

УДК 004.4'242

**АГРЕГАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ О ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ
НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ¹**

Статья поступила в редакцию 28.10.2015 г., в окончательном варианте 31.10.2015 г.

Кравец Андрей Дмитриевич, аспирант, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская федерация, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, e-mail: kad@gde.ru

Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, Астраханский инженерно-строительный институт, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, e-mail: irapet1949@gmail.com

Кравец Алла Григорьевна, доктор технических наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская федерация, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, e-mail: agk@gde.ru

В статье приведено описание процесса проектирования системы сбора и анализа данных для реализации методов формирования базы знаний как информационного ядра систем управления инновациями на основе автоматической генерации интеллектуальных агентов мультиагентных систем. База знаний наполняется за счет агрегации разнородной информации о перспективных технологиях из открытых источников. Авторы проанализировали текущее состояние предметной области и доказали актуальность создания системы, осуществляющей сбор данных о перспективных технологиях. В ходе разработки мультиагентной системы был применен новый метод проектирования, основанный на автоматической генерации интеллектуальных агентов мультиагентных систем. В статье описаны шаги, соответствующие этапам данного метода, выполненным в ходе проектирования мультиагентной системы сбора и анализа данных о перспективных технологиях. Благодаря применению нового метода удалось достичь сокращения времени разработки, уменьшения объемов потерь и ошибочно выбираемых данных, сократить затраты на управление.

Ключевые слова: мультиагентные системы, генерация систем, интеллектуальные методы, визуальное программирование, компонентно-ориентированный подход, перспективные технологии

**GATHERING OF INFORMATION ON FORECAST TECHNOLOGIES
BASED ON AUTOMATIC GENERATION OF INTELLECTUAL AGENTS
FOR MULTI-AGENT SYSTEM**

Kravets Andrey D., post-graduate student, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: kad@gde.ru

Petrova Irina Yu., D.Sc. (Engineering), Professor, Astrakhan Institute of Civil Engineering, 18 Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: irapet1949@gmail.com

Kravets Alla G., D.Sc. (Engineering), Professor, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: agk@gde.ru

This article contains description of design process of the data gathering and analysis system as a realization of forming methods of a knowledge base as an informational core for innovation management system based on automated generation of intellectual agents for the multi-agent system. Knowledge base is filled by means of aggregation of heterogeneous information on forecast technologies from open sources. Authors ana-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-07-06254 А и № 15-37-50355 мол_нр.

lyzed current state of subject area of forecast technologies and proved the relevance of system which is able of gathering data on forecast technologies. Realization of the system is based on a multi-agent technology. During development process of multi-agent system authors implemented a new method of system design based on automatic generation of intellectual agents for multi-agent system. Article contains information on steps performed in the process of multi-agent system of gathering, processing and integration of information on forecast technologies development respectively to the method. Implementation of the method allowed reduction of development time, decrease of losses and mistakes in gathered data, reduction of management costs.

Keywords: multi-agent systems, system generation, intellectual methods, visual programming, component-based approach, forecast technologies.

Введение. На современном этапе научно-технического прогресса инновационная деятельность связана с необходимостью поиска и обработки сверхбольших объемов разнородной информации. Источниками такой информации являются как разнообразные базы данных объектов интеллектуальной собственности, так и открытые источники: базы научного цитирования, журналы, ресурсы сети Интернет. Исследование, представленное в данной статье, направлено на решение научной проблемы агрегации, аналитической обработки и актуализации баз знаний автоматизированных систем управления инновациями (САИ).

Технический прогресс направлен в сторону разработки более мощных, быстрых, компактных и изящных машин. Пределом такого развития можно считать машины, размером с молекулу. Машина, построенная из ковалентно связанных атомов, является чрезвычайно прочной, быстрой и малой. Разработкой, созданием и управлением такими машинами занимается молекулярная нанотехнология, являющаяся на данный момент одним из наиболее перспективных направлений развития технологий. Благодаря нанотехнологиям, удалось достичь огромного прогресса в областях химии, физики, медицины, техники. Перспективные технологии (ПТ) активно применяются в сельском хозяйстве, энергетике, внедряются в транспортной отрасли и на производстве, в том числе и при выпуске продуктов первой необходимости [10].

Использование перспективных технологий является общепризнанным залогом процветания и высокой экологической безопасности производств в современных государствах.

Актуальность создания мультиагентной системы (МАС) сбора данных о ПТ определяется возрастающей ролью таких технологий в различных сферах науки и жизни общества; ростом числа разрабатываемых технологий и следующей из этого необходимостью организации автоматизированного сбора разрозненных знаний (сведений) о технических процессах и технологиях, размещенных на различных интернет-ресурсах; необходимостью хранения собранных данных в унифицированном виде, доступном для конечного пользователя.

Рост числа публикаций, посвященных ПТ, вынуждает организации, заинтересованные в получении информации по данной тематике, привлекать значительные трудовые ресурсы на поиск источников в сети Интернет, формирование и наполнение целевых баз данных. Применение МАС сбора данных о перспективных технологиях предполагает сокращение использования человеческих ресурсов для сбора и классификации информации из Интернета, а также устранение недостатков, связанных с «ручным» способом заполнения «таблиц с результатами» – за счет системы построения отчетов, осуществляющей выборки из собранной информации на основе различных критериев [11].

Выбор многоагентной технологии в качестве базовой при проектировании распределённых систем позволяет легко сочетать в единой системе как универсальные протоколы, так и любые другие частные средства работы с конкретными типами баз данных. Ещё на этапе проектирования в такую систему закладывается гибкость, горизонтальная и вертикальная расширяемость (масштабируемость), существенно упрощается решение задач распределения нагрузки между серверами [8, 9].

Целью данной статьи является обобщение результатов проведённой апробации работоспособности метода проектирования на основе автоматической генерации интеллектуальных агентов мультиагентных систем на примере системы агрегации информации о ПТ.

Мультиагентный модуль сбора данных о перспективных технологиях. Система поиска информации о ПТ осуществляет отслеживание, сбор и анализ информации, содержащей сведения о наиболее современных технологических процессах, с интернет-сайтов или из литературных источников.

Для реализации мультиагентного модуля, занимающегося сбором данных о ПТ, было предложено воспользоваться новой методикой проектирования, основанной на применении автоматической генерации интеллектуальных агентов МАС. Методика включает в себя следующие шаги (рис. 1) [6, 7].

1. Анализ проблемы в предметной области, обеспечивать решение которой должно создание МАС.

2. Определение множества входных параметров $\{I_S\}$ и вида предполагаемого $\{O_S\}$ отклика проектируемой системы.

3. Итеративный процесс разработки структуры МАС посредством визуального программирования, разделенный на следующие этапы:

а) определение набора агентов $\{A\}$ в системе;

б) определение множеств источников входных $\{I_A\}$ и приемников выходных $\{O_A\}$ параметров для каждого агента;

с) определение набора частных настроек $\{S_A\}$ для каждого агента;

д) проверка работы МАС на тестовых данных в среде, приближенной к целевой;

4. Интеграция МАС в предметную область.

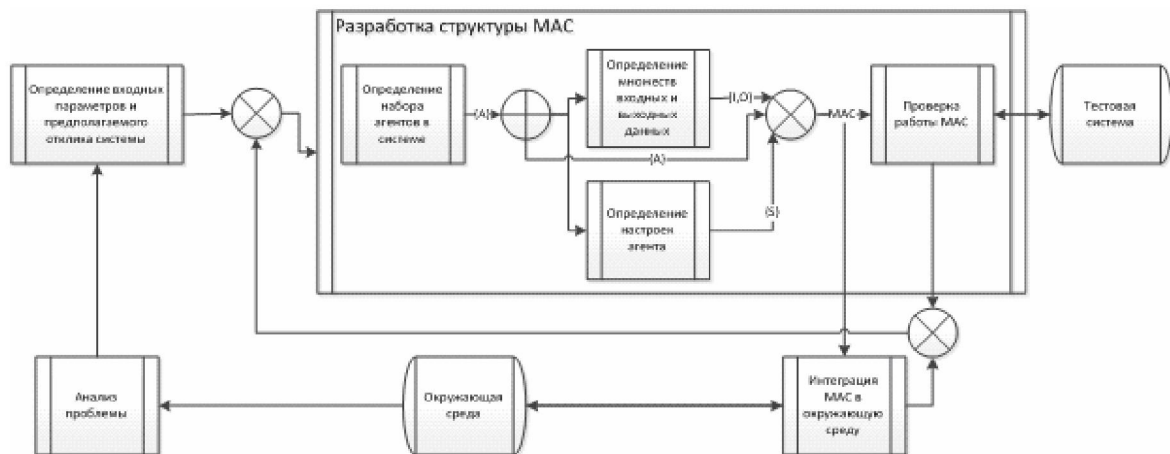


Рис. 1. Схема методики проектирования мультиагентных систем

В результате анализа проблемы сбора данных экспертом предметной области было определено, что основными функциями данной системы должны быть:

- сбор информации о ПТ-процессах;
- анализ и представление собранных данных в унифицированном виде;
- организация хранения собранной информации в базе данных ПТ.

Входные параметры системы были определены в виде ряда таблиц:

- таблица, содержащая список адресов сайтов, на которых могут быть обнаружены данные об интересующих технологиях;

- таблица, с набором терминов, позволяющих классифицировать тот или иной текст, как содержащий данные о ПТ.

Выходные данные системы должны быть сформированы в виде таблицы, содержащей описание технологий, их названия и адреса источников, из которых была взята данная информация.

Разработка структуры МАС. Применительно к задаче сбора данных о ПТ, сгенерированный многоагентный модуль сбора и интеллектуального анализа данных включает в себя следующие агенты (рис. 2) [4, 5].

SiteAgent {1..N} – агент-сборщик, настроенный на определенный сайт или иной источник информации. При помощи методов интеллектуального анализа информации он отбирает из «своего» источника только те разделы и адреса, которые содержат обновленную информацию о ПТ-процессах изготовления продукта или оказания услуги.

UnificationAgent {1..N} – агент, настроенный на взаимодействие с определенным агентом-сборщиком. Он выполняет извлечение данных из отобранных текстов и приведение их к унифицированному виду (форме).

GatheringAgent – агрегирует сводную таблицу собранных агентами данных.

InterfaceAgent – организует взаимодействие пользовательских и внутрисистемных данных.

PickupAgent – позволяет пользователю задавать и редактировать словари, наборы ключей и паттернов, используемых для поиска и отбора информации.

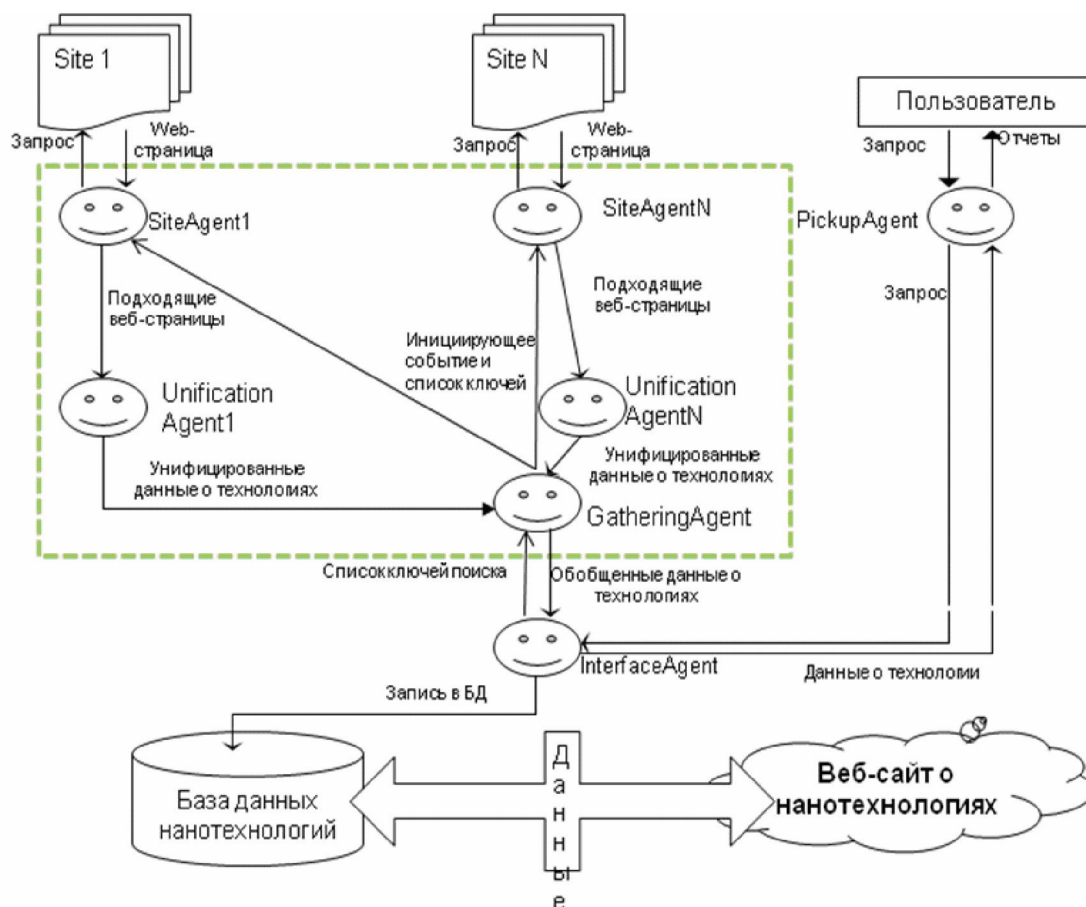


Рис. 2. Общая архитектура системы сбора данных о перспективных технологиях

В ходе работы, описываемой в настоящей статье, был реализован модуль, состоящий из агента-сборщика, агента унификации и агента агрегации данных (этот модуль выделен на рис. 2 пунктиром).

В системе генерации МАС была составлена схема межагентного взаимодействия мультиагентной системы сбора данных, для которой (рис. 3) [12] используются следующие агенты:

- Substring Agent – агент, определяющий тексты, соответствующие теме поиска, на основании наличия в них терминов из словаря;
- Analysis agent – агент анализа текстов, формирующий таблицу, содержащую информацию об источнике данных; описание и имя найденной технологии;
- Gathering agent – агент, агрегирующий данные от агентов анализа текстов и представляющий их в виде единой выходной таблицы.

Таким образом, каждый объект, указанный пользователем на схеме агентного взаимодействия, является, фактически, фабрикой агентов, воспроизводящей их в соответствии с настройками. Так «Substring agent» генерирует агентов для каждого переданного системе источника данных. Сгенерированному агенту «Substring agent» соответствует агент анализа данных «Analysis agent». По окончании обработки все агенты анализа передают собранные данные в виде таблиц единственному агрегирующему агенту «Gathering agent», формирующему выходную таблицу [13].

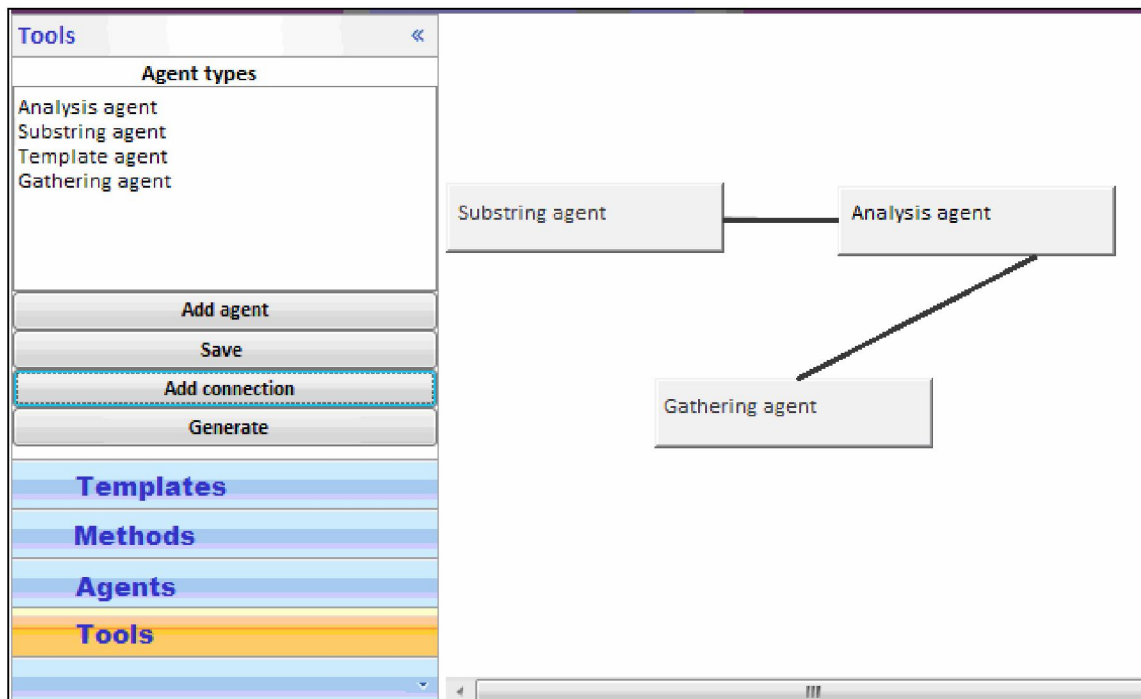


Рис. 3. Схема организации межагентного взаимодействия

Проверка работы МАС. Сгенерированная по данной схеме система прошла апробацию путем сбора данных о ПТ из предварительно определенного пула сайтов. Список сайтов включал в себя European Nanotechnology Gateway Nanoforum, Международный инновационный центр нанотехнологий СНГ, Информационная система «Научно-технические разработки РАН» и другие (всего 8 сайтов). Пример результатов работы МАС сбора и анализа данных о перспективных технологиях представлен на рисунке 4.

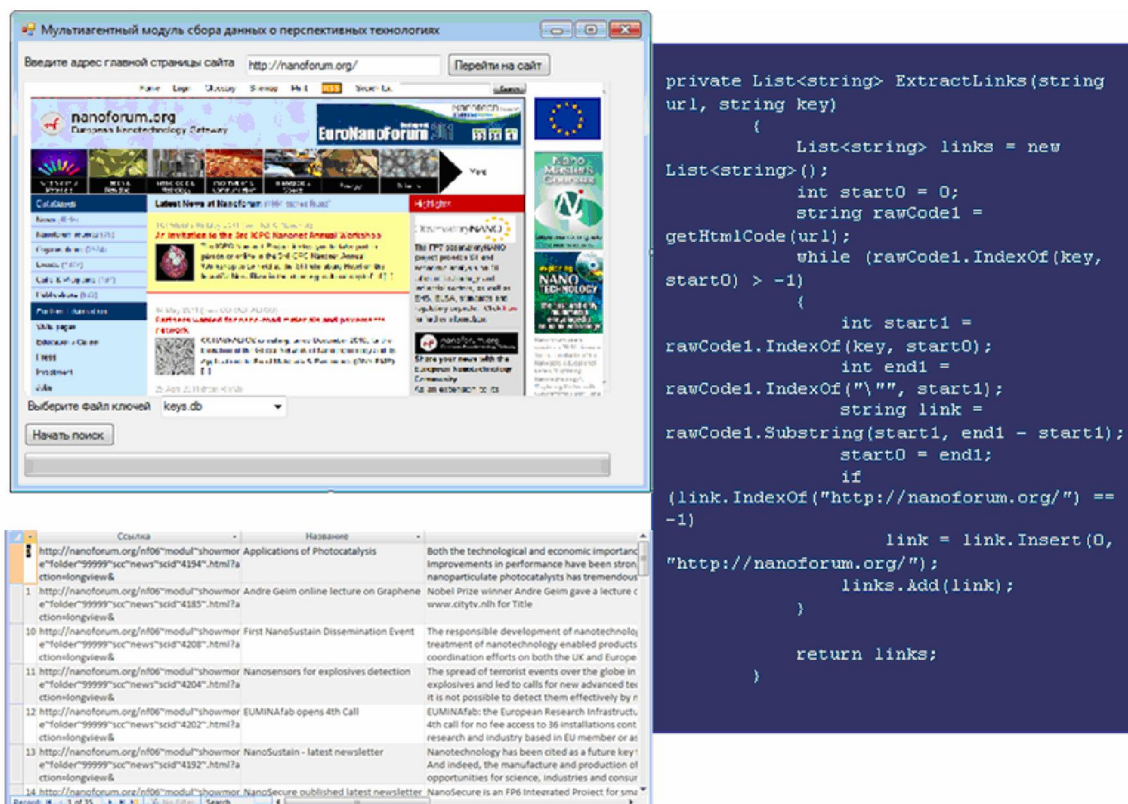


Рис. 4. Иллюстративный пример результатов работы MAC сбора и анализа данных о перспективных технологиях. На рисунке представлены: внешняя среда; сгенерированный код агента сбора информации; собранные и структурированные данные

По результатам апробации прототипа MAC сбора и анализа данных о перспективных технологиях были получены следующие результаты [1]:

- сокращение времени разработки при помощи генератора MAC по сравнению с выполнением разработки на основе библиотек создания мультиагентных систем – до 55 %;
- устранение потерь и ошибочно выбранных данных при использовании мультиагентных модулей – до 25 %;
- сокращение затрат трудовых и материальных ресурсов на осуществление выборки целевых данных – до 35 %.

Закключение. В статье приведено описание процесса проектирования мультиагентной системы сбора и анализа данных о перспективных технологиях. Решение проблем разнородности информации и субъективизма разработчика за счет автоматической генерации интеллектуальных агентов сбора данных позволит формировать и поддерживать в актуальном состоянии базу знаний систем САИ.

На примере данной разработки проведена апробация метода проектирования на основе автоматической генерации интеллектуальных агентов мультиагентных систем. Благодаря применению нового метода удалось достичь сокращения времени разработки, уменьшения объемов потерь и ошибочно выбранных данных, сократить затраты на управление. Таким образом, апробацию метода можно считать успешной.

Список литературы

1. Авдеенко Т. В. Мультиагентный подход с использованием нечеткого моделирования в задаче многокритериального принятия решений / Т. В. Авдеенко, М. А. Васильев // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2010. – № 1. – С. 63–74.
2. Кизим А. В. Генерация интеллектуальных агентов для задач поддержки технического обслуживания и ремонта / А. В. Кизим, А. Д. Кравец, А. Г. Кравец // Известия Томского политехнического университета [Тема выпуска "Управление, вычислительная техника и информатика"]. – 2012. – Т. 321, № 5. – С. 131–134.
3. Кравец А. Г. Component-Based Approach to Multi-Agent System Generation / А. Г. Кравец, С. А. Фоменков, А. Д. Кравец // Knowledge-Based Software Engineering : Proceedings of 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 (Volgograd, Russia, September 17–20, 2014) / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, Tadashi Iijima. – Springer International Publishing, 2014. – Vol. 466. – P. 483–490.
4. Кравец А. Д. Генератор агентов мультиагентной системы сбора данных о перспективных технологиях / А. Д. Кравец, С. В. Шевченко, А. Г. Кравец // Вестник Харьковского политехнического института. – 2012. – № 29. – С. 92–97.
5. Кравец А. Д. Разработка методов генерации интеллектуальных мультиагентных систем / А. Д. Кравец // Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – 2014. – Вып. 22, № 25 (152). – С. 145–150.
6. Крылов И. Б. Математические методы и мультиагентный подход, применяемые при разработке интеллектуальной обучающей системы технической дисциплины / И. Б. Крылов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2014. – С. 333–336.
7. Петрова И. Method of Multi-agent System Design Based on Generation Algorithm / И. Петрова, А. Д. Кравец // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2015 : Proceedings of the First Conference (Volgograd, Russia, September 15–17, 2015) Ser. Communications in Computer and Information Science / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, O. Shabalina. – Switzerland : Springer International Publishing, 2015. – Vol. 535. – P. 169–178.
8. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. – Москва : Эдиториал, 2002. – 352 с.
9. Щербаков М. В. Мультиагентный метод управления энергопотоками в гибридной энергосистеме с источниками возобновляемой энергии / Н. Т. Май, В. А. Камаев, М. В. Щербаков, Т. Х. Чинь // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 2 (22). – С. 30–41.
10. Adelinde M. Uhrmacher, Danny Weyns, Multi-Agent Systems: Simulation and Applications / M. Adelinde. – CRC Press, 2009.
11. Arcangeli J.-P. Software Architectures and Multiagent Systems / J.-P. Arcangeli, V. Noël, F. Migeon // Software Architecture 2. – 2014. – Pp. 171–207.
12. Kravets A. G. Intelligent multi-agent systems generation / A. G. Kravets, A. D. Kravets, A. A. Korotkov // World applied sciences journal. – 2013. – Vol. 24, № 24. – P. 98–104.
13. Kravets A. G. Multi-agent systems component-based generator: development approach / A. G. Kravets, A. D. Kravets, S. A. Fomenkov, V. A. Kamaev // Applied Computing 2013: proceedings of the IADIS International Conference (Fort Worth, Texas, USA, October 23–25, 2013). – Texas, 2013. – P. 178–182.

References

1. Avdeenko T. V., Vasilev M. A. Multiagentnyy podkhod s ispolzovaniem nechetkogo modelirovaniya v zadache mnogokriterialnogo prinyatiya resheniy [Multi-agent approach with implementation of fuzzy modelling to the problem of multi-criteria decisionmaking]. *Nauchnyy vestnik novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of the Novosibirsk State Technical University], 2010, no. 1, pp. 63–74.
2. Kizim A. V., Kravets A. D., Kravets A. G. Generatsiya intellektualnykh agentov dlya zadach podderzhki tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta [Generation of intellectual agents for the task of technical service and repairmen support]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Thema vypuska "Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika "] [Proceedings of Tomsk Polytechnic University-sky [Theme issue "Management Computer science and information science "]], 2012. vol. 321, no. 5, pp. 131–134.

3. Kravets A. G., Fomenkov S. A., Kravets A. D. Component-Based Approach to Multi-Agent System Generation. *Knowledge-Based Software Engineering: Proceedings of 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 (Volgograd, Russia, September 17–20, 2014)*, Springer International Publishing Publ., 2014, pp. 483–490.
4. Kravets A. G., Shevchenko S. V., Kravets A. D. Generator agentov multiagentnoy sistemy sbora dannykh o perspektivnykh tekhnologiyakh [Agent generator for multi-agent system of gathering data on forecast technologies]. *Vestnik Kharkovskogo politekhnicheskogo institute* [Bulletin of the Kharkov Polytechnic Institute], 2012, no. 29, pp. 92–97.
5. Kravets A. D. Razrabotka metodov generatsii intellektualnykh multiagentnykh system [Development of intellectual multi-agent system generation methods]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Aktualnye problemy upravleniya, vychislitel'noy tekhniki i informatiki v tekhnicheskikh sistemakh* [Izvestia of Volgograd State Technical University. Ser. Actual Problems of Management, Computer Science and Informatics in Technical Systems], 2014, vol. 22, no. 25 (152), pp. 145–150.
6. Krylov I. B. Matematicheskie metody i multiagentnyy podkhod, primenyaemye pri razrabotke intellektualnoy obuchayushchey sistemy tekhnicheskoy discipliny [Mathematical methods and multiagent approach used in the development of intelligent tutoring system of technical disciplines]. *Universitetskiy kompleks kak regionalnyy tsentr obrazovaniya, nauki i kultury* [The University Complex as a Regional Center of Education, Science and Culture], 2014, pp. 333–336.
7. Petrova I., Kravets A. D. Method of Multi-agent System Design Based on Generation Algorithm. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2015. Proceedings First Conference (Volgograd, Russia, September 15–17, 2015)*, Switzerland, Springer International Publishing Publ., 2015, pp. 169–178.
8. Tarasov V. B. *Ot mnogoagentnykh sistem k intellektualnym organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika* [From multi-agent systems to intellectual organizations: philosophy, psychology, computer science], Moscow, Editorial Publ., 2002. 352 p.
9. Shcherbakov M. V., Chin T. Kh., May N. T., Kamaev V. A. Multiagentnyy metod upravleniya energopotokami v gibridnoy energosisteme s istochnikami vozobnovlyaemoy energii [Multi-agent method of management energy flows in hybrid power systems with renewable energy sources]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 2 (22), pp. 30–41.
10. Adelinde M. *Uhrmacher, Danny Weyns, Multi-Agent Systems: Simulation and Applications*, CRC Press, 2009.
11. Arcangeli J.-P., Noël V., Migeon F. Software Architectures and Multiagent Systems. *Software Architecture 2*, 2014, pp. 171–207.
12. Kravets A. G., Kravets A. D., Korotkov A. A. Intelligent multi-agent systems generation. *World applied sciences journal*, 2013, vol. 24, no. 24, pp. 98–104.
13. Kravets A. G., Kravets A. D., Fomenkov S. A., Kamaev V. A. Multi-agent systems component-based generator: development approach. *Applied Computing 2013. Proceedings of the IADIS International Conference (Fort Worth, Texas, USA, October 23–25, 2013)*, Texas, 2013, pp. 178–182.

004.056:[624.01+624.9]

АНАЛИЗ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С РАСПОЛОЖЕНИЕМ, КОНСТРУКЦИЯМИ И ОСОБЕННОСТЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ¹

Статья поступила в редакцию 05.09.2015, в окончательном варианте 03.11.2015г.

Брумштейн Юрий Моисеевич, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: brum2003@mail.ru

Дюдиков Иван Андреевич, аспирант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: shtorman@mail.ru

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 14-06-00279 «Разработка методов исследования и моделирования объемов / структуры интеллектуальных ресурсов в регионах России».