

12. Li L., Xue J. Trace-based leakage energy optimizations at link time, *Journal of Systems Architecture*, 2007, Vol. 53 (1), pp. 1-20.
13. Goldberg David E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Moscow: Addison-Wesley, 1989.
14. Melik-Adamyanyan A.F. Application of genetic algorithms in problems of optimization of the physical design in microelectronics, *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*, 2009, Vol. 43, Issue 4, pp. 244-250.
15. Pallipadi V., Starikovskiy A. The ondemand governor, *In Proceedings of the Linux Symposium*, 2006, Vol. 2, pp. 215-230.
16. Deb K., Pratap A., Agarwal S., Meyarivan. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II, *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 2002, No. 6 (2), pp. 182-197.
17. Martin T.L., Siewiorek D.P. Balancing batteries, power, and performance: system issues in cpu speed-setting for mobile computing, *Doctoral dissertation, PhD thesis*, 1999, pp. 34-43.
18. Jones T.M., O'Boyle M.F., Abella J., González A. Compiler directed issue queue energy reduction, *In Transactions on High-Performance Embedded Architectures and Compilers*. Moscow: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 42-62.
19. Tokar' I.P. Geneticheskiy algoritm optimizatsii energoeffektivnosti v kompilyatore dlya mobil'nykh ustroystv [Genetic algorithm optimization of energy efficiency in the compiler for mobile devices], *Trudy 55-y Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii problemy fundamental'nykh i prikladnykh estestvennykh i tekhnicheskikh nauk v sovremennom in-formatsionnom obshchestve* [Proceedings of the 55th all-Russian scientific conference problems of fundamental and applied natural Sciences and engineering in the modern information society]. Dolgoprudnyy 2013, pp. 88.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.П. Рыжов.

Токарь Илья Петрович – Московский физико-технический институт (Государственный Университет), Россия, г. Долгопрудный; e-mail: tocarip@gmail.com; г. Москва, ул. Крылатская, 17; тел.: +79168528898; аспирант.

Токарь Илья Петрович – Moscow Institute of Physics and Technology (State University) Russia, Dolgoprudnyy city; e-mail: tocarip@gmail.com; 17, Krylatskaya street, Moscow, Russia; phone: +79168528898; postgraduate student.

УДК 002.53:004.89

Ю.А. Кравченко

МНОГОУРОВНЕВАЯ АРХИТЕКТУРА СЦЕНАРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА*

Статья посвящена разработке многоуровневой архитектуры сценария управления знаниями, как принципиальной организации информационных процессов и их взаимоотношений, а также принципов их проектирования и эволюции. Управление информационными потоками рассматривается как совокупность процессов систематического приобретения, синтеза, обмена и использования знаний. Описан подход представления знаний на основе проведения онтологического анализа в условиях неопределенности. Под накоплением знаний понимается процесс переноса знаний из разнородных источников в хранилище данных путем использования различных методов, моделей, алгоритмов и инструментальных средств. Данный процесс требует максимальной автоматизации, т.к. при иных стратегиях приобретения знаний всегда существует проблема передачи информации при совместной работе эксперта в предметной области и инженера знаний. Несмотря на выраженную специфику предметных областей, онтологию необходимо строить как цепочку взаимосвязанных процессов, что позволит получить интегрированный характер интеллектуальной системы управления знаниями. На этапе идентифика-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00242) в Южном федеральном университете.

ции областей знаний необходимо в первую очередь определить множество исследуемых характеристик. Далее требуется выбрать источники априорной информации и приступить к формированию базы знаний и хранилищ данных, которые впоследствии позволят задать отношения между категориями знаний. В качестве источников знаний легче всего подсоединяются базы данных оперативных информационных систем через механизм создания информационных хранилищ. Аналогично подсоединяется система электронных и неэлектронных архивов документов, которая может иметь централизованную и децентрализованную схему управления. Интеграция знаний из различных источников может проводиться на основе онтологии, требованию к разработке которой будут находиться в заранее сформированных спецификациях.

Онтологический анализ; интеллектуальные системы; системы управления знаниями; информационные процессы; поддержка принятия решений.

Yu.A. Kravchenko

LAYERED ARCHITECTURE KNOWLEDGE MANAGEMENT SCRIPT BASED ON ONTOLOGICAL ANALYSIS

Article is devoted to the development of layered architecture knowledge management script as the principal organization of information processes and their relationships, as well as the principles of their design and evolution. Information management is viewed as a set of processes systematic acquisition, synthesis and sharing of knowledge. An approach based on knowledge representation of ontological analysis under uncertainty. Under the accumulation of knowledge is understood as the process of transferring knowledge from disparate sources into a data warehouse by using different methods, models, algorithms, and tools. This process requires a maximum automation, as under different strategies of knowledge acquisition is always a problem of information transmission in the joint work of the expert in the subject area and knowledge engineering. Despite the pronounced specificity of subject areas, ontology should be built as a chain of interrelated processes that will provide integrated nature of intellectual knowledge management system. At the stage of identifying the areas of expertise necessary to first define a set of study characteristics. Next, you need to choose a priori information sources and begin to form a knowledge base and data warehouse, which later will set the relationship between the categories of knowledge. As a source of knowledge is most easily connected database operational information systems through a mechanism for creating data warehouses. Similarly connected system of electronic and non-electronic document archives, which can be centralized and decentralized control scheme. Integrating knowledge from different sources may be based on the ontology requirements for the development of which will be a pre-formed sheets.

Ontological analysis; intelligent systems; knowledge management systems; information processes; decision support.

Введение. Поддержка эффективности любой проектной деятельности лежит в основе формирования задач современных информационных технологий, способствующих развитию перспективных направлений, связанных с решением проблем идентификации предметной области и концептуального моделирования, анализа и извлечения данных, принятия решений и управления знаниями, адаптации и самоорганизации.

Мнения ученых в прогнозных исследованиях показывают, что «...до 2020 года количество информации и потребности в ней будут расти экспоненциально...». Без технологий поиска и обработки таких объемов информации в будущем аналитики, эксперты и лица, принимающие решения, будут введены в состояние, которое можно назвать "аналитическим параличом"...» [1]. Таким образом, одной из актуальных проблем современной науки является «информационное переполнение». По мнению ученых, одним из основных способов решения проблемы информационного переполнения является переход от хранения и обработки данных к накоплению и обработке знаний [1], что, в свою очередь, невозможно без развития технологий онтологического анализа и семантической концентрации на основе методов нечеткого моделирования.

Сложность проблемы состоит в определении сценариев управления знаниями, как принципиальной организации информационных процессов и их взаимоотношений, а также принципов их проектирования и эволюции. Данная проблема является актуальной для любой инженерно-исследовательской деятельности, направленной на извлечение, накопление, анализ и конкретизацию имеющихся научных знаний применительно к определенной инженерной задаче. Предполагается создание архитектуры, поддерживающей непрерывное управление процессами проверки знаний для выявления новых закономерностей с целью создания и удовлетворения спроса на новые знания. Ожидаемые конкретные научные результаты могут проявляться в систематизированной совокупности действий, которые необходимо предпринять, для решения задачи изучения и поиска отношений в распределенных источниках знаний с целью увеличения вероятности продуцирования нового знания за счет использования междисциплинарного и мультидисциплинарного подходов накопления информации.

1. Многоуровневая архитектура циклического сценария управления знаниями. Накопление и обработка знаний – сложные многоэтапные процессы, требующие соответствующего управления для обеспечения необходимой последовательности, согласованности и эффективности. Отталкиваясь от того мнения, что знания не существуют в готовом виде [2], сформулируем *аксиому 1: Новые знания непрерывно производятся в процессе обработки знаний.* Неверным будем считать подход к управлению знаниями, как к фиксации, кодированию и распространению имеющейся информации. Управление знаниями отличается от управления информацией наличием метаданных и метаутверждений, как оценок достоверности, дающих исследователю аргументы и доказательства, стоящие за этими утверждениями.

Управление знаниями – непрерывное управление процессами проверки знаний для выявления новых проблем с целью создания и удовлетворения спроса на новые знания. Говоря о многоуровневой архитектуре сценария управления знаниями, как принципиальной организации информационных процессов и их взаимоотношений, а также принципов их проектирования и эволюции, выделим следующие основные этапы (рис. 1):

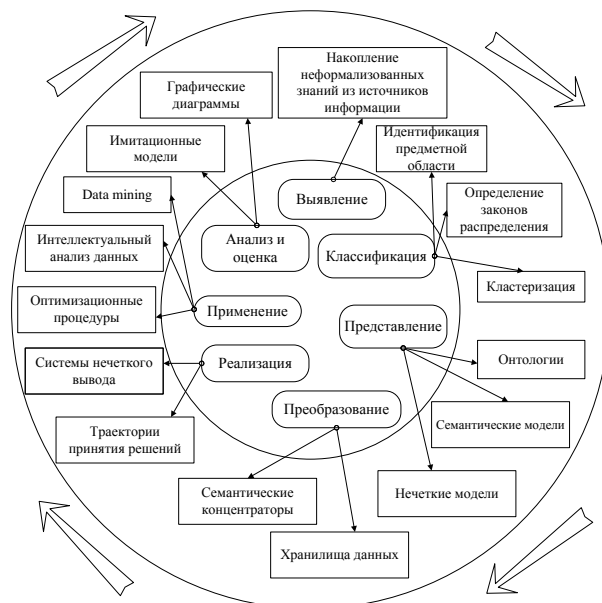


Рис. 1. Многоуровневая архитектура циклического сценария управления знаниями

- 1) накопление (выявление) неформализованных знаний из разнородных источников информации;
- 2) классификация знаний (идентификация предметной области, кластеризация, определение законов распределения, анализ таблиц частот возникновения событий и т.д.);
- 3) формализация (представление) знаний на основе создания онтологии, семантических, нечетких и других моделей;
- 4) обработка (преобразование) знаний (создание унифицированных хранилищ данных на основе разработанной онтологии, семантических концентраторов и нечетких моделей);
- 5) распространение (реализация) знаний (траектории принятия решений, системы нечеткого вывода);
- 6) использование (применение) знаний (оптимизационные процедуры, интеллектуальный анализ данных, технологии data mining);
- 7) анализ и оценка эффективности знаний (создание имитационных моделей и графических диаграмм информационных потоков).

Сформулируем *концепцию* интеллектуальной поддержки накопления (выявления) новых знаний, основанную на процессах сценария управления знаниями. *Выявление* новых знаний связано с изучением и поиском отношений между разнородными источниками знаний, так как именно междисциплинарный и мультидисциплинарный подходы накопления информации с большей вероятностью после обработки приведут к продуцированию нового знания. Результатом следующего этапа проведения *классификации* полученных знаний на основе методов и технологий разведочного анализа данных является разработка визуальной объектно-ориентированной модели управления знаниями.

Представление знаний основано на построении онтологической модели поддержки принятия решений, а также семантических и нечетких моделей формирования знаний. Данная задача связана с целым рядом подзадач разработки: баз знаний, содержащих блоки правил принятия решений и прецедентов; множеств объектов, онтологических, нечетких, семантических и аналитических моделей, реализующих процессы принятия решений; модулей выбора моделей и формирования решений на основе базы знаний, математического и имитационного моделирования [3]. Создание подобных моделей позволяет адаптировать исследуемые информационные потоки к изменяющимся внешним условиям и интегрировать разнородные предметные области в рамках совместного решения задач управления знаниями в реальном времени.

В неформальной трактовке онтология представляет собой описание понятий, принадлежащих исследуемой предметной области, и отношений между ними, которое состоит из терминов и правил их использования, ограничивающих значения этих терминов в рассматриваемой предметной области.

Формально онтология состоит из организованных в таксономию терминов словаря, их определений и атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода. Зачастую набор утверждений, входящих в онтологию, представляют формулами логики первого порядка. При этом термины служат именами унарных и бинарных предикатов, называемых концептами и отношениями соответственно.

Таким образом, онтология – это система, состоящая из набора понятий и набора утверждений об этих понятиях, на основе которых можно строить классы, объекты, отношения, функции и теории. Такая система может быть реализована как база знаний, описывающая факты, которые являются всегда истинными в рамках определенной предметной области на основе общепринятого смысла, фиксируемого используемым словарем [4].

На основе разработанной онтологии происходит *преобразование* знаний в хранилище данных, обеспечивающее возможность поддержки принятия решений с применением методов и алгоритмов поиска решений на основе семантической концентрации знаний, а также моделей и методов оптимизации, представленных в онтологии. Развитие данного этапа в дальнейшем позволяет *реализовать* полученные новые знания за счет формирования траекторий принятия решений в виде интеграции цепочек логических рассуждений и стратегий формирования решений на основе технологий нечеткого вывода.

В процессе *применения* знаний происходит адаптация базы знаний с целью последующего обучения системы поддержки принятия решений новым знаниям на основе оптимизационных процедур, методов интеллектуального анализа данных и методов data mining. *Анализ и оценка* эффективности накопленных знаний проводится на основе построенных имитационных моделей управления знаниями и графических диаграмм управления информационными потоками.

2. Онтологический анализ в процессах управления знаниями. Наиболее полная классификация онтологий предложена в работах N.Guarino [5], A.Gangeni, D.M.Pisanelli, G.Steve [6]. С точки зрения описываемой концептуализации онтологии делятся на онтологии представления, общие онтологии, промежуточные онтологии, онтологии верхнего уровня, онтологии предметной области, онтологии задач и онтологии приложений.

Онтологии представления определяют концептуализацию, которая лежит в основе формализма представления знаний. Общие онтологии включают фундаментальные аспекты концептуализации, например, такие категории, как «род», «целое», «причина». Промежуточные онтологии содержат характерные для конкретной предметной области общие понятия и отношения, которые могут играть роль интерфейса между различными подобластями предметной области. Онтологии верхнего уровня являются конкретным назначением понятий общих и промежуточных онтологий. Понятия определенной области знаний содержатся в онтологии предметной области. Онтологии задач описывают определенные задачи области знаний или деятельности, релевантной этой области. Онтологии приложений являются специализацией онтологий предметных областей и задач [5,6].

Рассмотрим онтологию предметной области как тройку

$$O = \langle X, R, F \rangle,$$

где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, $i = \overline{1, n}$, $n = \text{Card } X$ – конечное множество концептов (понятий) заданной предметной области; $R = \{r_1, r_2, \dots, r_k, \dots, r_m\}$, $R: x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n$, $k = \overline{1, m}$, $m = \text{Card } R$ – конечное множество семантически значимых отношений между концептами предметной области. Они определяют тип взаимодействия между понятиями. В общем случае, отношения делят на общезначимые (из которых выделяют, как правило, отношения частичного порядка) и конкретные отношения заданной предметной области; $F: X \times R$ – конечное множество функций интерпретации, заданных на концептах и/или отношениях. Частным случаем задания множества функций интерпретации F является глоссарий, составленный для множества понятий X . Определение понятия X_i , в общем случае, включает подмножество понятий $\{x_{i-1}\}$, через которые определяется X_i ; отношение R_k , связывающее X_i с $\{x_{i-1}\}$; множество атрибутов (признаков), присущих X_i [7]. При таком подходе онтология интерпретируется как система соглашений о некоторой области интересов для достижения заданных целей. Это предполагает комплексное представление о соответствующей предметной области, включающее формальные и декларативные (описательные) компоненты, словарь терминов, накладываемые на них ограничения целостности, а также логические утверждения, ограничивающие интерпретацию терминов и их отношения друг с другом.

В общем случае методика проектирования онтологии предметной области (рис. 2) включает два этапа проектирования:

1. Предварительный системный анализ заданной предметной области.
2. Построение онтографа предметной области. Под онтографом понимается двудольный граф, вершинами которого являются понятия предметной области, а дугами – связи между ними.

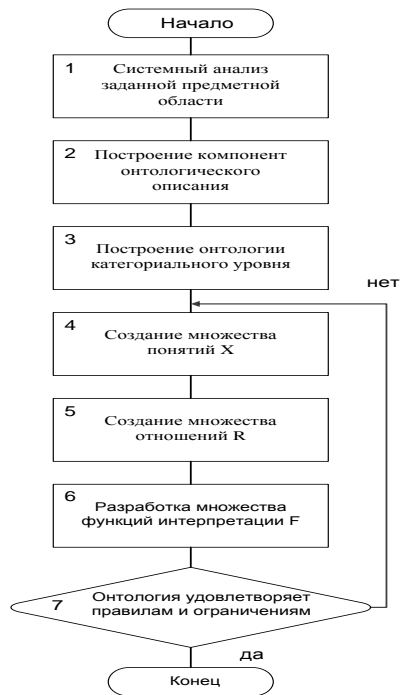


Рис. 2. Схема алгоритма методики построения онтологии предметной области

В этап системного анализа предметной области входят следующие задачи:

- ◆ составление систематизированного представления знаний о предметной области, понимание сути происходящих в ней процессов, правил и ограничений;
- ◆ многократное абстрагирование при описании и спецификации знаний заданной предметной области, в результате которого из всего многообразия характеристик и свойств понятий предметной области выделяются наиболее существенные, релевантные множеству конкретных задач пользователей;
- ◆ формирование и документирование глоссария терминов (понятий) предметной области. В случае отсутствия в глоссарии определения для некоторого понятия (т.е. отсутствия F) разработчик онтологии предметной области сам определяет функцию интерпретации для этого понятия в соответствии со своими профессиональными знаниями.

Все понятия (или концепты) делятся на ряд классов (по семантической зависимости) [8–15]:

- ◆ в зависимости от отображения вида или рода предметов – на видовые и родовые понятия;
- ◆ в зависимости от отображения части или целого предметов – на понятия-части и понятия-целые;

- ◆ в зависимости от количества отображаемых предметов – на единичные и общие понятия;
- ◆ - в зависимости от отображения предмета или свойства, абстрагированного от предмета – на конкретные понятия и абстрактные понятия.

Построение онтологии категориального уровня (ОКУ) для любой онтологии предметной области – важный этап в общем алгоритме проектирования, который может быть выполнен следующим образом:

- ◆ список понятий, входящих в ОКУ, может быть составлен из понятий, входящих в определения верхнего уровня онтологии предметной области;
- ◆ пополнение списка осуществляется на основе профессиональных знаний разработчика онтологии предметной области;
- ◆ для всех понятий, вошедших в список понятий ОКУ, составляется глоссарий, причём, чем больше включено в глоссарий определений для одного понятия, тем точнее может быть построен онтограф предметной области и множество функций интерпретации;
- ◆ связывание дугами вершин понятий ОКУ и онтологии предметной области, где в определениях понятия, с которыми выполняется связывание, должны быть указаны в явном виде.

Построение множества X считается наиболее важным моментом при разработке онтологии предметной области. Оно должно быть обязательно не пустым.

Для хорошо проработанных предметных областей за основу множества элементов $\{x_i\}$ может быть взято содержимое различных толковых словарей.

В противном случае следует составить полный список терминов, в котором указать:

- ◆ чем является каждый термин – понятием-классом предметов или конкретным понятием;
- ◆ указать для каждого термина возможные существенные отношения с другими терминами из списка;
- ◆ описать возможные существенные свойства понятий.

Следующий шаг – уточнение и определение окончательного списка классов-понятий, имена которых будут входить в разрабатываемую онтологию и являться вершинами онтографа. Также следует принять единые правила присваивания имён понятиям и свойствам, например, употребление только единственного числа, отсутствие аббревиатур и т. д. [7, 16-22].

Далее необходимо упорядочить список понятий по некоторому типу отношения «выше-ниже» на основе профессиональных знаний разработчика онтологии предметной области и, возможно, следует повторить некоторые фрагменты процесса анализа предметной области (с привязкой к составленному списку понятий), выполненные на предварительном этапе.

В результате должен быть получен полный список существенных для заданной предметной области (и предполагаемых приложений) понятий и их формулировки.

Построение множества R также основано на результатах этапа предварительного анализа предметной области. Необходимо построить множество дуг, связывающих вершины направленного онтографа. В качестве вершин онтографа выступает множество понятий предметной области. Вершиной (или вершинами) онтографа (без учёта ОКУ) является родовое понятие, которое не имеет надкласса, а нижний уровень представляют конкретные понятия, т.е. не имеющие видовых понятий в заданной предметной области.

При связывании двух и более вершин онтографа (взятых поочередно, начиная с первых записей составленного на предыдущем этапе списка) следует извлекать информацию из соответствующих определений понятий о конкретных семантиче-

ских отношениях R_k . В случае отсутствия такой информации или ее неполноты – отношение формируется на основе профессиональных знаний разработчика онтологии предметной области.

Для данной методики построение функций интерпретации заключается в составлении глоссария терминов предметной области, которые являются вершинами онтографа предметной области. Такой глоссарий составляется на этапе предварительного анализа, а на последующих этапах уточняется и дополняется. Причём, на этапе составления онтографа – учитывается информация (из определений понятий) о понятиях и отношениях между ними, а на этапе формирования формализованного описания – информация о существенных признаках, характеризующих определяемое понятие.

Онтология является основой разработки базы знаний для интеллектуальных систем управления знаниями и позволяет обеспечить словарь терминов и определений, определить семантику знаний и интерпретировать их контекст [3].

Заключение. Данная работа развивает подходы представления знаний в условиях неопределенности на основе проведения онтологического анализа. В статье представлена разработка многоуровневой архитектуры сценария управления знаниями, как принципиальной организации информационных процессов и их взаимоотношений, а также принципов их проектирования и эволюции. Данная проблема является актуальной для любой инженерно-исследовательской деятельности, направленной на извлечение, накопление, анализ и конкретизацию имеющихся научных знаний применительно к определенной инженерной задаче.

Управление информационными потоками рассматривается как совокупность процессов систематического приобретения, синтеза, обмена и использования знаний. Предложенная архитектура поддерживает непрерывное управление процессами проверки знаний для выявления новых закономерностей с целью создания и удовлетворения спроса на новые знания. Оценка достоверности, дающая исследователю аргументы и доказательства, стоящие за этими утверждениями, основана на использовании в управлении знаниями метаданных и метаутверждений в отличие от технологий управления информацией.

Конкретные научные результаты проявляются в систематизированной совокупности действий, которые необходимо предпринять, для решения задачи изучения и поиска отношений в распределенных источниках знаний с целью увеличения вероятности продуцирования нового знания за счет использования междисциплинарного и мультидисциплинарного подходов накопления информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Хорошевский В.Ф.* Семантические технологии: ожидания и тренды // Open semantic technologies for intelligent systems (OSTIS-2012). – С. 143-158.
2. *Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З.* Системы управления знаниями (методы и технологии) / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.
3. *Черняховская Л.Р., Малахова А.И.* Разработка моделей и методов интеллектуальной поддержки принятия решений на основе онтологии организационного управления программными проектами // Онтология проектирования. – 2013. – № 4 (10). – С. 42-52.
4. *Гладун А.Я., Рогушина Ю.В.* Онтологии в корпоративных системах // Корпоративные системы. – 2006. – № 1.
5. *Guarino N., Welty C.A.* Towards a Metodology for Ontology - Model Engineering [Electronic resource] // Proceeding of the ECOOP-2000 Workshop on Model Engineering (eds. by Bezivin J. and Ernst J.). – 2000. – Mode of access: <http://www.metamodel.com/IWME00/articles/guarino.pdf>.
6. *Gangeni A., Pisanelli D.M., Steve G.* An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies // Data & Knowledge Engineering. – 1999. – Vol. 31. – P. 183-220.

7. Палагин А.В., Петренко Н.Г. Системно-онтологический анализ предметной области // УСиМ. – 2009. – № 4. – С. 3-14.
8. Ивлев Ю.В. Логика: учебник для вузов. – М.: Проспект, 2010. – 296 с.
9. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2008. – 26 с.
10. Кравченко Ю.А., Запорожец Д.Ю., Лежебоков А.А. Способы интеллектуального анализа данных в сложных системах // Известия КБНЦ РАН. – 2012. – № 3 (47). – С. 52-57.
11. Kureichik V.M., Rodzin S.I. Evolutionary algorithms: genetic programming // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2002. – Т. 41, № 1. – С. 123-132.
12. Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Knowledge management based on multi-agent simulation in informational systems // Conference proceedings. 8th IEEE International Conference “Application of Information and Communication Technologies – AICT 2014”. – 15-17 October 2014, Astana, Kazakhstan. – P. 264-267.
13. Кравченко Ю.А., Бова В.В. Нечеткое моделирование разнородных знаний в интеллектуальных обучающих системах // Открытое образование. – 2013. – № 4 (99). – С. 70-74.
14. Курейчик В.М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 7 (132). – С. 92-98.
15. Курейчик В.В., Родзин С.И. О правилах представления решений в эволюционных алгоритмах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 13-21.
16. Qing He, Xiu-Rong Zhao, Ping Luo, Zhong-Zhi Shi. Combination methodologies of multi-agent hyper surface classifiers: design and implementation issues // Second international workshop, AIS-ADM 2007, Proceedings. – Springer Berlin Heidelberg, 2007. – P. 100-113.
17. A.De Nicola, Missikoff M., r.Navigli. A software engineering approach to ontology building // Information systems. – 2009. – Vol. 34. – P. 258-275.
18. Guarino N., Oberle D., Staab S. What is an Ontology // Handbook on Ontologies. – Springer, 2009. – P. 1-17.
19. Yang X.-S. A new metaheuristic sat-inspired algorithm // Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization (NISCO'2010), Berlin: Springer, 2010. – Vol. 284. – P. 65-74.
20. Sarraipa J., et al. Semantic Enrichment of Standard-based Electronic Catalogues // 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, 2009.
21. Kerschberg L., Kim W., Scime A. Personalizable semantic taxonomy-based search agent. USA: George Mason Intellectual Properties, INC (Fairfax, VA). – 2006.
22. Kerschberg L., Jeong H., Kim W. Emergent Semantic in Knowledge Sifter: An Evolutionary Search Agent based on Semantic Web Services // Journal on Data Semantics. – VI. LNCS. –2006. – Vol. 4090. – P. 187-209.

REFERENCES

1. Khoroshevskiy V.F. Semanticheskie tekhnologii: ozhidaniya i trendy [Semantic technologies: expectations and trends], *Open semantic technologies for intelligent systems (OSTIS-2012)* [Open semantic technologies for intelligent systems (OSTIS-2012)], pp. 143-158.
2. Tuzovskiy A.F., Chirikov S.V., Yampol'skiy V.Z. Sistemy upravleniya znaniyami (metody i tekhnologii) [The knowledge management system (methods and technologies)], Under the editorship V.Z. Yampol'skogo. Tomsk: Izd-vo NTL, 2005, 260 p.
3. Chernyakhovskaya L.R., Malakhova A.I. Razrabotka modeley i metodov intellektual'noy podderzhki prinyatiya resheniy na osnove ontologii organizatsionnogo upravleniya programmnyimi proektami [Development of models and methods for intelligent decision support ontology-based organizational management of software projects], *Ontologiya proektirovaniya* [Ontology of Designing], 2013, No. 4 (10), pp. 42-52.
4. Gladun A.Ya., Rogushina Yu.V. Ontologii v korporativnykh sistemakh [Ontology in enterprise systems], *Korporativnye sistemy* [Corporate system], 2006, No. 1.
5. Guarino N., Welty C.A. Towards a Metodology for Ontology - Model Engineering, *Proceeding of the ECOOP-2000 Workshop on Model Engineering* (eds. by Bezivin J. and Ernst J.), 2000. Available at: <http://www.metamodel.com/IWME00/articles/guarino.pdf>.
6. Gangeni A., Pisanelli D.M., Steve G. An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies, *Data & Knowledge Engineering*, 1999, Vol. 31, pp. 183-220.

7. *Palagin A.V., Petrenko N.G.* Sistemno-ontologicheskii analiz predmetnoy oblasti [System-ontological domain analysis], *USiM* [Control Systems and Machines], 2009, No. 4, pp. 3-14.
8. *Ivlev Yu.V.* Logika: uchebnik dlya vuzov [Logic: textbook for universities]. Moscow: Prospekt, 2010, 296 p.
9. *Tel'nov Yu.F.* Intellekturnye informatsionnye sistemy [Intelligent information systems]. Moscow: Moskovskiy gosudarstvennyy universitet ekonomiki, statistiki i informatiki, 2008, 26 p.
10. *Kravchenko Yu.A., Zaporozhets D.Yu., Lezhebokov A.A.* Sposoby intellektual'nogo analiza dannykh v slozhnykh sistemakh [Methods data mining in complex systems], *Izvestiya KBNTs RAN* [Izvestiya Kabardino-Balkaria Scientific Centre of the RAS], 2012, No. 3 (47), pp. 52-57.
11. *Kureichik V.M., Rodzin S.I.* Evolutionary algorithms: genetic programming, *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 2002, Vol. 41, No. 1, pp. 123-132.
12. *Kravchenko Y.A., Kureichik V.V.* Knowledge management based on multi-agent simulation in informational systems, *Conference proceedings. 8th IEEE International Conference "Application of Information and Communication Technologies – AICT 2014"*. 15-17 October 2014, Astana, Kazakhstan, pp. 264-267.
13. *Kravchenko Yu.A., Bova V.V.* Nechetkoe modelirovanie raznorodnykh znaniy v intellektual'nykh obuchayushchikh sistemakh [Fuzzy modeling of heterogeneous knowledge in intelligent tutoring systems], *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education], 2013, No. 4 (99), pp. 70-74.
14. *Kureichik V.M.* Osobennosti postroeniya sistem podderzhki prinyatiya resheniy [Features of decision making support system design], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2012, No. 7 (132), pp. 92-98.
15. *Kureichik V.V., Rodzin S.I.* O pravilakh predstavleniya resheniy v evolyutsionnykh algoritmakh [On the rules for the submission decisions in evolutionary algorithm], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 7 (108), pp. 13-21.
16. *Qing He, Xiu-Rong Zhao, Ping Luo, Zhong-Zhi Shi.* Combination methodologies of multi-agent hyper surface classifiers: design and implementation issues, *Second international workshop, AIS-ADM 2007, Proceedings*. Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 100-113.
17. *A.De Nicola, Missikoff M., r.Navigli.* A software engineering approach to ontology building, *Information systems*, 2009, Vol. 34, pp. 258-275.
18. *Guarino N., Oberle D., Staab S.* What is an Ontology, *Handbook on Ontologies*. Springer, 2009, pp. 1-17.
19. *Yang X.-S.* A new metaheuristic sat-inspired algorithm, *Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization (NISCO'2010)*, Berlin: Springer, 2010, Vol. 284, pp. 65-74.
20. *Sarraipa J., et al.* Semantic Enrichment of Standard-based Electronic Catalogues, *13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, 2009.
21. *Kerschberg L., Kim W., Scime A.* Personalizable semantic taxonomy-based search agent. USA: George Mason Intellectual Properties, INC (Fairfax, VA), 2006.
22. *Kerschberg L., Jeong H., Kim W.* Emergent Semantic in Knowledge Sifter: An Evolutionary Search Agent based on Semantic Web Services, *Journal on Data Semantics*. VI. LNCS, 2006, Vol. 4090, pp. 187-209.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Л.С. Лисицына.

Кравченко Юрий Алексеевич – Южный федеральный университет; e-mail: krav-jura@yandex.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371651; кафедра систем автоматизированного проектирования; доцент.

Kravchenko Yuriy Alekseevich – Southern Federal University; e-mail: krav-jura@yandex.ru; 44, Nekrasovskiy lane, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; the department of computer aided design; associate professor.