

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
 Russian Journal of Sociology
 Has been issued since 2015.
 ISSN: 2409-6288
 Vol. 2, Is. 2, pp. 97-104, 2015

DOI: 10.13187/rjs.2015.2.97
www.ejournal32.com



UDC 316.334.5, 165.1, 04.83

Intelligent Control Technology

Victor Ya. Tsvetkov

Research Institute of automated systems in railway transport, Russian Federation
 Doctor of Technical Sciences, Professor
 E-mail: cvj2@mail.ru

Abstract

This article describes the technology of intelligent control. This article describes the filters that restrict control technology. The article describes the content of the solver as a generalized control mechanism. The article shows the application of tacit knowledge in Intelligent Control.

Keywords: sociology, cognition, philosophy of knowledge, artificial intelligence, intelligent technology, cognitive technology.

Введение

По мере развития общества и усложнения объектов и задач управления менялись и технологии управления. Наиболее остро в управлении сложными ситуациями обнаружилась проблема «больших данных» [1, 2]. Она создает информационный барьер [3, 4] для технологий «ручного управления». Для современного управления характерен рост слабо структурированной информации. Это обуславливает переход к интеллектуальному управлению [5, 6], которое, в свою очередь, приводит к необходимости управления знаниями [7]. Основой интеллектуального управления являются интеллектуальные системы и интеллектуальные технологии. Интеллектуальная система — это техническая или программно-техническая система, способная получать творческие решения задач, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Упрощенно структура интеллектуальной системы включает три основных блока — базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс [8]. Решатель является доминирующей составляющей интеллектуальной системы. В логиках первого порядка решателем называют механизм получения решений логических выражений [9]. В мультиагентных системах, которые относят к области искусственного интеллекта, также используют понятие решателя. Агентом называют [10, 11] решатель задач, который представляет собой программную сущность, способную действовать в интересах достижения поставленных целей. В символическом моделировании [12] решателем (*s-solver*) называют значение специализации сообщения. Одним из первых в России ввел это понятие Ефимов Е.И. [13]. Из этого краткого перечня следует важность значения решателя для интеллектуальных систем и интеллектуальных технологий.

Моделирование интеллектуального управления

В отличие от информационного управления [14], в котором главную роль играют алгоритмы, в интеллектуальном управлении реализацию управления осуществляет

многоаспектное устройство – решатель. В широком понимании, в аспекте организационных, автоматизированных или интеллектуальных технологий, в качестве решателя (*solver – Sol*) может выступать человек, автоматизированная система, когнитивная система или интеллектуальная система. На рис. 1 приведена простейшая схема управления. Начальное состояние управления таково, что в распоряжении решателя имеются ресурсы (Res) управления, исходные данные (D) для управления и исходные условия (Con) для решения задачи управления. Совокупность данных условия и ресурсов образует информационную ситуацию управления (InS) [15].

Решатель формирует решение (Des), которое поступает в трансформатор (Tr). В трансформаторе решение преобразуется в управляющее действие (Ac), которое оказывается на объект управления (ОУ) для достижения цели управления. Управляющее действие переводит ОУ в некоторое состояние которое может приближать его к цели управления.

Однако факторы внешней среды могут переводить объект управления из желаемого состояния в другое состояние. Информация о фактическом состоянии объекта в виде дополнительных условий (ACon) поступает в блок условия и меняет информационную ситуацию управления.

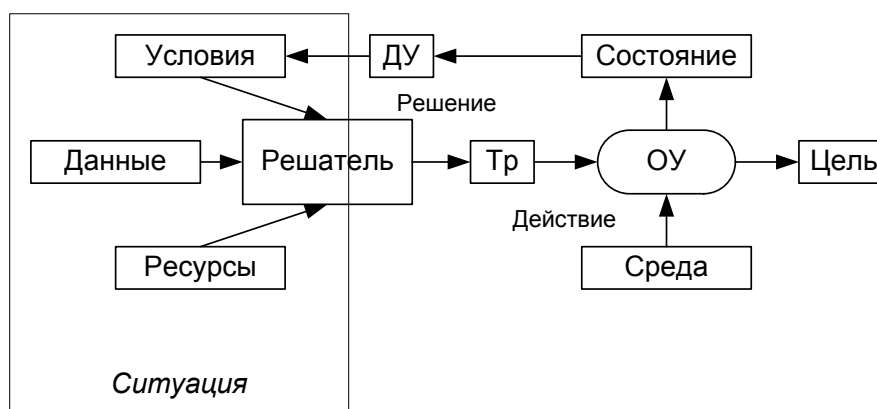


Рис. 1. Простейшая схема управления

Первоначальный шаг управления для начальной информационной ситуации InS_1 можно представить как

$$Sol_1(InS_1) = Sol(Res, D, Con) \rightarrow Des_1.$$

Появление дополнительных условий меняет картину управления с создает новую информационную ситуацию InS_2

$$Sol_2(InS_2) = Sol(Res, D, Con + ACon) \rightarrow Des_2.$$

Если дополнительные условия ($ACon$) не оказывают влияния на достижение цели, то объект управления достигает цели и такое управление называют одношаговым. Оно имеет место если $ACon=0$.

Если дополнительные условия показывают, что объект управления не достиг цели или существенно изменил состояние по достижению цели, то производятся новые действия по выработке решения и нового управляющего воздействия на объект управления. Такая процедура продолжается пока объект управления не достигает цели. Подобное управление называют много шаговым.

Схема, приведенная на рис.1 является упрощенной. Упрощение состоит в том что условия представляют собой совокупность однородных параметров, описывающих однородное микроокружение объекта управления. В них не учитывается позиция объекта управления по отношению к конкурирующим объектам. Схема является ограниченной

возможностями решателя, которые могут качественно различаться что и приводит к разным видам управления. Решатель имеет ограничения по возможности решения задач управления. Эти ограничения задают когнитивный и ограничительный фильтры. Когнитивный фильтр задается когнитивными характеристиками [16] информационной ситуации (рис. 2)

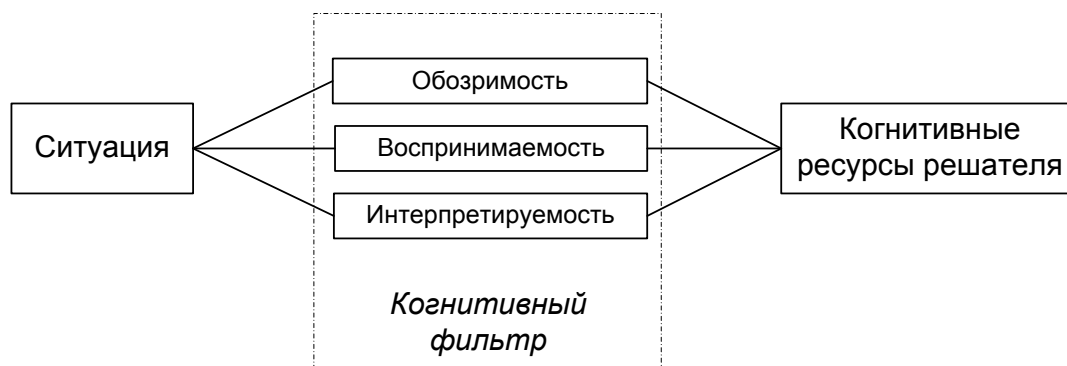


Рис. 2. Содержание когнитивного фильтра решателя.

Первичные характеристики когнитивной модели [17]: обозримость (visibility – vis), воспринимаемость (perceptibility – per), интерпретируемость (interpretability – interp). Все эти характеристики являются дихотомическими и могут быть обозначены булевыми переменными 1, 0. Единица означает наличие такого свойства, ноль означает его отсутствие. Условием решения задачи будет

$$\text{vis}(1) \ \& \ \text{per}(1) \ \& \ \text{interp}(1) \ \rightarrow \ \text{Des} \ (1) \ (1)$$

Des (1) означает решение существует, Des (0) означает решение не существует.

Не менее критичным для решателя и управления является ограничительный фильтр, который приведен на рис. 3.

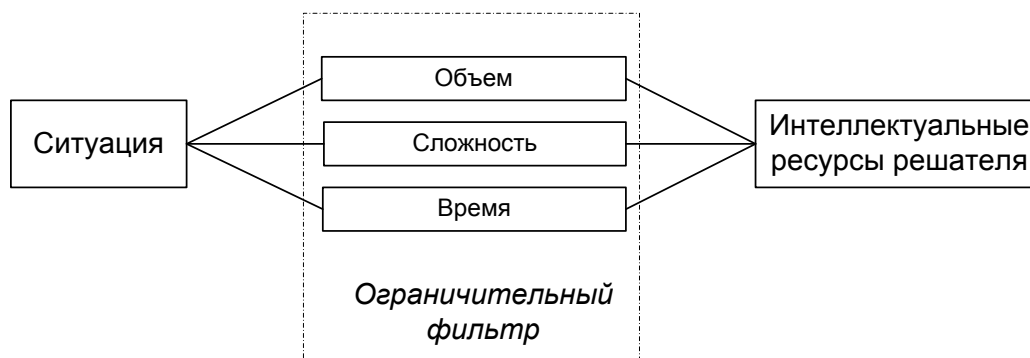


Рис. 3. Ограничительный фильтр решателя

Ограничительный фильтр задается следующими характеристиками информационной ситуации: объем информации (capacity – cap), сложность решаемых задач (complexity compl), допустимое время (time – t) решения задач. Отличие этих характеристик в двойственности, то есть объем информации для данной информационной ситуации (cap of situation – capsit) одна величина, а допустимый объем информации, который может переработать решатель другая величина (cap of solver – capslv). Соответственно, сложность исходной информации (complexity of situation – comsit) отличается от сложности, которую способен воспринять и освоить решатель (complexity of solver – comslv). Допустимое время решения по ситуации (time solutions for situation – timesit) отличается от времени решения задачи решателем (problem solving time – timeprob)

Условие решения диктуемые ограничительным фильтром выражаются тремя неравенствами

$$\begin{aligned} \text{capsit} &< \text{capslv} \\ \text{comsit} &< \text{comslv} (2) \\ \text{timesit} &< \text{timeprob} \end{aligned}$$

Если хоть одно неравенство системы (2) не выполняется решатель не в состоянии получить решения для управления объектом.

Решатель как сложная система

При описании содержания решателя будем использовать обобщенное понятие "информационные конструкции" [18]. Решатель в общем случае как сложная система содержит следующие компоненты

1. Процедурные информационные единицы (PrIU). Они представляют собой неделимые элементы процессов
2. Наборы правил (Rule Collection – RuCol) Они представляют собой гибкие формализованные информационные конструкции
3. Наборы алгоритмов (AlCol). Они представляют собой жесткие формализованные информационные конструкции
4. Наборы описаний методов (MeCol). Они представляют собой, как правило, слабо формализованные информационные конструкции
5. Процедурные знания (PrKn) Они представляют собой разной степени формализованные информационные конструкции.
6. Deskриптивные модели (DeMod) Они представляют собой разной степени формализованные описательные информационные конструкции.
7. Прескриптивные модели (PrMod). Они представляют формализованные модели последовательности действий
8. Наборы отношений (ReCol). Они представляют формализованные модели ограничений и условий.
9. Структурные информационные единицы (StrIU). Они представляют собой неделимые элементы структуры
10. Семантические информационные единицы (SemIU). Они представляют собой неделимые элементы смысловых единиц
11. Информационные объемы (IV). Физическая характеристика емкости на носителях или в памяти компьютера, требуемая для хранения решателя как программной системы.
12. Набор параметров (ParCol). Переменные, которые задают пространство параметров используемое для поиска решений.

Понятие информационные единицы введено Пospelовым. Информационные единицы, как и в лингвистике, служат основой информационного языка [19]. Они служат основой формирования процессов, структур, описаний и семантических объектов.

В работе [20] со ссылкой на работу [13] дается интерпретация решателя как "Решатель GPS" (general problem solver) – механизм, который используется для решения задач интегрального исчисления, логического вывода, решения различных игровых задач, задач грамматического разбора ряда и других. В работе [20] полагается, что система GPS решает три типа задач: преобразовывает объект A в объект B ; уменьшает различие между объектами; применяет оператор f к объекту A .

По нашему мнению это явное сужение функций решателя, поскольку решателем может быть человек и когнитивная система. Решатель должен работать с информационными конструкциями разной степени формализации. Решатель должен учитывать когнитологические проблемы и задачи [21].

В перечне содержания решателя, внимание уделяется аспекту формализации. Основную роль в решателе играют процедурные знания. Они могут быть хорошо формализованными и структурированными и плохо формализованными. Например, искусственная нейронная сеть при разных попытках решения одной и той же задачи может выбирать разные алгоритмы и пути решения.

Прескриптивные модели [22] являются высоко формализованными конструкциями, но в отличие от алгоритма являются гибкими, поскольку в определенной степени допускают возможность изменения параметров.

Процессуальные информационные единицы [23] являются основой прескриптивных моделей и процедурных знаний. Для описания структур алгоритмов и моделей применяют структурные информационные единицы, как основу построения структуры.

Дескриптивные модели являются дополнением прескриптивных моделей [22]. Они представляют собой разной степени формализованные описательные информационные конструкции, которые описывают "что" и "зачем". Например, инструкция по описанию и включению устройства представляет собой объединение прескриптивной и дескриптивной моделей. Дескриптивная модель описывает прибор как таковой, а прескриптивная часть задает последовательность действия для его включения и работы с ним.

Наборы описаний методов предполагают включение когнитивной области человека или системы для их интерпретации и применения. Они могут включать прескриптивные и дескриптивные модели. Наборы отношений являются относительно новым понятием и компонентом решателей. Они реализуются набором правил или наборами связей, что определяет их более высокий уровень обобщения по отношению к связям.

Решение задачи интеллектуального управления ищется в некотором пространстве, которое определяется пространством параметров поиска решения [24]. Это пространство влияет на критерии выбора и критерии получения решения.

Семантические информационные единицы задают смыслы решений, поиска решений, результатов решений и служат основой интерпретации [25].

В некоторых работах ошибочно считают, что синонимом семантических знаний являются прагматические знания. Это опровергается и семиотикой и целеполаганием модели или конструкции. В зависимости от цели прагматическое значение информационной конструкции меняется. Но смысловое содержание конструкции остается неизменным. Например семантическая единица "слово" не меняет своего смысла, а предложения, куда оно входит могут иметь разный смысл и могут быть истинными или ложными в зависимости от области приложения.

Следует отметить различие между интеллектуальными и информационными технологиями. Информационные технологии выполняют функции поддержки интеллектуального управления. Основную роль играют интеллектуальные технологии принятия решений. Они дают возможность наряду с решением или в ходе получения решения осуществлять поиск новых знаний и накопления интеллектуальных ресурсов. Информационные технологии создают только информационные ресурсы. Это означает, что знания, формализованные в явном виде, будучи освоенными, могут стать частью опыта и частью базы знаний и быть использованы им для решения задач и принятия решений.

Пространственное и неявное знание в интеллектуальных технологиях.

При управлении распределенными пространственными объектами возникает необходимость применения распределенных моделей и пространственных знаний [26]. Пространственное знание в дополнении к процедурному включает конфигурационную (форма) и координационную (место) составляющие [27]. Этот вид знаний широко используется в интеллектуальных транспортных системах [28].

Кроме того интеллектуальное управление может использовать неявное знание [29], которое во многих теориях искусственного интеллекта вообще не рассматривается. По существу неявное знание отражает опыт, накапливаемый системой или человеком, но не формализованный в виде интерпретируемых моделей. Применение неявного знания является важной отличительной особенностью интеллектуального управления.

Классической моделью связывающей явное и неявное знание является модель Нанаки. Нонакой предложена модель SECI (SECI model of knowledge dimensions) [30], как механизм отражающий циклический переход неявного знания в явное. Она позволяет представить по спирали процессы управления знаниями на основе взаимодействия между явным и неявным знанием. Название модели обусловлено входящими в нее процессам. SECI (Socialization – Социализация, Externalization – Экстернализация, Combination – Комбинация, Internalization – Интернационализация) рис. 4.

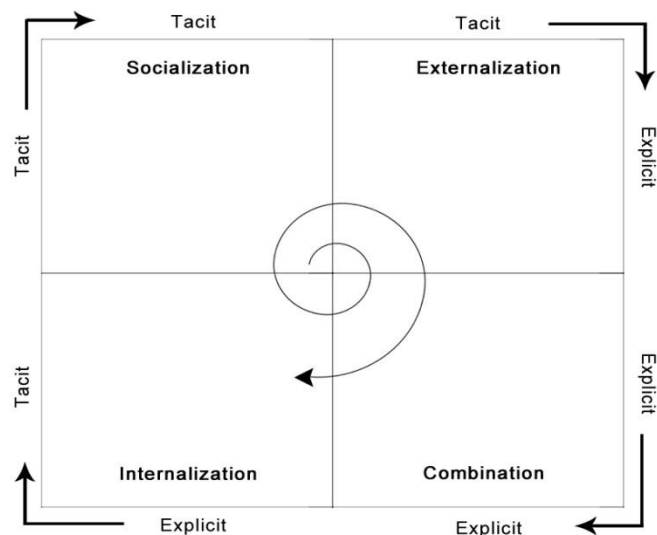


Рис. 4. Модель SECI

Социализация означает переход от неявного к неявному знанию. Например, обмен неявными знаниями с учетом накопленного опыта и практики работ. Можно оценить это как переход от слабо структурированных знаний к неструктурированным знаниям, но с более высокой степенью формализации.

Экстернализация означает переход от неявного к явному знанию. Это соответствует переходу от неструктурированного неформализованного знания к структурированному и формализованному. Например, аналитические выражения, описания процессов, алгоритмы вычислений, таблицы систематизации результатов исследования, что делает их доступными для субъектов и обработки с помощью вычислительных систем. Комбинация означает переход от явного к явному знанию. Изготовление прототипов, развитие идей в публикациях.

Интернационализация означает переход от явного к неявному знанию. Эту процедуру можно обозначить и как популяризация, то есть трансформацию сложных научных знаний в общедоступные для широкого круга лиц. Явное знание, рассеянное таким образом, становится частью знаний индивидуума и становится источником для создания нового неявного знания. Такое развитие по спирали в общем способствует приращению знания и развитию отношений между явным и неявным знаниями.

Заключение

Рассмотренные методы и модели интеллектуального управления применимы к человеку, когнитивным и интеллектуальным системам. При управлении распределенными организациями и корпорациями возникает необходимость учета пространственных отношений и пространственных знаний. Еще одной проблемой является ограниченное количество интеллектуальных технологий работы с неявными знаниями. Технически проблема управления знаниями связана трансформацией информационных ресурсов в интеллектуальные ресурсы и их применение в интеллектуальных технологиях.

Примечания:

1. McAfee A., Brynjolfsson E. Big data: the management revolution // Harvard business review. 2012. №. 90. С. 60-6, 68, 128.
2. Tsvetkov V. Ya., Lobanov A.A. Big Data as Information Barrier // European Researcher, 2014, Vol.(78). № 7-1. p.1237-1242.
3. Цветков В.Я Маркелов В.М., Романов И.А. Преодоление информационных барьеров // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 11. С. 4-7.
4. Forbes L. S., Kaiser G. W. Habitat choice in breeding seabirds: when to cross the information barrier // Oikos. 1994. С. 377-384.
5. White D. A., Sofge D. A. (ed.). Handbook of Intelligent Control: Neural, Fuzzy, and Adaptive Approaches. Van Nostrand Reinhold Company, 1992.
6. Zilouchian A., Jamshidi M. Intelligent control systems using soft computing methodologies. CRC Press, Inc., 2000.

7. Alavi M., Leidner D. E. Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues // *MIS quarterly*. 2001. С. 107-136.
8. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. М.: Радио и связь, 1989. 184 с.
9. De Moura L., Bjørner N. Z3: An efficient SMT solver // *Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2008. С. 337-340.
10. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Применение мультиагентных систем в интеллектуальных логистических системах. // *Международный журнал экспериментального образования*. 2012. №6. с. 107-109.
11. Van Der Hoek W., Wooldridge M. Multi-agent systems // *Foundations of Artificial Intelligence*. 2008. Т. 3. С. 887-928.
12. Khalil W., Creusot D. SYMORO+: a system for the symbolic modelling of robots // *Robotica*. 1997. Т. 15. №. 02. С. 153-161.
13. Ефимов Е.И. Решатель интеллектуальных задач. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 320 с.
14. Цветков В.Я. Информационное управление. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012. 201 с.
15. Tsvetkov V.Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // *European Researcher*. 2012. Vol.(36), № 12-1. pp. 2166- 2170.
16. Ho J. K. K. A research note on the concept of the multi-perspective, systems-based (MPSB) cognitive filter for management // *European Academic Research*. 2014. Т. 2. №. 1. С. 686-704.
17. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models. // *Life Science Journal*. 2014. 11(4). pp. 468-471.
18. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // *European Journal of Technology and Design*, 2014, Vol.(5), № 3. pp. 147-152.
19. Цветков В.Я. Язык информатики // *Успехи современного естествознания*. 2014. №7. с.129-133
20. Нечаев В.В., Кошкарёв М. И. Интеллектуальные решатели задач: сравнительный анализ и архитектурная модель // *Информационные и телекоммуникационные технологии*. 2014. № 21. С. 51-61.
21. Tsvetkov V.Ya. Cognitive Science of Information Retrieval // *European Journal of Psychological Studies*, 2015, Vol.(5), Is.1. p.37-44. DOI: 10.13187/ejps.2015.5.37.
22. Цветков В.Я., Воинов А.И. Управление и антропознтропия / Высшее профессиональное образование. Современные аспекты международного сотрудничества, Израиль, 1-7 мая 2008 г. // *Современные наукоёмкие технологии*. 2008. №5. с. 39-41
23. Ozhereleva T.A. Systematics for information units // *European Researcher*, 2014, Vol.(86), № 11-1, pp. 1894-1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900
24. Doyle J. C. et al. State-space solutions to standard H_2 and H_∞ control problems // *Automatic Control*, IEEE Transactions on. 1989. Т. 34. №. 8. С. 831-847.
25. Чехарин Е.Е. Интерпретируемость информационных единиц // *Славянский форум*. 2014. 2(6). с. 151-155.
26. Kuipers B. Modeling Spatial Knowledge // *Cognitive science*. 1978. Т. 2. №. 2. С. 129-153.
27. Цветков В.Я. Пространственные знания // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013. №7. с. 43-47.
28. Fujise M. et al. Intelligent transport systems // *Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems*. Springer US, 2002. С. 171-200.
29. Цветков В.Я. Неявное знание и его разновидности // *Вестник Мордовского университета*. 2014. Т. 24. № 3. с. 199-205.
30. Nonaka, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. // *Organization Science*. 1994. 5(1). p. 14-37.

References:

1. McAfee A., Brynjolfsson E. Big data: the management revolution // *Harvard business review*. 2012. №. 90. С. 60-6, 68, 128.
2. Tsvetkov V. Ya., Lobanov A. A. Big Data as Information Barrier // *European Researcher*, 2014, Vol.(78). № 7-1, p. 1237-1242.
3. Tsvetkov V.Ya., Markelov V. M., Romanov I.A. Overcoming information barriers // *Distance and virtual learning*. 2012. № 11. p. 4-7.
4. Forbes L. S., Kaiser G. W. Habitat choice in breeding seabirds: when to cross the information barrier // *Oikos*. 1994. С. 377-384.
5. White D. A., Sofge D. A. (ed.). *Handbook of Intelligent Control: Neural, Fuzzy, and Adaptive Approaches*. Van Nostrand Reinhold Company, 1992.
6. Zilouchian A., Jamshidi M. *Intelligent control systems using soft computing methodologies*. CRC Press, Inc., 2000.

7. Alavi M., Leidner D. E. Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues //MIS quarterly. 2001. C. 107-136..
8. Pospelov D.A. Modeling reasoning. Experience in the analysis of mental acts. Moscow: Radio and Communications, 1984. p.184.
9. De Moura L., Bjørner N. Z3: An efficient SMT solver //Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems. Springer Berlin Heidelberg, 2008. C. 337-340.
10. Rozenberg I. N., Tsvetkov V.Ya. The use of multi-agent systems in intelligent logistics systems // International Journal of Experimental Education. 2012. №6. p.107-109.
11. Van Der Hoek W., Wooldridge M. Multi-agent systems //Foundations of Artificial Intelligence. 2008. T. 3. C. 887-928.
12. Khalil W., Creusot D. SYMORO+: a system for the symbolic modelling of robots //Robotica. 1997. T. 15. №. 02. C. 153-161.
13. Efimov E.I. Intellectual tasks solver Moscow: Science, Home edition of Physical and mathematical literature, 1982. 320 p.
14. Tsvetkov V. Ya. Information control. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012. 201 c.
15. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher. 2012. Vol.(36), № 12-1. p.2166- 2170
16. Ho J. K. K. A research note on the concept of the multi-perspective, systems-based (MPSB) cognitive filter for management //European Academic Research. 2014. T. 2. №. 1. C. 686-704.
17. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models. // Life Science Journal -2014. -11(4). pp. 468-471.
18. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design, 2014, Vol.(5), № 3. P. 147-152.
19. Tsvetkov V.Ya. language of Informatics // The success of modern science. 2014. №7. p. 129-133/
20. Nechayev V.V., Koshkarev M.I. Intelligent problem solvers: comparative analysis and architectural model // Information and communication technologies. 2014. № 21. p. 51-61.
21. Tsvetkov V.Ya. Cognitive Science of Information Retrieval // European Journal of Psychological Studies, 2015, Vol.(5), Is.1. p. 37-44. DOI: 10.13187/ejps.2015.5.37
22. Tsvetkov V.Ya., Voinov A. I. Management and antropo entropy // Modern High Tech. 2008. №5. pp. 39-41.
23. Ozhereleva T. A. Systematics for information units // European Researcher, 2014, Vol.(86), № 11-1, pp. 1894-1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900
24. Doyle J. C. et al. State-space solutions to standard H_2 and H_∞ control problems //Automatic Control, IEEE Transactions on. 1989. T. 34. №. 8. C. 831-847.
25. Cheharin E.E. The interpretability of information units // Slavic Forum. 2014. 2 (6). c. 151-155.
26. Kuipers B. Modeling Spatial Knowledge //Cognitive science. 1978. T. 2. №. 2. C. 129-153.
27. Tsvetkov V.Ya. Spatial Knowledge // International magazine of applied and fundamental research. 2013. №7. p. 43-47.
28. Fujise M. et al. Intelligent transport systems //Wireless Communication Technologies: New Multimedia Systems. Springer US, 2002. C. 171-200.
29. Tsvetkov V.Ya. Tacit knowledge and its variants // Herald of the University of Mordovia. 2014. T24, 3. p. 199-205.
30. Nonaka, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. // Organization Science. 1994. 5(1). p. 14-37.

УДК 316.334.5, 165.1, 04.83

Технологии интеллектуального управления

Виктор Яковлевич Цветков

НИИ автоматизированных систем на железнодорожном транспорте, Российская Федерация
 Доктор технических наук, профессор
 E-mail: cvj2@mail.ru

Аннотация. Статья описывает технологии интеллектуального управления. Раскрывается значение решателя в интеллектуальном управлении. Статья описывает фильтры, ограничивающие технологии управления. Статья описывает содержание решателя как обобщенного механизма управления. Показано применение неявного знания в интеллектуальном управлении.

Ключевые слова: социология, познание, философия знаний, искусственный интеллект, интеллектуальные технологии, когнитивные технологии.