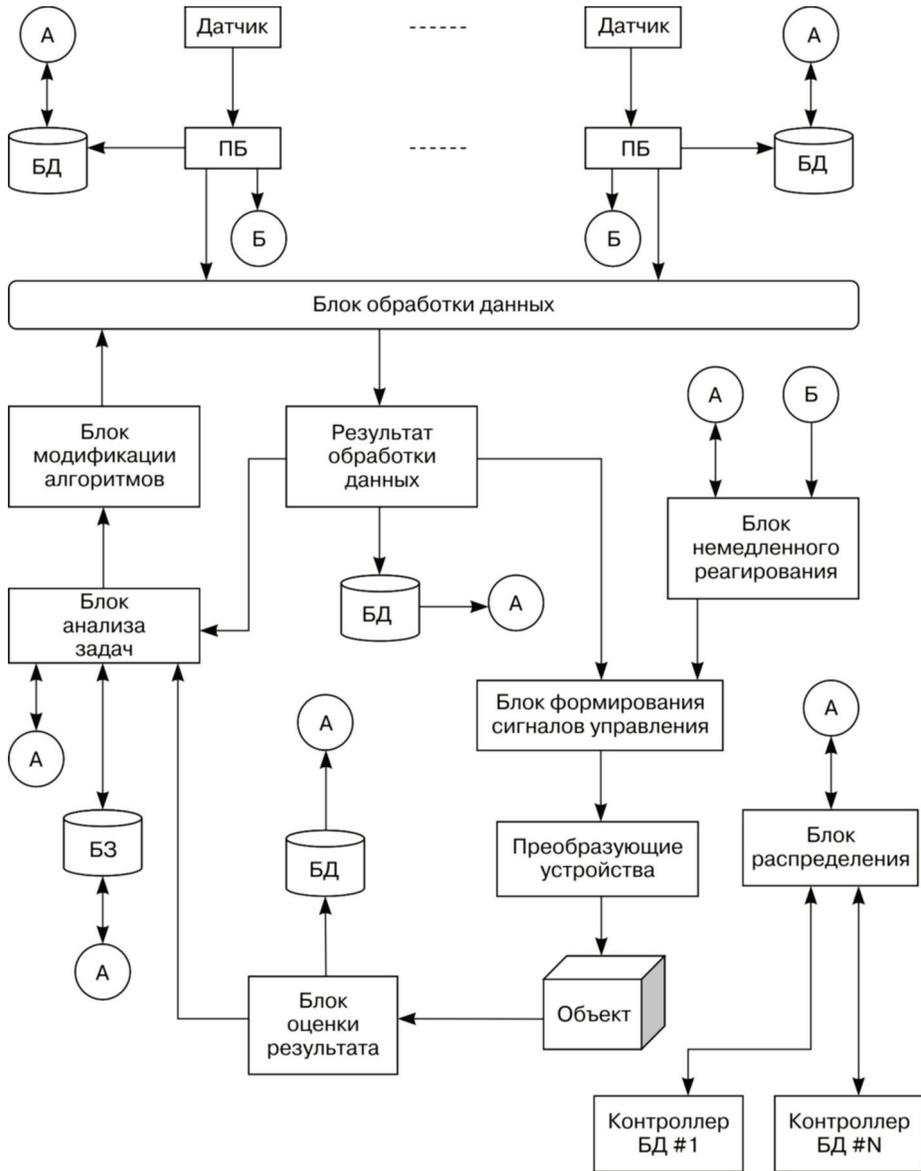


Рис. 2. Схема вычислителя интеллектуальной системы

На следующем уровне находятся устройства специализированной обработки входных данных и т.д.

И, наконец, на самом высоком уровне будут находиться устройства, связанные с выполнением интеллектуальных задач, таких как прогнозирование поведения объекта, синтез цели, адаптация, модификация алгоритмов. Здесь уже пригодятся интеллектуальные способности процессоров (нейрочипы).

Поскольку все описанные уровни (слои) связаны друг с другом, задачи выбора среды передачи данных и протоколов передачи данных, а также проблема оптимизации нагрузки каналов передачи данных весьма существенны.

Обозначим основные задачи при проектировании вычислительной части интеллектуальной системы:

- топология структуры вычислителя;
- линии связи и передачи информации;
- алгоритмическая составляющая вычислительной системы;
- обеспечение надежности и отказоустойчивости (живучести системы).

Основными вопросами при решении задачи построения топологии структуры вычислителя является нахождение компромисса между использованием быстрых процессоров без встроенных логических функций (например, сигнальные процессоры, DSP) и менее быстрых, но содержащих встроенные логические функции (например, нейрочипы). Очевидно, что в соответствии с иерархической структурой интеллектуальной системы (см. рис. 1), нижние уровни будут возглавлять только быстрые процессоры. По мере роста потребности в интеллектуальных функциях на помощь будут приходиться «интеллектуальные» процессоры, а на самых верхних уровнях преимущество последних будет однозначным.

Решение задачи оптимизации линий связи и информации сводится к выбору физической среды передачи информации, оптимизаций длины линий связи, а также к выбору протокола (протоколов) передачи информации.

Одной из наиболее сложных задач при проектировании вычислительной части интеллектуальной системы является ее алгоритмическое наполнение. Как уже было сказано выше, система должна работать в реальном времени, а это значит, что алгоритм, отрабатываемый на процессорах, должен позволить выдавать результат за минимальное время с заданной точностью. Кроме того, необходимо обеспечить своевременную автоматическую модификацию алгоритмов, что является самым сложным вопросом в рамках данной задачи.

И, наконец, необходимо обеспечить системе должный уровень надежности и отказоустойчивости, т.е. живучести, а также адаптируемости и приспособляемости к динамичной, постоянно меняющейся среде. Отказы в отдельных функциональных подсистемах систем управления можно интерпретировать как результат взаимодействия «внешней среды» с системой управления. Поскольку результат этого взаимодействия носит случайный, событийный характер, возникает необходимость идентификации самого факта взаимодействия «внешней среды» с системой, а также последствий этого взаимодействия. Этот процесс составляет основу процедуры функциональной диагностики подсистем в технических системах.

Реализация процедур функциональной диагностики основывается на использовании различного рода информационных сигналов, которые могут быть получены либо непосредственно, путем прямых измерений с помощью специальных датчиков, либо с использованием оценок информационных сигналов, получаемых косвенно, с использованием моделей этих сигналов. В результате обработки входной информации, подсистема диагностики должна, в свою очередь, сформировать некоторый выходной информационный сигнал, на основе которого принимается решение о необходимости модификации структуры той или иной подсистемы на физическом или на алгоритмическом уровне [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Пупков К.А.* Проблемы теории и практики интеллектуальных систем: машиностроение, приборостроение, энергетика // Программа «Университеты России». — М: Издательство МГУ, 1995.
- [2] *Пупков К.А., Коньков В.Г.* Интеллектуальные системы. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
- [3] *Шахназаров Г.А.* Повышение надежности информационно-измерительного обеспечения интеллектуальных систем управления методом алгоритмического резервирования // Труды седьмого Международного симпозиума «Интеллектуальные системы». — Краснодар, 2006.
- [4] *Комарцова Л.Г., Максимов А.В.* Нейрокомпьютеры. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
- [5] *Башмаков А.И., Башмаков И.А.* Интеллектуальные информационные технологии. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
- [6] *Напалков А.В., Прагина Л.Л.* Мозг человека и искусственный интеллект. — М.: Издательство МГУ, 1985.

COMPUTING ENVIRONMENT IN INTELLECTUAL SYSTEMS. DESIGN. PROBLEMS

A.A. Ivashentsev

Automatic Control Systems Department
Bauman Moscow State Technical University
2-nd Baumanskaya str., 5, Moscow, Russia, 107005

This article deals with the problem of Intellectual System's computing environment design. There are main theoretical and technological aspects of Intellectual Systems in this article. It also contains main structure description of computing environment of Intellectual System, based on functional system's theory, and main requirements for computing Environment as a part, and for Intellectual Systems as a whole.