

УДК 004.89:004.4

**Ф.А. Пономарев, С.И. Чуприна**Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
Пермь, Россия**РАЗРАБОТКА МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ВИЗУАЛЬНОГО  
РЕДАКТОРА ОНТОЛОГИЙ MULTONT 2.0 НА ПРИНЦИПАХ  
ВСТРАИВАЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

В современном цифровом мире все чаще требуется обработка больших и сверхбольших объемов данных. При этом роль средств визуального анализа данных, в том числе с использованием современных методов инженерии знаний, становится все более актуальной. Данная статья рассматривает обработку «больших данных» с использованием методов онтологического инжиниринга и фокусируется на визуальном представлении онтологий. Описываются предпосылки создания многопользовательского адаптируемого редактора онтологий MulTOnt 1.0. Проанализированы недостатки созданного исследовательского прототипа, показаны изменения версии 1.1. Исходя из требований к многопользовательскому редактору, выделены требования к версии 2.0. Исходя из них, рассмотрены некоторые новые возможности редактора. В частности, идет детальный обзор одновременной работы нескольких пользователей сразу с целым набором онтологий. В работе рассматриваются вопросы обработки динамического URL в ASP.NET. Также проводится сравнительный анализ технологий, позволяющих встраивать один веб-сайт в другой. Рассматриваются такие технологии, как Flash / Silverlight / JavaFx, <Object/>, <iframe/>, HTML5 <link/>. Сравнение проводится с точек зрения кросс-браузерности, функциональности, распространности. Исходя из этого сравнения, спроектировано обновление редактора MulTOnt 2.0. Благодаря реализации динамической обработки URL появляется возможность интегрировать MulTOnt напрямую без дополнительных действий только по веб-адресу, содержащему имя пользователя и название онтологии. В дальнейшем эти данные могут быть использованы в механизме журнализации. Данный функционал был успешно разработан и используется в текущей версии редактора MulTOnt, что наглядно демонстрируется в статье. В заключение в статье изложены перспективы развития редактора.

**Ключевые слова:** адаптируемая информационная система, многопользовательский графический редактор онтологий, тонкий веб-клиент, встраивание веб-приложения, динамическая обработка URL.

**Ph.A. Ponomarev, S.I. Chuprina**

Perm State National Research University, Perm, Russian Federation

**DEVELOPING A MULTI-USER ADAPTABLE ONTOLOGY EDITOR  
MULTONT 2.0 AS A EMBEDDING SOFTWARE**

In the modern digital world, more and more data processing is required. When working with them, often use the technology of knowledge engineering. This article examines the ontological approach and focuses on the visual representation of ontologies. The prerequisites for creating a multi-user adaptable ontology editor MulTOnt 1.0 are discussed. The shortcomings of the created research

prototype are analyzed, changes of version 1.1 are shown. Based on the requirements for the multi-user editor, the requirements for version 2.0 are highlighted. Based on them, some new features of the editor are considered. In particular, there is a detailed overview of the simultaneous operation of several users at once with a whole set of ontologies. The paper considers the mechanism of processing a dynamic URL in ASP.NET. Also, a comparative analysis of technologies that allow you to embed one website into another. We consider technologies such as Flash / Silverlight / JavaFx, <Object />, <iframe />, HTML5 <link />. Comparison is carried out from the point of view of cross-browser, functionality, prevalence. Based on this comparison, the update of the editor MulTOnt 2.0 was designed. Due to the implementation of dynamic URL processing, it is possible to integrate MulTOnt directly without additional actions only on the web address containing the user name and the name of the ontology. In the future, these data can be used in the mechanism of journalization. This functionality was successfully developed and used in the current version of the editor MulTOnt, which is clearly demonstrated in the article. The conclusion of the article speaks about the prospects for the development of the editor.

**Keywords:** adjusted information systems, multiuser ontology graphic editor, granular web client, incorporating web-apps, dynamic URL-handling.

**Введение.** В современном мире все более активно начинают использоваться технологии, которые выполняют обработку «больших данных». Необходимо учитывать семантику для поиска среди разнородной информации, для обработки больших данных, для составления прогнозов, организации логического вывода, для автоматизации процессов извлечения и представления знаний и пр. Для этого при работе с большими данными зачастую используют технологии инженерии знаний. При этом роль средств визуального анализа данных, в том числе с использованием современных методов инженерии знаний, становится все более актуальной.

Знания могут быть представлены различными моделями. Одна из самых распространенных моделей представления знаний – онтологическое представление знаний [1]. По Груберу онтология – строгая спецификация концептуализации [2]. Онтология состоит из понятий, связей между ними, аксиом и ограничений. Адекватная модель представления онтологий – семантическая сеть. За вершинами семантической сети кроются понятия, а за дугами – связи.

При работе с визуальным представлением онтологии необходимо использовать специализированные редакторы онтологий [3]. Однако существующие редакторы не имеют достаточно развитых инструментов для построения онтологий, они не имеют высокоуровневых средств адаптации на предпочтения конечного пользователя [4]. Необходимо учитывать, что чаще всего онтологии создаются в коллективе. Исходя из этого, графический редактор онтологий должен обладать возможностью многопользовательской разработки [4].

На базе ПГНИУ был создан многопользовательский графический редактор онтологий MulTOnt 1.0, адаптационные механизмы которого

основываются на механизмах редактора онтологий ОНТОЛИС [5, 6]. Необходимо отметить, что в современных разработках используют адаптационные механизмы, строящиеся на мультиагентных системах [7, 8], с применением концептуальных моделей [9], с логическими правилами [10], и один из самых распространенных методов – метод на основе онтологий [11, 12, 13]. Особенностью механизмов редактора MulTont является наличие метаонтологии, содержащей в себе различные знания по адаптации визуального представления онтологии, знания, описывающие реакции на события и пр. [14].

Как уже было отмечено выше, потребность в использовании визуального представления онтологии возникает в различных информационных системах. Для взаимодействия между разнородными системами зачастую используется импорт/экспорт, веб-сервисы [15], встраивание.

Редактор MulTont обладает возможностью импорта/экспорта в форматы owl и ont; развитие MulTont в сторону веб-сервиса планируется в будущем. В данной статье мы подробнее рассмотрим встраиванием веб-приложения MulTont в другое веб-приложение. Следует отметить, что MulTont версии 1.0 являлся исследовательским прототипом, он обладал рядом недостатков [4], которые были исправлены в версии 1.1. Тем не менее, редактор MulTont 1.1 не имел возможности одновременной работы с несколькими онтологиями.

В данной статье будет рассмотрено обновление, позволившее редактору MulTont работать с разными онтологиями нескольким пользователям одновременно.

**1. Встраивание MulTont в другие веб-приложения.** Очень важный аспект любого веб-приложения, которое может использоваться различными людьми в различных решениях, – встраиваемость. В контексте веб-технологий само визуальное представление редактора MulTont является веб-приложением.

Прежде чем описать механизмы встраивания редактора MulTont, рассмотрим подходы для встраивания одного веб-сайта в другой:

1. Flash / Silverlight / JavaFx.
2. <Object/>
3. <iframe/>
4. HTML5 <link/>

Рассмотрим все пункты с точки зрения возможности использования в различных браузерах, функциональности, тяжеловесности, распространенности.

Flash, Silverlight, Javafx не имеют возможности запуска во всех веб-браузерах. Хотя у них и присутствует возможность встраивания с полным сохранением функциональности страницы, они обладают собственным тяжеловесным API, что замедляет как разработку, так и выполнения самого веб-приложения в целом. Данный подход в современных веб-приложениях практически не применяется.

Вставка сайта с помощью тега `<Object/>` является простым решением, оно поддерживается всеми современными браузерами и не требует ничего дополнительно устанавливать. Вставка сайтов с помощью этого тега происходит с потерей функциональности в виде Java-скриптов. Для MulTOnt, который является веб-приложением, работающим с использованием фреймворков JQuery и SignalR, это не допустимо. В связи с отсутствием JS данное решение так же не является популярным.

Самое распространенное решение для вставки сайта в другой сайт – использование тега `<iframe/>`. Он позволяет встраивать полную страницу, сохраняет исполняемый код. Данный подход работает во всех современных браузерах, однако он требует некоторых ресурсов, так как браузер размещает в дочерний фрейм страницу целиком. Данный подход является самым распространенным решением для интеграции. Он используется при интеграции сервисов Google [16], VK [17] и т.д.

`<link/>` HTML5 – мощный инструмент. Его можно характеризовать следующим образом: «Элемент `<link>` существует в HTML уже давно, он предлагает нам простой и понятный способ вставки таблицы стилей и JavaScript-файлов в различные HTML-документы, но, к сожалению, он не позволяет встраивать другие HTML-файлы» [18]. Данный подход работает не во всех современных браузерах, не позволяет вставлять существующие страницы. Хотя он и является наиболее ресурсо-оптимизированным подходом, данные ограничения не позволяют применять данный подход в крупных веб-приложениях. В связи с этим он является менее распространенным, чем `<iframe>`.

Результаты сравнения продемонстрированы в таблице.

### Результаты сравнения технологий встраивания веб-сайтов

	Кросс-браузерность	Функциональность	Распространенность
Flash / Silverlight / JavaFx	+ -	-+ своя песочница, дополнительно ПО	-+
<Object/>	+	- нет возможности работы с JS	-+
HTML5 <link/>	+ -	-+ Не возможности вставки страницы	-+
<iframe/>	+	+ - вставка как полноценное окно	+

Исходя из рассмотренных подходов, адекватным задаче встраивания в другие веб-приложения является <iframe>.

**2. Одновременный доступ к разным онтологиям редактора MulTOnt 2.0.** В связи с тем, что при встраивании в сайт с помощью iframe мы указываем как источник ссылку, то для простоты встраивания необходимо постараться передать максимальное количество информации через эту ссылку.

Необходимо обратить внимание, что все ссылки, которые вставляются в iframe, могут быть также использованы в браузере напрямую. Тем самым расширяя инструментарий встраивания, мы увеличиваем возможности работы с MulTOnt напрямую.

Можно выделить два основных подхода к формированию URL – для каждого адреса делать физически присутствующий на жестком диске файл или же использовать динамическую обработку адреса. В связи с тем, что редактор MulTOnt является многопользовательским и подразумевает работу с многими онтологиями, то при условии максимизации передаваемой информации через URL было решено делать динамическую обработку адреса.

Таким образом, нам необходимо разобрать динамический URL и вернуть нужный ответ в зависимости от его содержания. Данная технология называется маршрутизацией: использование URL-адреса, не сопоставляемого с определенными файлами на веб-узле.

Благодаря URL мы будем передавать информацию о имени пользователя и названии онтологии. Это позволит нам превратить MulTOnt в редактор сразу нескольких различных онтологий.

Определим два подхода к формированию URL:

- 1) /index.html?user={UserName}&ontology={OntologyName};
- 2) /{UserName}/{Ontology}.

При реализации динамического разбора URL был реализован класс, обрабатывающий динамические запросы. В нем сохраняются имя пользователя и имя онтологии, которые в дальнейшем используются основным сайтом. Html-кодом такой страницы является стандартная страница «index.html».

Процесс обработки динамического URL в ASP.NET показан на рис. 1.

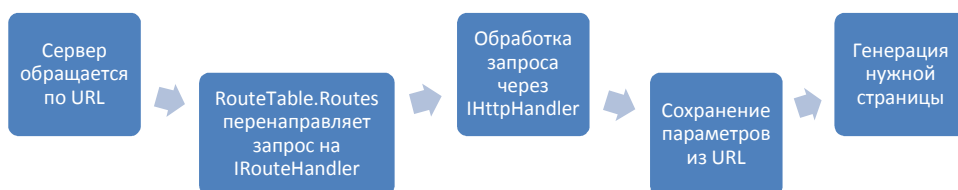


Рис. 1. Обработка динамического URL

Данный функционал был успешно разработан и используется в текущей версии редактора MulTOnt. На рис. 2 продемонстрирована работа с разными онтологиями по их имени.

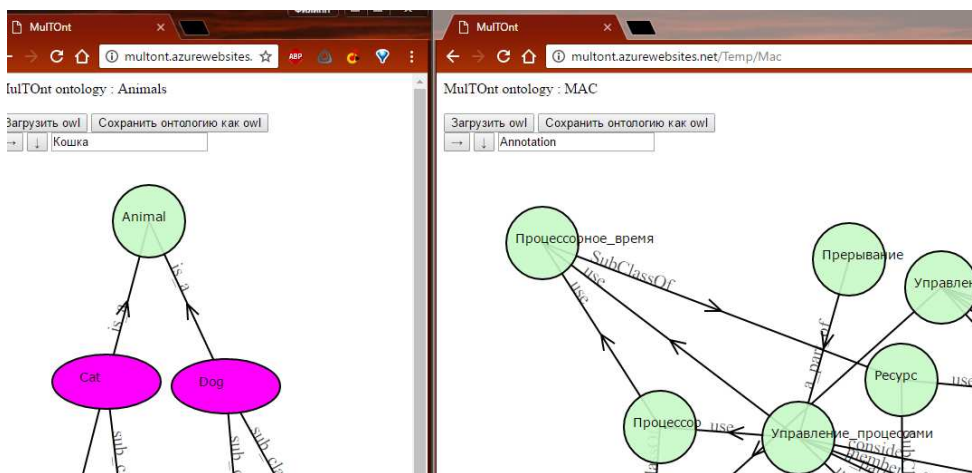


Рис. 2. Одновременная работа над несколькими онтологиями

Благодаря реализации динамической обработки URL появляется возможность интегрировать MulTOnt напрямую без дополнительных действий только по адресу, содержащему название только онтологии.

Однако для полноценной работы с редактором может понадобиться вызов API-редактора, что также было учтено при разработке встраивания.

**Выводы.** В данной статье было рассмотрено обзор технологий встраивания веб-приложений. Был продемонстрирован процесс динамической обработки URL в редакторе MulTOnt 2.0 для предоставления многопользовательского доступа к различным онтологиям редактора одновременно. Таким образом, было спроектировано и разработано обновление редактора MulTOnt [19] до версии 2.0. Данное направление компьютерной графики, связанное с увеличением степени когнитивности и интерактивности, является перспективным [20]. Это свидетельствует о востребованности адаптируемых редакторов и позволяет планировать дальнейшее развитие MulTOnt.

В дальнейшем планируется расширение работы с пользователями (различные права, привилегии, уровни доступа и т.д.); наращивание знаний метаонтологии; улучшение механизмов встраивания; обогащение пользовательского интерфейса; высокоуровневое представление метаонтологии; слияние, укладка онтологий.

### **Библиографический список**

1. Smith Barry. Ontology (Science) // Formal Ontology in Information Systems. – 2008. – IOS Press. – P. 21–35.
2. Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Second International Conference. – 1991. Morgan Kaufmann. – P. 601–602.
3. Пономарев Ф.А. MulTOnt – многопользовательский адаптируемый графический редактор онтологий // Вестник молодых учёных ПГНИУ: сб. науч. тр. / отв. ред. В.А. Бячкова / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – Вып. 5. – С. 109–116.
4. Пономарев Ф.А., Чуприна С.И. Многопользовательский адаптируемый редактор онтологий MulTOnt 1.1 // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2016. – № 4(20). – С. 100-108.
5. Чуприна С.И., Зиненко Д.В. ОНТОЛИС: адаптируемый визуальный редактор онтологий // Вестник Пермского университета. – 2013. – № 3(22). – С. 106–110.

6. ОНТОЛИС – адаптируемый визуальный редактор онтологий: пат. 2013615844 Рос. Федерация / Д.В. Зиненко, С.И. Чуприна; № 20132613451; заяв. и правообл. Перм. гос. нац. исслед. ун-т; заявл. 29.04.2013; опубл. 20.06.2013.

7. Budura A., Cudré-Mauroux P., Aberer K. From bioinformatic web portals to semantically integrated Data Grid networks // *Future Generation Computer Systems*. – 2006. – Vol. 23. – Iss. 3. – P. 485–496.

8. Оладько А.Ю. Модель адаптивной многоагентной системы защиты в операционной системе Solaris 10 // *Известия Южного федерального университета. Технические науки*. – 2011. – Вып. 12. – Т. 125. – С. 210–216.

9. Junxing Zhu, Aiping Li, Xiaoning Xu. A structure free self-adaptive piecewise hashing algorithm for spam filtering // *Proc. of the Fifth International Conference on Internet Multimedia Computing and Service*. – 2013. – P. 335–340.

10. Rule-based intelligent adaptation in mobile information systems / Shioh-yang Wu [et al.] // *Expert Systems with Applications*. – 2008. – Vol. 34(2). – P. 1078–1092.

11. Bianchini D., Antonellis V., Melchiori M. An Ontology-Based Architecture for Service Discovery and Advice System // *Proc. of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. – 2005. – P. 551–556.

12. Context management for adaptive information systems / C. Cinzia [et al.] // *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*. – 2006. – Vol. 146. – Iss. 1. – P. 69–84.

13. Ontology-based methodology for e-service discovery / D. Bianchini [et al.] // *Information Systems*. – 2006. – Vol. 31. – Iss. 4–5. – P. 361–380.

14. Пономарев Ф.А. Многопользовательский адаптируемый графический редактор онтологий MulTOnt // *Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы всерос. науч.-техн. конф.* – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 37–41.

15. Белорусов А.И. Интеграция информационных систем на основе стандартов XML и веб-сервисов в сфере закупок // *Молодой ученый*. – 2015. – № 11. – С. 9-15.



16. Встраивание YouTube [Электронный ресурс]. – URL: [https://developers.google.com/youtube/player\\_parameters?hl=ru](https://developers.google.com/youtube/player_parameters?hl=ru) (дата обращения: 21.04.2017).

17. Встраивание VK [Электронный ресурс]. – URL: <https://vk.com/pages?id=9279356> (дата обращения: 21.04.2017).

18. HTML5 <import/> [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.webmasters.by/articles/html-coding/3288-html5-imports.html> (дата обращения: 21.04.2017).

19. Адаптируемый визуальный редактор онтологий MulTOnt 1.1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://multont.azurewebsites.net> (дата обращения: 21.04.2017).

20. Чуприна С.И., Насраоуи О. Применение основанных на онтологиях средств научной визуализации и когнитивной графики для трансформации традиционных информационных систем в интеллектуальные // Научная визуализация. – 2016. – Квартал 1. – Т. 8. – № 1. – С. 23–44.

## References

1. Smith Barry. Ontology (Science). *Formal Ontology in Information Systems*. 2008. IOS Press, pp. 21-35.

2. Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases. *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Second International Conference*. 1991. Morgan Kaufmann, pp. 601-602.

3. Ponomarev F.A. MulTOnt – mnogopol'zovatel'skii adaptiruemyi graficheskii redaktor ontologii [MulTOnt – Multi-user adaptable ontology editor]. *Vestnik molodykh uchenykh Permskogo gosudarstvennogo natsional'nogo issledovatel'skogo universiteta*. Ed. V.A. Biachkov. Perm: Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet, 2015, iss. 5, pp. 109-116.

4. Ponomarev F.A., Chuprina S.I. Mnogopol'zovatel'skii adaptiruemyi redaktor ontologii MulTOnt 1.1 [Multi-user adaptable ontology editor MulTOnt 1.1]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotehnika, informatsionnye tehnologii, sistemy upravleniia*, 2016, no. 4(20), pp. 100-108.

5. Chuprina S.I., Zinenko D.V. ONTOLIS: adaptiruemyi vizual'nyi redaktor ontologii [ONTOLIS: visual adaptable ontology editor]. *Vestnik Permskogo universiteta*, 2013, no. 3(22), pp. 106-110.

6. Zinenko D.V., Chuprina S.I. ONTOLIS – adaptiruemyi vizual'nyi redaktor ontologii [ONTOLIS – visual adaptable ontology editor]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 20132613451 (2013).

7. Budura A., Cudré-Mauroux P., Aberer K. From bioinformatic web portals to semantically integrated Data Grid networks. *Future Generation Computer Systems*, 2006, vol. 23, Iss. 3, pp. 485-496.

8. Olad'ko A.Iu. Model' adaptivnoi mnogoagentnoi sistemy zashchity v operatsionnoi sisteme solaris 10 [Model of adaptive mnogoagentny system of protection in the solaris 10 operating system]. *Izvestiia Iuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2011, iss. 12, vol. 125, pp. 210-216.

9. Junxing Zhu, Aiping Li, Xiaoning Xu. A structure free self-adaptive piecewise hashing algorithm for spam filtering. *Proc. of the Fifth International Conference on Internet Multimedia Computing and Service*, 2013, pp. 335-340.

10. Wu Shiow-yang [et al.]. Rule-based intelligent adaptation in mobile information systems. *Expert Systems with Applications*, 2008, vol. 34(2), pp. 1078-1092.

11. Bianchini D., Antonellis V., Melchiori M. An Ontology-Based Architecture for Service Discovery and Advice System. *Proc. of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, 2005, pp. 551-556.

12. Cinzia C. [et al.]. Context management for adaptive information systems. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 2006, vol. 146, iss. 1, pp. 69-84.

13. Bianchini D. [et al.]. Ontology-based methodology for e-service discovery. *Information Systems*, 2006, vol. 31, iss. 4-5, pp. 361-380.

14. Ponomarev F.A. Mnogopol'zovatel'skii adaptiruemyi graficheskii redaktor ontologii MulTOnt [Multiuser adaptable ontology editing MulTOnt]. *Materialy vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Avtomatizirovannye sistemy upravleniia i informatsionnye tekhnologii"*. Perm': Permskii. natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2015, pp. 37-41.

15. Belorусov A.I. Integratsiia informatsionnykh sistem na osnove standartov XML i veb-servisov v sfere zakupok [Integration of information systems based on XML standards and web-services in the field of procurement]. *Molodoi uchenyi*, 2015, no. 11, pp. 9-15.

16. Vstraivanie YouTube [Embedding YouTube], available at: [https://developers.google.com/youtube/player\\_parameters?hl=ru](https://developers.google.com/youtube/player_parameters?hl=ru) (accessed 21 April 2017).

17. Vstraivanie VK [Embedding VK], available at: <https://vk.com/pages?id=9279356> (accessed 21 April 2017).

18. HTML5 <import/>, available at: <http://www.webmasters.by/articles/html-coding/3288-html5-imports.html> (accessed 21 April 2017).

19. Adaptiruemyi vizual'nyi redaktor ontologii MulTOnt 1.1 [Adaptable visual ontology editor MulTOnt 1.1], available at: <https://multont.azurewebsites.net> (accessed 21 April 2017).

20. Chuprina S.I., Nasraoui O. Primenenie osnovannykh na ontologiiakh sredstv nauchnoi vizualizatsii i kognitivnoi grafiki dlia transformatsii traditsionnykh informatsionnykh sistem v intellektual'nye [The use of ontologies based on scientific visualization tools and cognitive graphics for the transformation of traditional information systems to intelligent]. *Nauchnaia vizualizatsiia*, 2016, kvartal 1, vol. 8, no. 1, pp. 23-44.

### **Сведения об авторах**

**Пономарев Филипп Александрович** (Пермь, Россия) – магистр Пермского государственного национального исследовательского университета (614068, Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: [phil\\_ponomarev@mail.ru](mailto:phil_ponomarev@mail.ru)).

**Чуприна Светлана Игоревна** (Пермь, Россия) – заведующая кафедрой математического обеспечения вычислительных систем Пермского государственного национального исследовательского университета, кандидат физико-математических наук (614068, Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: [chuprinas@inbox.ru](mailto:chuprinas@inbox.ru)).

### **About the authors**

**Ponomarev Filipp Aleksandrovich** (Perm, Russian Federation) is a Master Perm State National Research University (614068, Perm, 15, Bukireva str., e-mail: [phil\\_ponomarev@mail.ru](mailto:phil_ponomarev@mail.ru)).

**Chuprina Svetlana Igorevna** (Perm, Russian Federation) is a Head of the Department of Software Computing Systems Perm State National Research University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences (614068, Perm, 15, Bukireva str., e-mail: [chuprinas@inbox.ru](mailto:chuprinas@inbox.ru)).

Получено 28.04.2017