

18. *Shcheglov S.N.* Ispol'zovanie ontologiy v sistemakh podderzhki prinyatiya resheniy [The use of ontologies in decision support systems], *Kongress po intellektual'nym sistemam i informatsionnym tekhnologiyam IS-IT'17: Trudy kongressa* [Congress on intelligent systems and information technology IS-IT'17: Proceedings of the Congress], 2017, Vol. 1, pp. 242-252.
19. *Kravchenko YU.A., Kovalenko M.S.* Razrabotka instrumental'noy sredy obrabotki dannykh [Development of data processing tool environment], *Kongress po intellektual'nym sistemam i informatsionnym tekhnologiyam IS-IT'17: Trudy kongressa* [Congress on intelligent systems and information technologies IS-IT'17: Proceedings of the Congress], 2017, Vol. 3, pp. 211-218.
20. *Esfandani Gholamreza, Abolhassani Hassan.* MSDBSCAN: multidensity scale-independent clustering algorithm based on DBSCAN, *In: Advanced data mining and applications. Chongqing, China: Springer, 2010*, pp. 202-13.
21. *Carmelo Cassisi, Alfredo Ferro, Rosalba Giugno, Giuseppe Pigola, Alfredo Pulvirenti.* Enhancing density-based clustering: parameter reduction and outlier detection, *In: Syst*, 2013, Vol. 38 (3), pp. 317-30.
22. *Makarov I.E.* Avtomatizatsiya analiza proektnykh resheniy s primeneniem metodov intellektual'noy obrabotki [Automating the analysis of design decisions with application of methods of intellectual processing], *Intellektual'nye sistemy [Intellectual systems]*, 2014, No. 10, pp. 26-27.
23. *Bernhard Pfahringer.* Data stream mining: a practical approach. Available at: <http://voxel.dl.sourceforge.net/project/moadatastream/StreamMining.pdf>.
24. *Gaziev G.Z., Kurdyukova G.N., Kurdyukov V.V.* Klasterizatsiya Big Data dlya ikh analiza i obrabotki [Big Data clustering for their analysis and processing], *Sb. nauchnykh statey konferentsii «Napravleniya i mekhanizmy razvitiya nauki novogo vremeni: ot teorii do vnedreniya rezul'tatov»* [Collection of scientific articles of the conference "Directions and mechanisms of development of modern science: from theory to implementation of results"], 2017, pp. 150-162.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Ю.А. Гатчин.

Бова Виктория Викторовна – Южный федеральный университет; e-mail: vvbova@yandex.ru; 347928, г. Таганрог, Некрасовский, 44; тел.: 88634371651; доцент.

Щеглов Сергей Николаевич – e-mail: srg_sch@mail.ru; доцент.

Лещанов Дмитрий Валерьевич – e-mail: leshok.dimkaa@yandex.ru; магистрант.

Bova Victoria Victorovna – Southern Federal University; e-mail: vvbova@yandex.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; associate professor.

Scheglov Sergey Nikolaevich – e-mail: srg_sch@mail.ru; associate professor.

Leshchanov Dmitriy Valeryevich – e-mail: leshok.dimkaa@yandex.ru; student.

УДК 004.89

DOI 10.23683/2311-3103-2018-4-166-174

Ю.А. Кравченко

МОДЕЛЬ ФИЛЬТРА ЗНАНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ*

Данная статья посвящена решению проблемы построения абстрактных универсальных моделей интеллектуального накопления и обработки знаний с формализацией семантики поиска и принятия решений при обработке знаний. Особое место в решении данной задачи играет процесс снижения уровня информационной неопределенности в информационных потоках, сопровождающих процесс накопления знаний, а также использование адекватных средств анализа полученной информации для выполнения необходимых процедур

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты: № 17-07-00446, № 18-07-00055).

оптимизации, прогнозирования и обоснования целесообразности полученных результатов. Конкретным научным результатом стала агентная модель фильтра знаний, решающего задачи семантической идентификации ключевой информации и обработки гетерогенных ресурсов знаний на основе использования онтологических структур. Применение процедуры семантической идентификации как инструмента классификационного анализа знаний требует, прежде всего, выяснения родовых понятий, которые будут служить идентификаторами при выделении соответствующих лексико-семантических групп терминов. Элементы знания в сетевых ресурсах обезличены, что приводит к десемантизации – приписыванию термину смысла, которого у него не было, и далее использование этого термина в новом смысле, при одновременном попирании смысла старого. При этом возникает проблема семантической идентификации, которая требует сложного и длительного обучения лингвистическим особенностям обрабатываемого источника для отображения смысла и построения системы отношений на множестве элементов знания. Решение проблемы смысловой неоднозначности потребовало развития онтологических методов поиска взаимно однозначного соответствия тождественного, подобного и похожего.

Семантические модели; поиск и обработка знаний; агентные модели; фильтр знаний; семантическая идентификация; онтологические структуры.

Yu.A. Kravchenko

KNOWLEDGE SIFTER MODEL FOR SEMANTIC IDENTIFICATION PROBLEMS

This article is devoted to solving the problem of knowledge intellectual accumulation and processing of abstract universal models constructing by the search and decision-making semantics formalization in the knowledge processing. A special role in the solution of this problem plays the reduction of information uncertainty in the information flow accompanying the process of knowledge accumulation and the use of appropriate means for information analyzing to perform the necessary optimization procedures, forecasting and study the feasibility of the results. Concrete scientific result is agent model of knowledge filter which can solve problems of semantic identification of key information and processing of heterogeneous knowledge resources on the basis of ontology-based structures. The application of semantic identification procedure as a tool for the classification analysis of knowledge requires, first of all, the clarification of generic concepts that will serve as identifiers in the selection of the appropriate lexical-semantic groups of terms. Elements of knowledge in the network resources are depersonalized, which leads to desemantization, i.e. attributing the meaning to the term, which the term did not have before, and then using the term in a new meaning, at the same time flouting the old meaning. This raises the problem of semantic identification, which requires a complex and lengthy learning of the linguistic features of the source being processed to reflect the meaning and construct a system of knowledge elements relations on the set. The solution of semantic ambiguity problem required the development of ontological methods for finding a one-to-one correspondence of the identical and similar.

Semantic models; knowledge search and processing; agent models; knowledge sifter; semantic identification; ontological structure.

Введение. Поток информации из априорных и машинно-генерируемых источников растет лавинообразно, в подобных условиях использование прогрессивных методов управления знаниями, интеллектуального анализа данных и онтологического поиска не дает гарантии эффективной работы информационных интеллектуальных систем. Основная проблема заключается в нетривиальности идентификации инструктирующей информации [1–6]. Для повышения эффективности определения семантически значимых отношений на множестве знаний необходимо в качестве прецедентов использовать формализованные модели ранее успешно обработанных подобных пользовательских запросов.

Наиболее сложными являются задачи определения многоуровневой и междисциплинарной организации информационных потоков с точки зрения выявления неявных зависимостей и закономерностей. Ожидаемые конкретные научные результаты могут проявляться в увеличении вероятности продуцирования нового знания.

Получение нового знания – прежде всего результат решения задачи выбора и интеграции множества альтернатив на основе выявления, классификации, представления, преобразования и других процедур управления знаниями. Основой нового знания служит информация, от свойств которой зависит эффективность процессов управления знаниями. Поэтому изучение свойств информации, способы ее представления и обработка, преобразование и извлечение знаний из нее, как основные составляющие информационного процесса, представляют собой актуальные и обязательные стадии управления знаниями.

Вопрос повышения эффективности управления знаниями на основе снижения уровня неопределенности в информационных потоках, определяющих и сопровождающих процесс принятия решений, на протяжении длительного времени является актуальным для многих прикладных задач современных информационных технологий. Среди успешных исследований в данной области следует выделить труды: В. Liu F. Scott, А. Neumaier, Н. Schjaer-Jacobsen, D. Dubois, О.И. Ужга–Реброва.

Недостатком исследований перечисленных ученых является отсутствие разработок в области создания эффективных моделей и методов решения задач извлечения и накопления знаний в условиях неопределенной информации, в частности в условиях эпистемической неопределенности, которая характеризуется недостатком знаний и объемом доступной для исследования информации.

Именно сложная система отношений на множестве элементов знания создает семантическое пространство, задающее область существования и функционирования внутренних зависимостей и закономерностей, как на уровне предметной области, так и в междисциплинарном контексте. Эффективность семантической идентификации зависит от правильности определения наличия явных и неявных отношений на множестве элементов знания. Явные связи задаются непосредственно и всегда описаны системой существующей классификации в предметной области. К неявным связям относят на первый взгляд косвенные, возможно междисциплинарные, отношения, которые при последующей обработке могут привести к продуцированию нового знания, что делает их обнаружение актуальным и наиболее ценным в контексте целей функционирования интеллектуальных систем управления знаниями.

Наиболее важной проблемой при семантической идентификации является задача построения системы отношений между понятиями. Отметим, что отношения между понятиями отличаются индивидуальной спецификой. Так понятия могут быть связаны зависимостями и закономерностями, различающимися по смыслу в каждой конкретной предметной области. Более того, внутри понятия может быть установлена собственная система отношений, которая не является константой, так как понятие – не завершённый результат познания, находящийся в постоянной смысловой доработке. Данная особенность усложняет процедуру семантической идентификации с точки зрения многообразия внутренней смысловой и контекстной организации анализируемых понятий. Это многообразие может привести к ошибочному решению о различии сходных, либо о схожести разных понятий при управлении и фильтрации знаний, что требует создания эффективных интеллектуальных поисковых и аналитических информационных систем, имеющих в своем арсенале средства анализа смысловой нагрузки исследуемых элементов знания, построенных на основе онтологических и многоагентных моделей.

1. Агентная модель фильтра знаний. Представим основные аспекты разработки агентной модели фильтра знаний, решающего задачи семантической идентификации ключевой информации и обработки гетерогенных ресурсов знаний. Зачастую поисковый запрос имеет семантическое несоответствие понятийной организации информационной системы и пользователя с точки зрения структуры и формы запроса.

Гипотезой данной разработки является предположение о том, что семантическая идентификация ключевой информации поискового запроса может быть эффективно проведена при помощи фильтра предварительной обработки. Данный фильтр знаний использует семантическую модель отношений терминов и определений в иерархии предметных областей междисциплинарного информационного пространства. Цель применения фильтра – систематизация рассматриваемых терминов и определений с дальнейшим изменением поискового запроса для повышения эффективности анализа и обработки знаний. Оценку качества полученного запроса можно провести на основе синтаксических, семантических, категориальных и приоритетных особенностей, которые позволят задать вес запроса.

Агентная модель подобного фильтра (рис. 1) позволит координировать поиск знаний в неоднородных распределенных источниках, содержащих неструктурированные или частично структурированные данные. Шаблоны, созданные агентами во время формулировки, усовершенствования, обработки и ранжирования поисковых запросов могут быть проиндексированы и сохранены в репозитории, как прецеденты. Обоснованием использования агентной модели является то, что агентов можно рассматривать в качестве автономных и превентивных субъектов.

Основными достоинствами предлагаемого фильтра знаний являются:

- 1) использование для поиска онтологических моделей;
- 2) возможность усовершенствования поискового запроса;
- 3) применение репозитория прецедентов.

Предлагаемая агентная модель фильтра имеет в своем составе три уровня:

- ◆ уровень пользователя;
- ◆ уровень управления знаниями;
- ◆ уровень источников знаний.

Агенты распределены по всем уровням модели и имеют определенные функциональные нагрузки. Функционирование агентов направлено на поддержку процессов изменения, ранжирования и обработки поисковых запросов. Фильтр знаний имеет открытую и модульную архитектуру, что является преимуществом при необходимости определения и конфигурирования новых онтологий, источников знаний и библиотечных систем.

Агент пользователя напрямую связан с Агентом предпочтений через определение основных пользовательских настроек. Классификация учитываемых предпочтений включает значимость термина (вес), оценка важности результатов обработки поискового запроса, описание исследуемых распределенных источников знаний и т.п. Оценка предпочтений также может быть проведена на основе истории прецедентов подобных запросов.

Агент онтологии необходим для проведения анализа образов моделей рассматриваемых предметных областей. Модели предметных областей созданы на основе открытого стандарта разработки онтологии *Ontology Web Language (OWL)*. Необходимые для проведения анализа синонимы понятий и определений Агент онтологии получает из библиотечной справочной системы. Расширенные функции подобных систем позволяют осуществлять поиск зависимостей и закономерностей в знаниях на основе анализа сведений различных типов данных, связанных с исследуемым элементом знания. Например, возможен перевод физического названия места в координаты широты и долготы, что может быть необходимым действием для некоторых ситуаций обработки знаний. Обновление и определение понятий и отношений в модели исследуемой предметной области происходят на основе модульного подхода.

Первая редакция поискового запроса попадает к Агенту онтологии, который после обращения к справочной системе получает необходимые синонимы. Пользователю, через Агента формулировки запроса, предлагается на выбор один или несколько синонимов. Решение получает Агент онтологии, который затем изменяет необходимый показатель в архитектуре онтологии OWL. От типа данных измененного показателя зависит подключаемая библиотечная справочная система, информация, полученная от нее, поступает Агенту формулировки запроса, который в дальнейшем передает переформулированный запрос Web агенту для обработки.

Семантическая обработка начального поискового запроса на основе имеющихся онтологий предметных областей и библиотечных справочных систем является основной функцией Агента онтологии после отработки Агента формулировки запроса. В дальнейшем измененный запрос делится Агентом формулировки запроса на подзапросы необходимые для охвата всех предметных областей источников знаний. Таким образом, происходит поддержка семантического посредничества при обработке терминологии, содержащейся в онтологиях предметных областей и справочных системах неоднородных распределенных источников знаний.

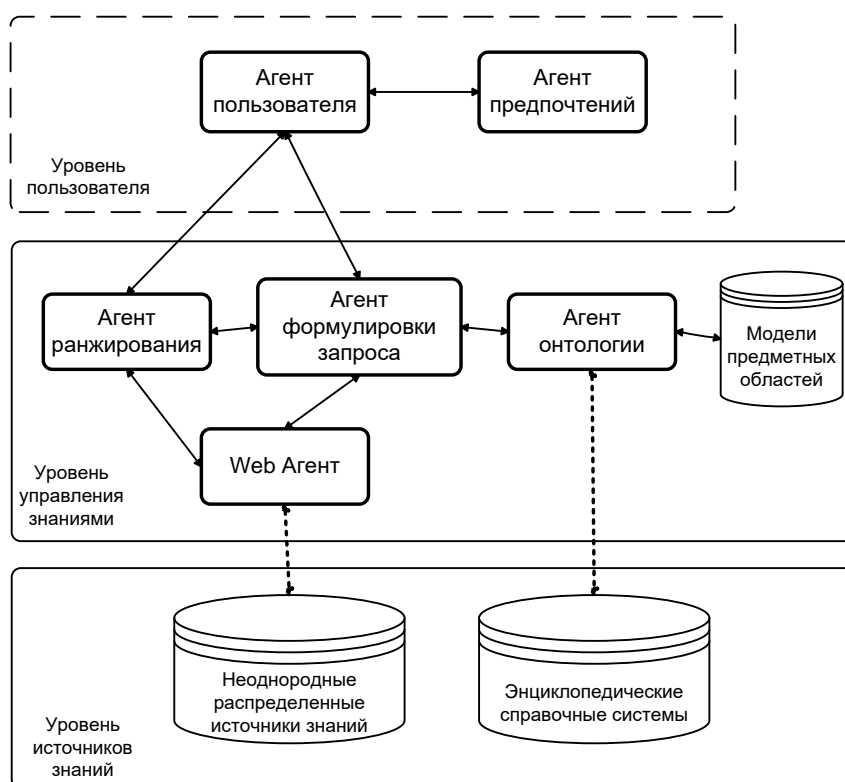


Рис. 1. Многоуровневая агентная модель фильтра знаний

Функция Web-агента – отправка измененного комплексного запроса, после обработки Агентом онтологии и разбиения на подзапросы Агентом формулировки запроса. Web-агент отправляет подзапросы и анализирует разнородные распределенные источники знаний с учетом параметров: пользовательских приоритетов; значимости ресурса; соглашения об условиях анализа; оценки релевантности ответов на подзапрос; меры качества организации сетевого трафика и динамической функциональной нагрузки источника [7–20].

Агент ранжирования отвечает за сбор получаемых результатов по каждому из подзапросов от распределенных разнородных ресурсов, оценивая их по семантическим критериям согласно правилам, полученным от Агента предпочтений. Предпочтения задаются на основе веса значимости используемого источника (от 0 до 10) и веса исследуемого термина, обнаруженного в данном запросе.

2. Экспериментальные исследования. Будем использовать предложенную модель фильтра знаний для создания онтологии. Создание онтологии проведем на основе методологии жизненного цикла, описанной стандартами XML, RDF, OWL. Применим язык онтологий OWL, основанный на синтаксисе XML, чтобы добавить семантический фильтр знаний для онтологии, созданной на основе RDF. Построение модели онтологии знаний позволит достигнуть комплексного представления структуры отношений и рассуждений между элементами знания в неоднородных распределенных источниках.

Основные параметры эксперимента: T_i – область знания; V – вектор междисциплинарных связей элементов знания (окружающая среда); V_1 – вектор элементов знания источника R_1 ; χ_i – значение степени вхождения области знания T_i в источник R_1 ; V_2 – вектор элементов знания источника R_2 ; ψ_i – значение степени вхождения области знания T_i в источник R_2 ; $sim(\)$ – сходство характеристик ключевых слов, означающее расстояние; $sim_d(\)$ – понятие вектора расстояния подобия двух источников R_1 и R_2 ; $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ – множество элементов знания (дидактических единиц) источника R_1 ; $\{B_1, B_2, \dots, B_m\}$ – множество элементов знания (дидактических единиц) источника R_2 ; $dis(A_i, B_j)$ – расстояние между представлениями R_1 and R_2 ($i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$); $RES(\)$ – вычисление подобия источников; $x=0,7$ – весовой коэффициент подобия векторов характеристик элементов знания; $y=0,3$ – весовой коэффициент понятия вектора расстояния между элементами знания.

Алгоритм вычисления сходства неоднородных распределенных источников знания определим в следующем виде:

1. Begin

$$2. sim(R_1, R_2) = \overline{V}_1 \cdot \overline{V}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \chi_i \psi_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \chi_i^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \psi_i^2}}$$

$$3. sim_d(R_1, R_2) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m dis(A_i, B_j)}$$

$$4. RES(R_1, R_2) = x * sim(R_1, R_2) + y * sim_d(R_1, R_2)$$

5. End.

Для того, чтобы оценить эффективность модели семантического фильтра знаний, был проведен ряд экспериментальных исследований. Более ста пользователей, были разделены на две группы. Описанный метод был применен только в первой группе. Идентификация только по ключевым словам в элементах знания применялась во второй группе. Пользователям было предложено оценить результаты семантической идентификации и ранжировать полученные оценки. Была применена шкала ранжирования от 0 до 100. Лучший результат 100. Для повышения объективности оценки, было сделано 7 различных выборок из источников знаний. Результаты можно видеть на рис. 2.

Представленная на рис. 2 диаграмма наглядно демонстрирует более высокий уровень результатов семантической идентификации с помощью предложенной агентной модели фильтра знаний по сравнению с оценкой на основе алгоритмов извлечения знаний по представительной выборке ключевых слов.

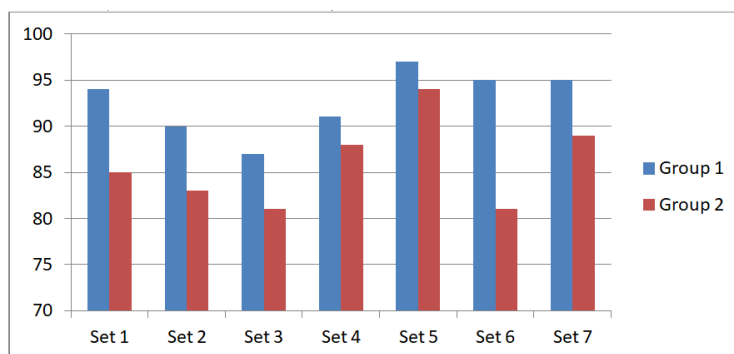


Рис. 2. Сравнение результатов семантической идентификации

В описанном алгоритме, очередь запросов всегда сортируется в порядке возрастания достижимых расстояний. Таким образом, алгоритм всегда выбирает точки с наименьшим расстоянием.

Заключение. Фильтрация знаний предполагает использование агентной модели фильтра знаний, координирующей поиск знаний в неоднородных распределенных источниках, содержащих неструктурированные или частично структурированные данные. Шаблоны, созданные агентами во время формулировки, усовершенствования, обработки и ранжирования поисковых запросов могут быть проиндексированы и сохранены в репозитории, как прецеденты. Обоснованием использования агентной модели является то, что агентов можно рассматривать в качестве автономных и преемственных субъектов.

Основными достоинствами разработанной модели являются: семантическая поддержка релевантного поиска знаний из разнородных распределенных источников на основе онтологических моделей; использование информационных библиотечных справочных систем по различной тематике для повышения эффективности процедур поиска и обработки знаний; усовершенствование форм поисковых запросов на основе применения базы прецедентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lutsan M.V., Nuzhnov E.V., Kureichik V.V. Self-learning of the containers service coordinator agent in multi-agent automation environment of transit cargo terminal // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2015. – Vol. 347. – P. 109-117.
2. Amerland D. *Google Semantic Search: Search Engine Optimization (SEO) Techniques That Gets Your Company More Traffic, Increases Brand Impact and Amplifies Your Online Presence*. – Que Publishing, 2013. – 230 p.
3. Bova V.V., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Decision Support Systems for Knowledge Management // *Software Engineering in Intelligent Systems. Proceedings of the 4th Computer Science On-line Conference 2015 (CSOC2015)*. Vol. 3. – Springer International Publishing AG Switzerland, 2015. – P. 123-130.
4. Bova V.V., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Development of Distributed Information Systems: Ontological Approach // *Software Engineering in Intelligent Systems. Proceedings of the 4th Computer Science On-line Conference 2015 (CSOC2015)*. Vol. 3. – Springer International Publishing AG Switzerland, 2015. – P. 113-122.
5. 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.

6. Gladkov L.A., Gladkova N.V., Legebokov A.A. Organization of knowledge management based on hybrid intelligent methods // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2015. – Vol. 349. – P. 107-112.
7. Kerschberg L., Jeong H., Kim W. Emergent Semantic in Knowledge Sifter: An Evolutionary Search Agent based on Semantic Web Services. In: Spaccapietra, S., Aberer, K., Cudre-Mauroux, P. (eds.) // *Journal on Data Semantic VI. LNCS*. – 2006. – Vol. 4090. – P. 187-209.
8. Курейчик В.М., Курейчик В.В. Эволюционные, синергетические и гомеостатические стратегии в искусственном интеллекте: состояние и перспективы // *Новости искусственного интеллекта*. – 2000. – № 3. – С. 39-67.
9. Eberhart RC, Shi Y. Particle swarm optimization: developments, applications and resources // In *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, Seoul, Korea, 2001.
10. Бова В.В., Курейчик В.В. Интегрированная подсистема гибридного и комбинированного поиска в задачах проектирования и управления // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2010. – № 12 (113). – С. 37-43.
11. Запорожец Д.Ю., Курейчик В.В. Гибридный алгоритм решения задач транспортного типа // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2013. – № 7 (144). – С. 80-85.
12. Hu X., Shi Y., Eberhart R.C. Recent Advances in Particle Swarm // In *Proceedings of Congress on evolutionary Computation (CEC)*, Portland, Oregon, 2004. – P. 90-97.
13. Гладков Л.А., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Генетические алгоритмы. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.
14. Zaporozhets D.U., Zaruba D.V. and Kureichik V.V. Representation of solutions in genetic VLSI placement algorithms // *IEEE East-West Design & Test Symposium – (EWDTS'2014)* Kiev, Ukraine, 2014. – P. 1-4.
15. Sousa T., Silva A., Neves A. Particle Swarm based Data Mining Algorithms for classification tasks // *Parallel Computing*. – 2004. – Vol. 30, Issues 5-6. – P. 767-783.
16. Курейчик В.В., Родзин С.И. О правилах представления решений в эволюционных алгоритмах // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2010. – № 7 (108). – С. 13-21.
17. Запорожец Д.Ю., Кудяев А.Ю., Лежебоков А.А. Многоуровневый алгоритм решения задачи параметрической оптимизации на основе биоинспирированных эвристик // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. – 2013. – № 4 (54). – С. 21-28.
18. Курейчик В.М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2012. – № 7 (132). – С. 92-98.
19. Курейчик В.М., Кажаров А.А. Использование шаблонных решений в муравьиных алгоритмах // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2013. – № 7 (144). – С. 11-17.
20. Gladkov L.A., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Evolutionary Algorithm for Extremal Subsets Comprehension in Graphs // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – Vol. 27 (9). – P. 1212-1217.

REFERENCES

1. Lutsan M.V., Nuzhnov E.V., Kureichik V.V. Self-learning of the containers service coordinator agent in multi-agent automation environment of transit cargo terminal, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2015, Vol. 347, pp. 109-117.
2. Amerland D. Google Semantic Search: Search Engine Optimization (SEO) Techniques That Gets Your Company More Traffic, Increases Brand Impact and Amplifies Your Online Presence. Que Publishing, 2013, 230 p.
3. Bova V.V., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Decision Support Systems for Knowledge Management // *Software Engineering in Intelligent Systems. Proceedings of the 4th Computer Science On-line Conference 2015 (CSOC2015)*. Vol. 3. Springer International Publishing AG Switzerland, 2015, pp. 123-130.
4. Bova V.V., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Development of Distributed Information Systems: Ontological Approach, *Software Engineering in Intelligent Systems. Proceedings of the 4th Computer Science On-line Conference 2015 (CSOC2015)*. Vol. 3. Springer International Publishing AG Switzerland, 2015, pp. 113-122.
5. 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.

6. Gladkov L.A., Gladkova N.V., Legebokov A.A. Organization of knowledge management based on hybrid intelligent methods, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2015, Vol. 349, pp. 107-112.
7. Kerschberg L., Jeong H., Kim W. Emergent Semantic in Knowledge Sifter: An Evolutionary Search Agent based on Semantic Web Services. In: Spaccapietra, S., Aberer, K., Cudre-Mauroux, P. (eds.), *Journal on Data Semantic VI. LNCS*. 2006, Vol. 4090, pp. 187-209.
8. Kureychik V.M., Kureychik V.V. Evolyucionnye, sinergeticheskie i gomeostaticheskie strategii v iskusstvennom intellekte: sostoyanie i perspektivy [Evolutionary, synergetic and homeostatic strategies in artificial intelligence: state and prospects], *Novosti iskusstvennogo intellekta* [News of artificial intelligence], 2000, No. 3, pp. 39-67.
9. Eberhart RC, Shi Y. Particle swarm optimization: developments, applications and resources, In *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, Seoul, Korea, 2001.
10. Bova V.V., Kureychik V.V. Integrirovannaya podsystema gibridnogo i kombinirovannogo poiska v zadachakh proektirovaniya i upravleniya [Integrated subsystem of the hybrid and combined search in problems of design and management], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 12 (113), pp. 37-43.
11. Zaporozhec D.Yu., Kureychik V.V. Gibridnyy algoritm resheniya zadach transportnogo tipa [A hybrid algorithm for solving problems of transport type], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2013, No. 7 (144), pp. 80-85.
12. Hu X., Shi Y., Eberhart R.C. Recent Advances in Particle Swarm, In *Proceedings of Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, Portland, Oregon, 2004, pp. 90-97.
13. Gladkov L.A., Kureychik V.M., Kureychik V.V. Geneticheskie algoritmy [Genetic algorithm]. Moscow: Fizmatlit, 2006, 320 p.
14. Zaporozhets D.U., Zaruba D.V. and Kureichik V.V. Representation of solutions in genetic VLSI placement algorithms, *IEEE East-West Design & Test Symposium – (EWDTS'2014) Kiev, Ukraine, 2014*, pp. 1-4.
15. Sousa T., Silva A., Neves A. Particle Swarm based Data Mining Algorithms for classification tasks, *Parallel Computing*, 2004, Vol. 30, Issues 5-6, pp. 767-783.
16. Kureychik V.V., Rodzin S.I. O pravilakh predstavleniya resheniy v evolyucionnykh algo-ritmakh [About the rules for the submission of solutions in evolutionary algorithms], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 7 (108), pp. 13-21.
17. Zaporozhec D.Yu., Kudaev A.Yu., Lezhebokov A.A. Mnogourovnevyy algoritm resheniya zadachi parametriceskoy optimizacii na osnove bioinspirirovannykh evristik [A multilevel algorithm for solving the problem of parametric optimization based on bio-inspired heuristics], *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [Izvestiya of Kabardino-Balkar scientific center of RAS], 2013, No. 4 (54), pp. 21-28.
18. Kureychik V.M. Osobennosti postroeniya sistem podderzhki prinyatiya resheniy [Features of construction of systems of support of acceptance of decisions], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2012, No. 7 (132), pp. 92-98.
19. Kureychik V.M., Kazharov A.A. Ispol'zovanie shablonnykh resheniy v murav'inykh algoritmakh [The use of standard solutions in ant colony optimization algorithms] *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2013, No. 7 (144), pp. 11-17.
20. Gladkov L.A., Kravchenko Y.A., Kureichik V.V. Evolutionary Algorithm for Extremal Subsets Comprehension in Graphs, *World Applied Sciences Journal*, 2013, Vol. 27 (9), pp. 1212-1217.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.И. Финаев.

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

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