

М.А. Поляков

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЕ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР СИСТЕМ КОГНИТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Предложены модели функциональных структур систем когнитивного управления в виде двух взаимодействующих пирамид - знания и деятельности. В зависимости от используемого в системе уровня взаимодействия определены структуры систем непосредственного, сигнального, вычислительного, информационного, когнитивного, концептуального и целевого управления. Сформулирован принцип однородности знаний хранящихся в системе и следствие из него о возможности управления формами деятельности и знаний нижестоящих управляющих устройств.

Ключевые слова: функциональные структуры управления, когнитивное управление, теоретико-множественные модели структур управления.

Введение

Современным системам управления (СУ) присущи такие качества как многофункциональность, гибкость, использование вычислительных средств и знаний. Эти качества позволяют адаптировать техническую систему к изменениям в самой системе (износ, поломки и др.) и во внешней среде системы (изменения нагрузки, температуры, воздействия помех и др.) и на этой основе повысить эффективность ее использования. Качество управления системами возросло с расширением информационной базы управления и с усложнением алгоритмов обработки этой информации. Включение в состав систем управления узлов с памятью, вычислительным и сетевым ресурсами, способность изменять алгоритм управления средствами самой системы открыло доступ к использованию в процессе управления сложных форм знаний.

Это направление получило название «когнитивное управление». В технические системы оно пришло из социальных систем, систем управления организациями как технология решения слабоструктурированных задач. [1]. Значимость для общества использования

когнитивного управления в искусственных системах сравнивается со значимостью использования компьютера [2], что свидетельствует об актуальности исследований в этой области.

Постановка задачи исследования

Различные формы знаний, которые используются в когнитивных системах управления, представлены моделью пирамиды DIKW (Data-Information-Knowledge-Wisdom)(Данные-Информация-Знания-Мудрость) [3]. В ряде публикаций, например [4] вводятся дополнительные формы знаний, с учетом которых пирамида познания имеет следующие формы: Сигнал-Данные-Информация-Знания-Понимание-Мудрость. Знания, этих типов (кроме сигналов), хранятся в СУ в соответствующих базах и используются блоками СУ. Особенности процессов использования знаний в СУ заключаются в том что, во-первых эти знания из различных предметных областей, в некоторых случаях взаимосвязанных, во-вторых познание в процессах управления сочетается с деятельностью в различных формах.

В известной автору литературе не исследована трансформация знаний в когнитивных системах с иерархией управлений [5] и функциональные структуры, обеспечивающие эту трансформацию. А также отсутствуют модели связывающие формы знаний и деятельности с элементами функциональной структуры. Отсутствие таких моделей усложняет проектирование СУ на основе использования высших форм знаний и деятельности и является нерешенной научно-технической задачей.

Целью настоящей работы является упрощение процесса проектирования когнитивных СУ на основе выделения и описания на теоретико-множественном уровне типовых элементов и структур.

Структуры когнитивных систем управления

Обобщенная структура СУ в которой хранятся и используются знания приведена на рис.1.

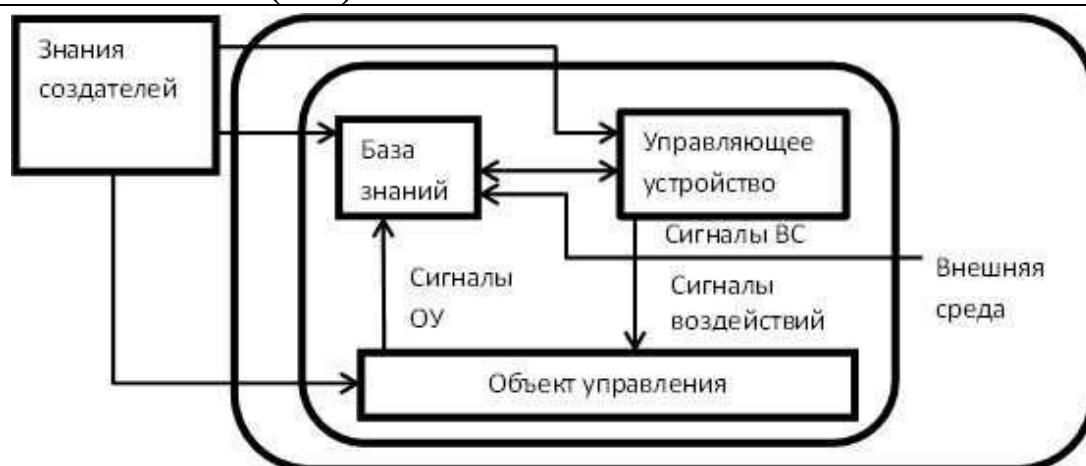


Рисунок 1 – Структура когнитивной системы управления

Она включает в себя: объект управления (ОУ), управляющее устройство (УУ), базу знаний (БЗ) и внешнюю среду (ВС). ВС имеет внутреннюю и внешнюю границы. Собственно СУ находится за внутренней границей ВС. Внутри ВС протекают различные процессы и возможно имеются системы, взаимосвязанные с СУ, а за внешней границей - не взаимосвязанные. В перспективных системах границы ВС не являются неизменными – СУ может изменяться (расширяться или сужаться) за счет ВС, а сама ВС может менять свою внешнюю границу. На этапе создания системы в УУ вносятся знания создателей, определяющие конструктивные, схемные и (или) программные решения, а в БЗ – знания об ОУ, ВС, УУ которые могут быть полезны в процессе управления объектом и эволюции УУ. В процессе использования СУ знания из БЗ перерабатываются совместно со знаниями, полученными от ОУ и ВС. Результаты переработки инициируют деятельность УУ направленную на ОУ, ВС и на себя. В деятельности УУ выделим ряд форм, которые образуют пирамиду деятельности

Следует отметить, что низшей формой знаний от ВС и ОУ в рассматриваемой системе являются сигналы, а низшей формой деятельности УУ – сигналы воздействий. При более детальном рассмотрении в СУ должны быть включены подсистемы формирования сигналов (ФС) и управляющих воздействий (УВ). ФС имеют на входах физический процесс с определенным значением параметра. ФС выполняет масштабирование параметра, преобразование, как правило, в электрический сигнал, передачу сигнала в географически другую точку пространства, в которой расположено УУ, фильтрацию от помех и запоминание. В подсистеме УВ сигнал воздействия также пере-

дается по линиям связи к ОУ, усиливается и управляет энергией внешнего воздействия на физический процесс в ОУ.

Предлагаемая структура СУ детализированная до уровней знаний и деятельностей приведена на рис.2.

Каждый уровень управления имеет свой контур управления в системе. Так непосредственное управление выполняется в контуре ОУ – Параметр - Воздействие ОУ, а когнитивное – ОУ - Параметр – ... - Знание – Анализ - ... - Воздействие – ОУ. В системе могут быть более одного контура управления. Множества знаний и деятельностей каждого уровня, множество контуров управления описывают систему на теоретико-множественном уровне.

Приведенные на рис.2 структуры управлений назовем «каноническими» и отметим особые случаи:

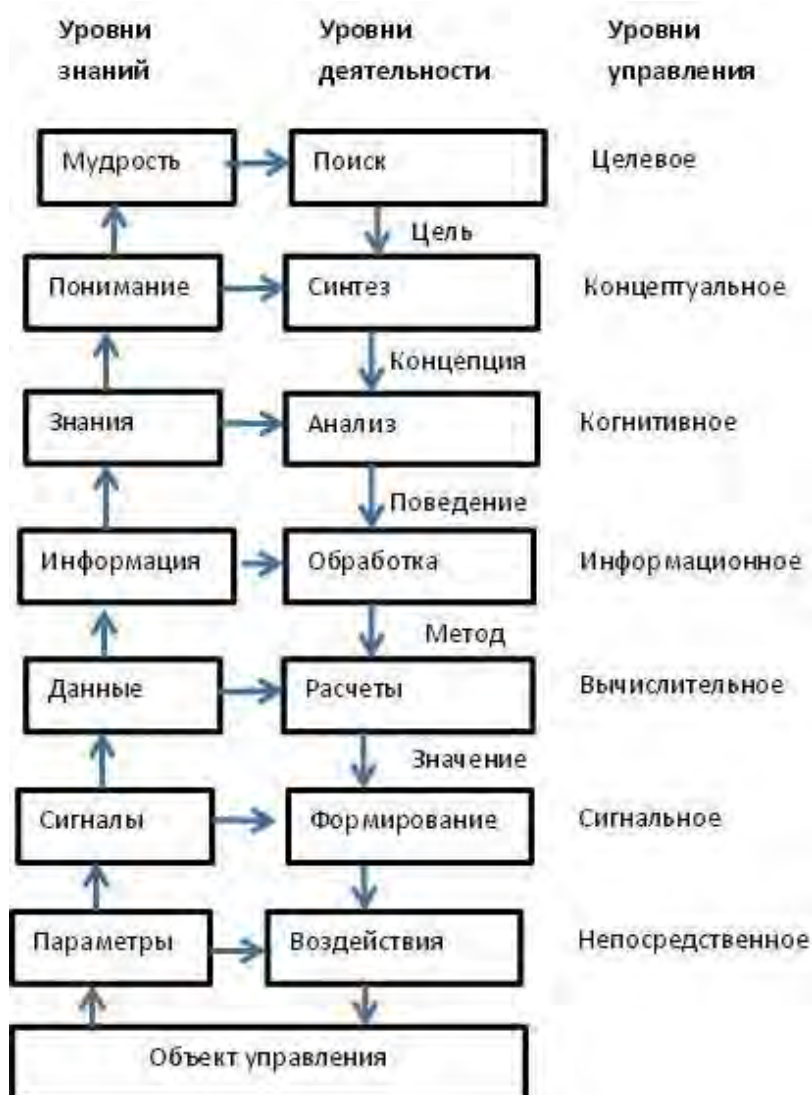


Рисунок 2 – Уровни знаний, деятельности и управлений в СУ

- Управление интеллектуальным объектом, который выдает знания о себе более высокого уровня, чем сигналы и воспринимает деятельность более высокого уровня, чем сигналы воздействий;
- Иерархия управлений, когда устройство управления i -го уровня становится ОУ на $i+1$ - уровне;
- Групповое управление, когда более одного ОУ управляются одним УУ;
- Коллективное управление, когда более одной системы управляют одним объектом с возможной координацией целей и деятельности.

Структура знаний, деятельности и управлений определяет структуру баз знаний и устройства управления. На рис. 3 приведен фрагмент обобщенной структуры СУ для уровня вычислительного управления.

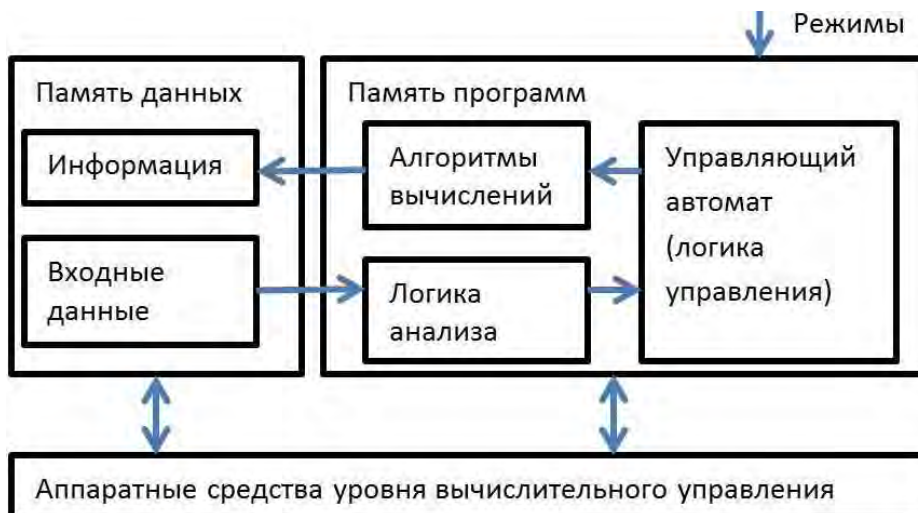


Рисунок 3 - Фрагмент обобщенной структуры СУ для уровня вычислительного управления

На данном уровне данные перерабатываются в информацию с помощью управляющей программы, которая помещена в память программ и может быть изменена средствами самой СУ - следствие из принципов фон Неймана. Функционально управляющая программа представляет собой входной (логика анализа), выходной (логика вычислений знаний и воздействий) операционные автоматы (ОА) и управляющий (логика управления) автомат (УА). Логика ОА при переработке входных данных в информацию использует знания: масштаба преобразования входного сигнала (функцию значения параметра ОУ от кода принятого сигнала); частоты дискретизации и уровней

квантования сигнала; единиц измерения (параметры масштабирования в подсистеме ФС), схемы подключения датчиков к УУ (соответствие номера канала УУ наименованию параметра ОУ), масштаба преобразования времени (функцию значения астрономического времени от кода системного времени в момент приема сигнала) и др. Эти знания являются моделью преобразования и могут быть изменены в процессе работы СУ.

При формировании сигналов управляющих воздействий на основе имеющейся информации используются аналогичные знания: масштабов преобразования времени начала и продолжительности воздействия, масштаба преобразования величины в код воздействия, схемы подключения УУ к ФВ и др. Формирование сигналов управляющих воздействий инициируется УА на основе событий формируемых ОА. Например, событий приема нового сигнала, событий достижения заданного момента времени начала управляющего воздействия и др.

Обобщенная структура i -го уровня управления приведена на рис.4.

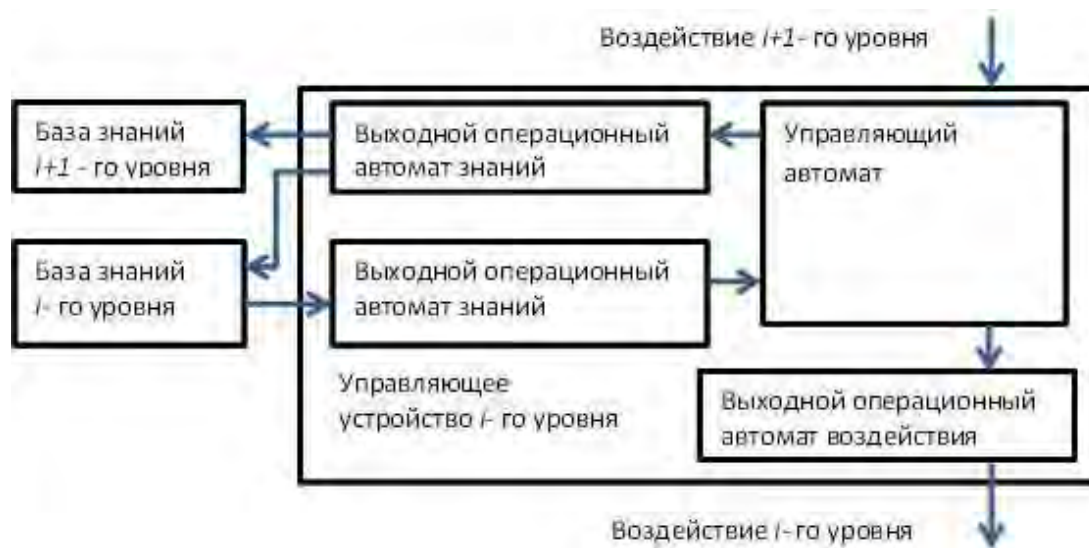


Рисунок 4 - Обобщенная структура i -го уровня управления

На этом уровне знания из базы знаний i -го уровня перерабатываются в знания $i+1$ -го уровня, а управляющие воздействия $i+1$ -го уровня детализируются до i -го уровня с помощью управляющего устройства i -го уровня. Это устройство состоит из входного, выходного ОА и управляющего автомата (УА). База знаний и знания управляющего устройства хранятся в памяти системы, что позволяет сформу-

лизовать для данного уровня СУ аналог принципа фон Неймана об однородности памяти в ЭВМ – принцип однородности знаний в базе знаний и в управляющем устройстве и следствие из него об изменении знаний управляющего устройства средствами самой системы.

Выводы

Системы когнитивного управления имеют иерархическую структуру, основанную на пирамидах форм знаний и деятельности. Каждому слою в этих пирамидах соответствует форма управления: непосредственное, сигнальное, вычислительное, информационное, когнитивное, концептуальное и целевое. Множества форм знаний деятельности и управлений описывают систему управления на теоретико-множественном уровне.

Деятельности в системе управления направлены на объект управления, элементы устройства управления (операционные и управляющие автоматы) и базы знаний различных форм. В основе функционирования когнитивных систем управления лежит принцип однородности знаний хранящихся в системе – знаний об объекте управления и управляющем устройстве. Следствием из этого принципа является возможность управления формами деятельности нижестоящих управляющих устройств. На уровне вычислительного управления принцип однородности знаний известен как принцип фон Неймана об однородности памяти компьютера.

Предложенные структуры систем когнитивного управления использованы при разработке структуры удаленной лаборатории по обучению проектированию систем управления разработанной в рамках международного проекта “Tempus” “ICo-op – Industrial Cooperation and Creative Engineering Education based on Remote Engineering and Virtual Instrumentation”, Grant No. 530278-TEMPUS-1-2012-1-DE-TEMPUS-JPHES [6, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков В.Я., Соловьев И.В. Принципы когнитивного управления сложной организационно-технической системой. /Государственный советник Изд.: Экологическая помощь (Воронеж) №1(13), 2016, с. 27-32, ISSN: 2308-9369, eISSN: 2308-9369.
2. Научная сессия НИЯУ МИФИ–2010. XII Всероссийская научно-техническая конференция «НЕЙРОИНФОРМАТИКА–2010»: Лекции по нейроинформатике. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 328 с. ISBN 978–5–7262–1225–8.
3. Rowley, Jennifer. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy ./ Journal of Information and Communication Science. 2007, 33 (2): 163–180. doi:10.1177/0165551506070706.
4. Ackoff R.L.. From data to wisdom. /Journal of Applied Systems Analysis 16 (1989) 3–9.
5. Поляков М.А. Теоретико-множественные модели элементов и структур интегрированных контроллерных систем управления. // Системні технології.- 2012, №2, с. 75-81.
6. М. Poliakov, Т. Larionova, G. Tabunshchyk, А. Parkhomenko, К. Henke. Remote laboratory for teaching of control systems design as an integrated system// International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV2016, Madrid, Spain, February 24-26, 2016, pp. 333-340.
7. М. Poliakov, Т. Larionova, G. Tabunshchyk, А. Parkhomenko and Karsten Henke. «Hybrid Models of Studied Objects Using Remote Laboratories for Teaching Design of Control Systems» in: International Journal of Online Engineering (iJOE), Vol.9(2016), Vienna, IAOE, pp. 7-13. <http://dx.doi.org/10.3991/ijoe.v12i09.6128>