

УДК 004.89

МНОГОФАКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ, ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ*

Ю.М. КОНОНОВ

634012, РФ, г. Томск, ул. Елизаровых, 4, ком. 17, Информационно-консультационный центр «Мастер-Класс Консалт», кандидат технических наук. E-mail: ykton1@gmail.com.

В статье представлен обзор уровней развития интеллектуальных систем, рассмотрены и проиллюстрированы принципы управления многофакторными системами.

Важное значение в процессе управления многофакторной системой играет возможность определить совокупность ее факторов и взаимодействия элементов. Для эффективного управления необходимо понимание того, какие изменения повлекут те или иные управляющие воздействия на систему, а это означает, что управляющая система должна «понимать» принципы функционирования управляемой системы.

Особенно это ощущается на крупных промышленных и научных предприятиях, где в производственный процесс вовлечены сотни подсистем – подразделений и смежных предприятий, с которыми осуществляется взаимодействие.

В этой связи особую актуальность представляет исследование и совершенствование методов и алгоритмов управления многофакторными системами и систематизация этого процесса в современных условиях.

Ключевые слова: система, интеллектуальная система, многофакторная система, алгоритм, управление, производственный процесс, принцип.

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-3-133-141

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время значительный интерес отечественных и зарубежных исследователей в области управления крупными научными и производственными системами привлекают аспекты совершенствования методик и инструментов управления [1, 2]. Понимание общих принципов управления многофакторными системами является необходимым этапом на пути к результативному и эффективному достижению системой запланированных целей управления.

* Статья получена 16 марта 2017 г.

1. ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Большинство функционирующих промышленных предприятий – это многофакторные системы. Для применения знаний в области управления на практике необходимо понимать общие принципы их функционирования. В этой связи особую актуальность представляет исследование и совершенствование методов и алгоритмов управления многофакторными системами в современных условиях.

Для эффективного управления системой на начальном этапе необходимо понимать следующие ее характеристики:

- уровень развития системы и её место в иерархии систем по степени интеллектуальности;
- способность отображения системой многофакторных явлений (систем явлений).

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть примеры интеллектуальных систем;
- рассмотреть общие принципы управления многофакторными системами.

2. УРОВНИ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрим уровни развития интеллектуальных систем. Для этого можно использовать классификацию, приведенную в работе [3].

Новую структурную организацию интеллектуальных систем, опираясь на теорию искусственного интеллекта, исследования операций и автоматического управления, разработал в 1989 г. Дж. Саридис – один из создателей нового научного направления – *теории интеллектуальных машин, представляющей общесистемный подход к решению задач проектирования интегрированных интеллектуальных систем* [4].

Интеллектуальная система автоматического управления структурно подразделяется на три обобщенных уровня, упорядоченных в соответствии с фундаментальным принципом IPDI (Increasing Precision with Decreasing Intelligence) *теории интеллектуальных машин*: по мере продвижения к высшим уровням иерархической структуры повышается интеллектуальность системы, но снижается ее точность, и наоборот. Под «интеллектуальностью» системы подразумевается *ее способность работать с базой событий с целью выявления неких специальных знаний, позволяющих уточнить предложенную задачу и наметить пути ее решения*. Под «неточностью» подразумевается неопределенность в выполнении операции по решению задачи. Вид архитектуры интеллектуальной системы автоматического управления, отвечающей этому базовому принципу, приведен на рис. 1.

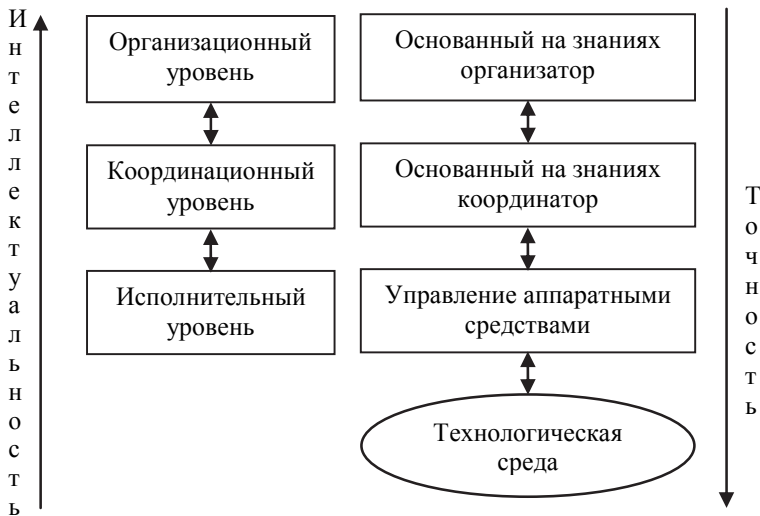


Рис. 1. Иерархическая структура интеллектуальной системы автоматического управления

Каждому из уровней (которые сами могут быть многоуровневыми) соответствует специальная подсистема, реализующая функции, отвечающие определенным ниже **пяти принципам организации интеллектуальных управляющих систем** [5].

1. Наличие взаимодействия управляющих систем с реальным внешним миром с использованием информационных каналов связи.
2. Принципиальная открытость систем с целью повышения интеллектуальности и совершенствования собственного поведения.
3. Наличие механизмов прогноза изменения внешнего мира и собственного поведения системы в динамически меняющемся внешнем мире.
4. Наличие у управляющей системы многоуровневой иерархической структуры, построенной в соответствии с правилом IPDI.
5. Постоянство функционирования (возможно, с некоторой потерей качества или эффективности, т. е. с определенной степенью деградации) при разрыве связей или потере управляющих воздействий от высших уровней иерархии управляющей структуры.

Приведенные пять принципов организации структуры интеллектуальной управляющей системы позволяют уточнить такое понятие, как «интеллектуальность» управляющей системы, а также производить классификацию интеллектуальных систем по уровню их интеллектуальности.

Система интеллектуальная в большом – это система, построенная и функционирующая в соответствии с описанными выше всеми пятью базовыми принципами IPDI.

Система интеллектуальная в малом – это система, структурно и функционально не организованная в соответствии с описанными выше всеми пятью базовыми принципами IPDI, но использующая при своей работе знания как средство преодоления неопределенности входной информации, модели управляемого объекта или его поведения.

Система, стоящая на более высокой ступени иерархии, включает функции систем с более низким интеллектуальным уровнем, а каким образом реализованы эти функции – это не принципиально важно.

Если к любой из вышеописанных систем применить блок автоматического изменения базы производства текущих правил, вырабатывающий решения автоматически на базе анализа текущего состояния системы и внешнего мира, то тогда система приобретет качественно новые свойства и перейдет в другой класс интеллектуальных систем, к системам «поумнее» [3].

3. О ВОЗМОЖНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОФАКТОРНЫМИ СИСТЕМАМИ

При определении способности одной системы управлять другой системой решающим фактором является уровень комплексности – интеллектуальности системы. Как ни странно, для управления менее комплексной системой нужна более комплексная, способная отобразить процессы, происходящие в менее комплексной системе.

Рассмотрим схему, представленную на рис. 2. Внешний круг – это физические границы, размеры системы. Под количеством точек внутри круга (системы) будем понимать количество факторов, учитываемых (осознаваемых) в картине мира (алгоритме поведения) системы. Точки – количество взаимосвязанных факторов, которые может воспринимать и обрабатывать система, делать прогнозы на их основе. Материальная величина (площадь) системы – не всегда показатель уровня развитости системы. Другими словами, более крупные по физическим масштабам системы могут управляться более мелкими, имеющими более высокий интеллектуальный потенциал.

Сплошными линиями со стрелками на рис. 2 показана возможность одной системы управлять другой. Стрелки с пунктирными линиями означают невозможность управлять, а возможность только влиять. Причиной невозможности управлять является невозможность *анализировать* (учесть, просчитать, предсказать) поведение всех элементов системы, а значит, управлять

более комплексной системой. Так, на рис. 2 система C1 может управлять системами C2, C3, C4; система C3 не может управлять другими системами, изображенными на рисунке; система C2 может управлять системой C3; система C4 может управлять системой C3 и C2, несмотря на ее большие (физические) размеры.

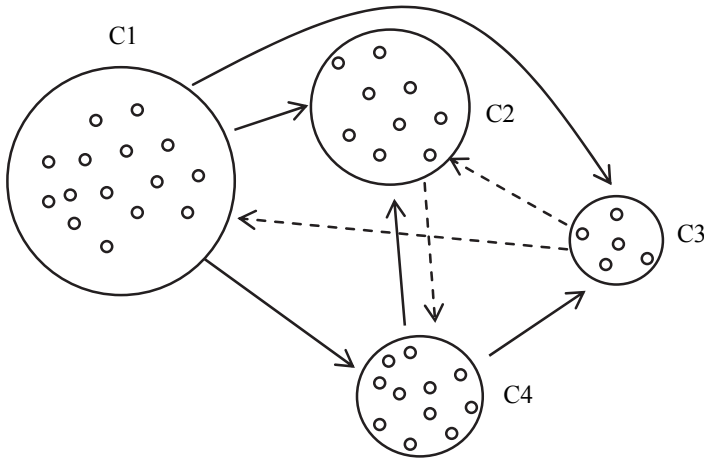


Рис. 2. Схематическое представление многофакторной системы на примере интеллектуальных систем и возможности управления

Раскрывая вышеизложенное, более комплексная система отображения может отобразить менее комплексную, в то время как менее комплексная может отобразить только фрагмент от более комплексной – описать неполную картину ее функционирования.

В процессе, предшествующем процессу управления, система C1 считывает (анализирует) принцип функционирования системы C3 и ее элементов. Алгоритм процедуры считывания и временные шаги реализации процесса изображены на рис. 3. Можно сказать, что схема взаимодействия элементов системы C3 может отобразиться системой C1.

Процесс, обратный представленному на рис. 3, изображен на рис. 4. На рисунке изображена схема процесса считывания системой C3 принципов функционирования системы C1 и ее элементов. В процессе, предшествующем предполагаемому процессу управления, система C3 считывает (анализирует) принцип функционирования системы C3 и ее элементов. Интеллектуальная система может считать (анализировать) систему взаимосвязей и элементов, которая своей сложностью по уровню организации не превышает саму анали-

зируемую систему. Таким образом менее комплексная система С3 может отобразить только фрагмент от более комплексной системы С1 – описать неполную картину ее функционирования, следовательно, не может управлять ею, а может только влиять на какие-либо изменения.

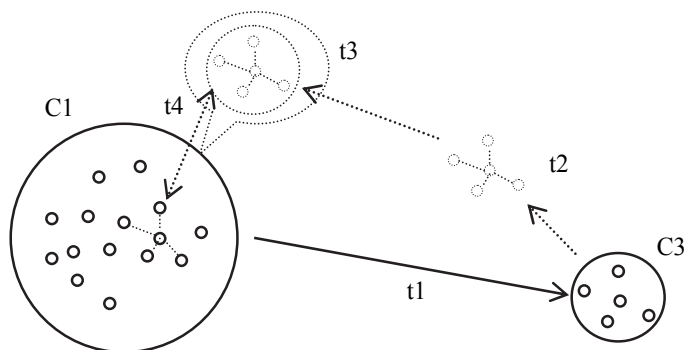


Рис. 3. Схематическое представление принципа считывания, где более комплексная (интеллектуальная) система С1 считывает менее комплексную многофакторную систему С3; t_1, t_2, t_3, t_4 – временные шаги

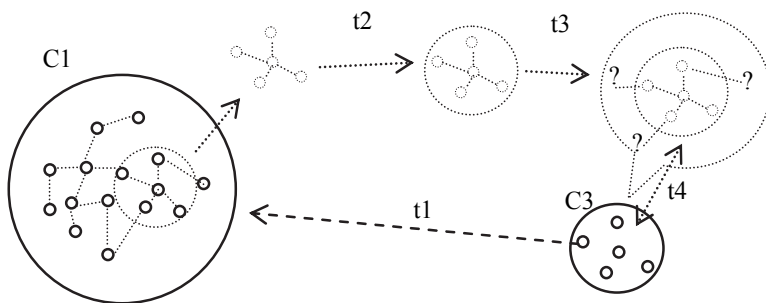


Рис. 4. Схематическое представление принципа считывания, где менее комплексная система С3 считывает более комплексную многофакторную систему С1

ВЫВОДЫ

Рассмотрена классификация интеллектуальных систем.

Рассмотрены принципы управления многофакторными интеллектуальными системами.

Представлены алгоритмы с временными шагами, предшествующие процессу управления многофакторной интеллектуальной системой, показывающие способность одной системы управлять другой системой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тарасенко Ф.П.* Прикладной системный анализ: учебное пособие. – М.: Кнорус, 2010. – 224 с.

2. *Кононов Ю.М.* Обзор методик и алгоритмов решения задач управления производственным процессом на основе подходов системного анализа // Сборник научных трудов НГТУ. – 2017. – № 1 (87). – С. 72–84.

3. *Рубанов В.Г., Филатов А.Г., Рыбин И.А.* Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах. [Электронный ресурс]. – URL: <http://nrsu.bstu.ru/chap15.html> (дата обращения: 29.11.2017).

4. *Saridis G.N.* Analytical formulation of the principle of increasing precision with decreasing intelligence for intelligent machines // *Automatics*. – 1989. – Vol. 25, N 3. – P. 461–467.

5. *Захаров В.Н., Ульянов С.В.* Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления: эволюция и принципы построения // *Известия РАН. Техническая кибернетика*. – 1993. – № 4. – С. 189–205.

Кононов Юрий Михайлович, кандидат технических наук. Основное направление исследований – системный анализ, управление и обработка информации. Имеет более 20 публикаций. E-mail: yktom1@gmail.com

Multifactor systems, general principles of management*

Y.M. Kononov

434050, Russian Federation, Tomsk, Elizarivih 4-17, Information and Consulting Center "Master-Class Consult", candidate of technical science. E-mail: yktom1@gmail.com

The article provides an overview of the levels of development of intelligent systems. The principles of multifactor systems management are examined and illustrated.

Important in the process of managing a multifactor system is the ability to determine the totality of its factors and the interaction of elements. For effective management, it is necessary to understand what changes will entail certain control actions on the system, which means that the management system must "understand" the principles of the operation of the managed system.

Especially it is felt at large industrial and scientific enterprises, where hundreds of subsystems – departments and related enterprises are involved in the production process.

In this regard, particular importance is the study and improvement of methods and algorithms for managing multifactor systems and the systematization of this process in modern conditions.

Keywords: system, intellectual system, multifactor system, algorithm, control, production process, principle

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-3-133-141

REFERENCES

1. Tarasenko F.P. *Prikladnoi sistemnyi analiz* [Applied system analysis]. Moscow, Knorus Publ., 2010. 224 p.
2. Kononov Yu.M. Obzor metodik i algoritmov resheniya zadach upravleniya proizvodstvennym protsessom na osnove podkhodov sistemnogo analiza [Review of methods and algorithms for solving the problems of production process management based on the approaches of system analysis]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2017, no. 1 (87), pp. 72–84.
3. Rubanov V.G., Filatov A.G., Rybin I.A. *Intellektual'nye sistemy avtomaticheskogo upravleniya. Nechetkoe upravlenie v tekhnicheskikh sistemakh* [Intelligent systems of automatic control. Fuzzy control in technical systems]. Available at: <http://nrsu.bstu.ru/chap15.html> (accessed 29.11.2017).

* Received 16 March 2017.

4. Saridis G.N. Analytical formulation of the principle of increasing precision with decreasing intelligence for intelligent machines. *Automatics*, 1989, vol. 25, no. 3, pp. 461–467.

5. Zakharov V.N., Ul'yanov S.V. Nechetkie modeli intellektual'nykh promyshlennykh regulyatorov i sistem upravleniya: evolyutsiya i printsipy postroyeniya [Fuzzy models of intelligent industrial controllers and control systems. Evolution and principles of design]. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Tekhnicheskaya kibernetika – Journal of Computer and Systems Sciences International*, 1993, no. 4, pp. 189–205. (In Russian).