

УДК 004.4'2+82+75+771

ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА IASRAAS: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Грибова Валерия Викторовна

Д.т.н., зам. директора по научной работе, научный руководитель лаб. Интеллектуальных систем, e-mail: gribova@iacp.dvo.ru

Клещев Александр Сергеевич

Д.ф.-м.н., профессор, г.н.с. лаб. Интеллектуальных систем, e-mail: kleshev@iacp.dvo.ru

Москаленко Филипп Михайлович

К.т.н., н.с., лаб. Интеллектуальных систем, e-mail: philipmm@iacp.dvo.ru

Тимченко Вадим Андреевич

К.т.н., н.с. лаб. Интеллектуальных систем, e-mail: vadim@dvo.ru

Федорищев Леонид Александрович

К.т.н., н.с. лаб. Интеллектуальных систем, e-mail: fleo1987@mail.ru

Шалфеева Елена Арефьевна

К.т.н, с.н.с. лаб. Интеллектуальных систем, e-mail: shalfe@iacp.dvo.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, Владивосток, Россия, ул. Радио, д.5

Аннотация. В материале представлены основные характеристики и функциональные возможности облачной платформы IASPaaS. Платформа поддерживает модели облачных вычислений PaaS и SaaS, имеет средства поддержки разработки облачных сервисов по различным технологиям; облегчает разработку интеллектуальных сервисов, имеющих базы знаний в сетевом представлении; имеет развитые средства формирования сетевых баз знаний и баз данных по их метainформации.

Ключевые слова: облачные технологии, модели облачных сервисов PaaS, SaaS и DaaS, базы знаний, базы данных, интеллектуальный сервис, технология разработки сервисов, виртуальное рабочее место

Введение. В настоящее время облачные технологии получили широкое распространение, несмотря на определенную критику, связанную с безопасностью, сохранностью информации и устойчивостью доступа к ней. При этом одинаково востребованы все ключевые модели облачных технологий и сервисы, их реализующие – IaaS, PaaS, SaaS, DaaS.

Рынок предоставляемых облачных решений и услуг достаточно разнообразен и предлагает как отдельные компоненты и услуги, так и широкий спектр комплексных решений (реализующих несколько моделей), например, Microsoft Azure, Google App Engine, Heroku, Amazon Web Services (AWS) и др.

Рассматривая решения, предлагающие средства разработки различных приложений (модель PaaS), можно выделить две следующие группы основных предложений, часто сочетающие в себе одновременно несколько решений [1,6-8,10].

Средства разработки баз данных и баз знаний.

- *Средства разработки баз данных.* Большинство представленных на рынке облачных платформ поддерживают реляционное представление баз данных: AWS, cloud Foundry, Engine Yard, PHeroku, Microsoft Azure, Oracle и др. Некоторые платформы поддерживают другие типы представлений (сетевое – OSTIS, объектно-ориентированное – Protege).

- *Средства разработки баз знаний (и онтологий).* Подавляющее число представленных на рынке таких средств не являются облачными. Из облачных решений можно выделить редактор Protege, а также платформу OSTIS, основанную на идее модульного проектирования интеллектуальных систем из многократно используемых семантически совместимых компонентов.

Средства разработки приложений.

- *Средства автоматизации разработки web-сайтов различного назначения и порталов.* К ним относится огромное количество разнообразных CMS: Drupal, TYPO3, WordPress, Joomla, MediaWiki и мн. др., а также средства поддержки порталов. Среди последних можно выделить российские разработки: CLAVIRE и систему управления интеллектуальными научными Интернет-ресурсами на основе онтологий и семантических сетей, разработанную в Новосибирске.

- *Специализированные средства разработки приложений, ориентированные на решение различных задач.* В настоящее время рынок предлагает огромное количество средств разработки, зависящих от задач – бизнес, аналитика, медицина и др. Среди российских решений следует выделить платформу CLAVIRE, сочетающую в себе не только модели IaaS и PaaS, но также и набор сервисов для задач разных типов, в том числе научных и ориентированных на обработку данных больших объемов.

- *Универсальные средства разработки приложений:* AWS, VMware Cloud Foundry, Engine Yard, Google App Engine, Heroku, IBM Bluemix, Microsoft Azure.

Таким образом, большинство представленных на рынке платформ имеет очень широкий спектр возможностей, поддерживает разработку приложений (в том числе с базами данных) на различных языках программирования, а также и инфраструктурные решения, чем иногда значительно затрудняют для пользователя выбор конкретного решения ("...leaving users in the agony of choice" [9]).

Предлагаемая вниманию платформа IACPaaS (Intelligent Applications, Control and Platform as a Service) так же, как и большинство представленных облачных платформ, поддерживает основные модели облачных вычислений PaaS и SaaS, но имеет и принципиальные отличия от всех предлагаемых решений. Основные из них: поддержка разработки облачных сервисов по различным технологиям, количество которых может быть расширено пользователями платформы; ориентация, прежде всего, на интеллектуальные сервисы (но не обязательно), имеющие специализированный компонент - базу знаний; сетевое представление баз знаний и баз данных и их формирование по метаинформации; поддержка разработки решателя задач как совокупности программных единиц, обменивающихся сообщениями.

Целью данной работы является описание основных принципов и функциональных возможностей платформы IACPaaS.

1. Модель сервисов платформы IACPaaS. На рис. 1 представлена модель предоставляемых сервисов платформы IACPaaS (справа) и ее сравнение с традиционным подходом и основными облачными моделями предоставления сервисов.

Личный фонд - это совокупность единиц хранения, либо созданных пользователем платформы, либо содержащий ссылки на единицы хранения фонда платформы или их копии (по согласованию с владельцем единицы хранения).

Платформа обеспечивает безопасность и защиту от нелегитимного пользователя и некорректных действий.

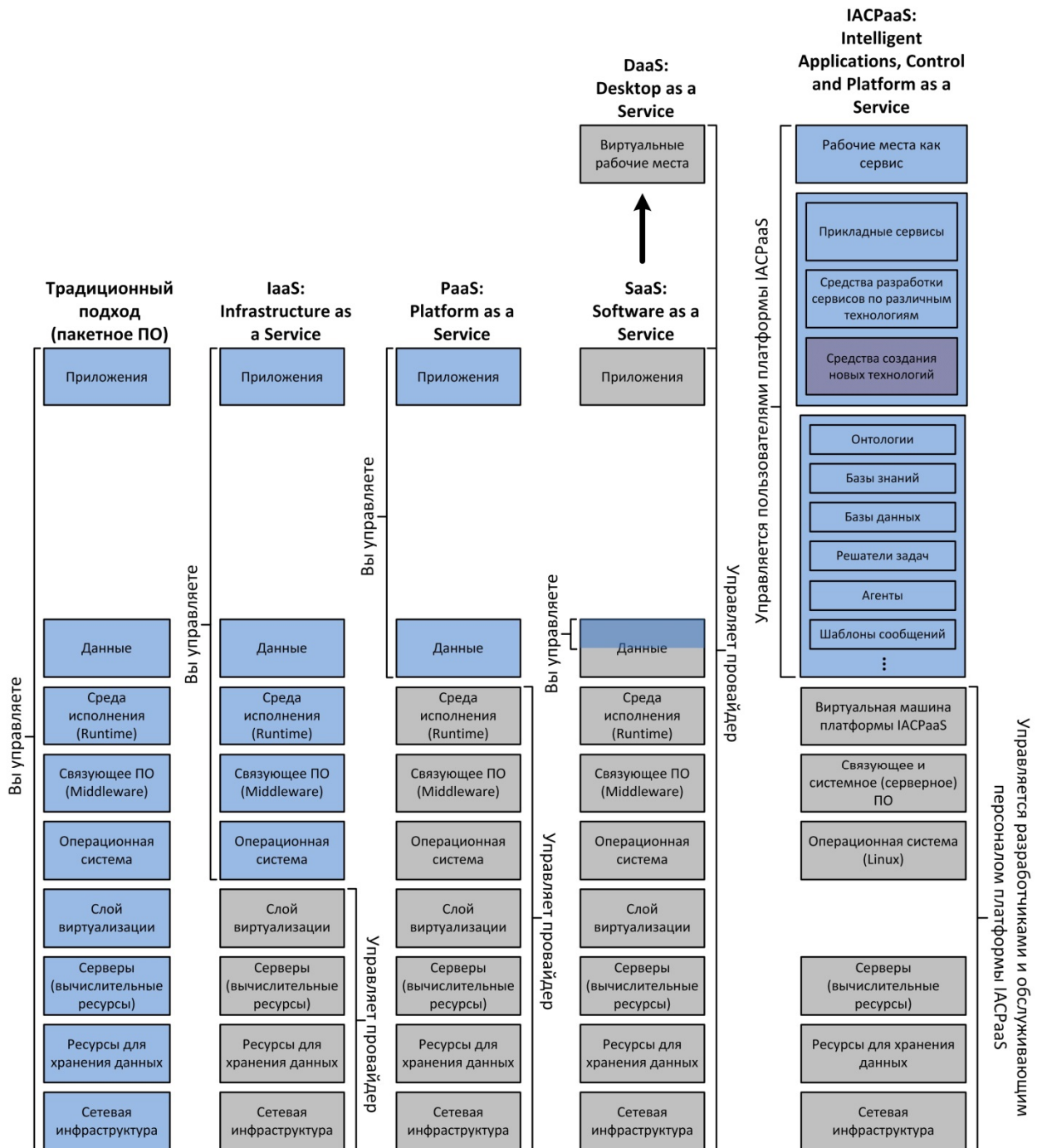


Рис. 1. Различные модели предоставления сервисов

2. Данные. *Данными* на платформе IACPaas являются: базы знаний, базы данных, метаинформация (метаинформацией может выступать онтология), а также декларативные компоненты программных ресурсов - решателей задач, агентов, шаблонов сообщений для коммуникации агентов.

Метаинформация - это единица хранения, которая описывает терминологию, структуру, а также набор ограничений и условий на формирование данных Фонда и единиц хранения других типов. *Базы данных и базы знаний* имеют общепринятый смысл, за исключением подхода к их представлению и формированию, описанному ниже.

Решателем задач облачной платформы IASaaS является компонент облачного сервиса, обрабатывающий доступное ему содержимое Фонда и инкапсулирующий бизнес-логику решения задачи. Решатель задач состоит из набора агентов – программных компонентов, взаимодействующих друг с другом посредством обмена сообщениями [2-4].

Все данные имеют *сетевое* представление - размеченный иерархический оргграф с возможными петлями и циклами. Декларативные части агентов, шаблонов сообщений, решателей задач, содержат спецификации соответствующих программных ресурсов. При этом декларативное (сетевое) представление агента или шаблона сообщений дополняется процедурным представлением - исполняемым кодом продукций агента или методов обработки содержимого сообщения.

Формат хранения всех видов информационных ресурсов (данных) на платформе IASaaS является единым, что обеспечивает универсальность их обработки: единый программный интерфейс для доступа к данным всех типов, а также единый редактор для формирования и сопровождения.

Основное отличие и особенность сетевого представления всех видов данных IASaaS, за исключением метаинформации, является *двухуровневый грамматический подход* к формированию, который предполагает, что данные представляются на формальном языке в терминах абстрактного синтаксиса. В роли абстрактного синтаксиса выступает метаинформация: уникальная для баз данных, баз знаний, и «единая» для деклараций агентов и других программных ресурсов, стандартизирующая их описание в Фонде. Формирование всех единиц хранения по метаинформации осуществляется сверху-вниз, что интуитивно понятно и естественно для пользователей- разработчиков единиц хранения.

Метаинформация описывается в терминах *метаязыка*, подробно описанного в [5] с помощью унифицированного облачного редактора описания метаинформации. Остальные типы данных формируются по метаинформации с помощью редактора, интерфейс которого автоматически формируется по метаинформации. Редакторы метаинформации и информации являются инструментальными сервисами платформы.

Хранимые на платформе данные могут быть экспортированы во внешние форматы, набор которых является расширяемым

3. Приложения. *Приложениями* являются прикладные и инструментальные сервисы, а также средства создания новых технологий.

Платформа IASaaS, как и большинство облачных платформ, имеет средства разработки всех компонентов информационных систем. Платформа имеет средства разработки инструментальных и прикладных сервисов по предлагаемым *технологиям*. Разработка (создание или модификация) компонентов сервисов осуществляется в соответствии с *работами* (наборами полномочий, поддерживаемыми инструментами платформы).

Набор методов и средств для создания компонентов сервисов, заданный порядок выполнения этих работ, позволяющий построить сервис, зафиксирован в информационных ресурсах вида *«работа»* и *«технология»*. Пользователи могут создавать новые технологии,

описывая в новых информационных ресурсах «работа» и «технология» типы компонентов сервиса, работы по их созданию и порядок выполнения этих работ.

Особенностями платформы IASaaS, которые отличают ее от остальных платформ, является **поддержка разработки интеллектуальных сервисов** (в архитектуре которых имеется специализированный компонент - база знаний), **а также разработка облачных сервисов по нескольким технологиям**: базовой и специализированным. В настоящее время платформа поддерживает разработку сервисов по трем технологиям:

- базовой (универсальной) технологии разработки сервисов,
- технологии разработки сервисов с виртуальной реальностью,
- технологии разработки сервисов на основе расширяемого редактора.

Разработка сервисов по базовой технологии подробно изложена в работах [2-4]. В общем случае создание сервиса по базовой технологии включает создание множества (возможно пустого) входных информационных ресурсов - баз данных и баз знаний, структуры (метаинформации) выходных информационных ресурсов (может не быть), а также решателя задач, как совокупности программных единиц (*агентов*), обменивающихся сообщениями. Если необходимые для сервиса компоненты имеются в Фонде платформы, то их необходимо интегрировать в новый создаваемый сервис.

Технологию разработки сервисов с виртуальной реальностью удобно использовать в случае, если сервис должен содержать графические 2D или 3D сцены. Особенностью данной технологии является наличие интерпретатора графических сцен по декларативной модели, которая представляется информационным ресурсом.

Технологию разработки сервисов на основе расширяемого редактора удобно использовать в случае, если результатом работы сервиса является некоторый выходной информационный ресурс, формирование которого по метаинформации этого информационного ресурса осуществляется "сверху-вниз". Разработка решателя задач в этом случае представляет собой добавление к метаинформации выходного информационного ресурса, агентов, генерирующих либо фрагменты выходного информационного ресурса (результата работы сервиса), либо выполняющие другие требуемые для работы сервиса преобразования.

Платформа поддерживает запуск и выполнение сервисов, в том числе, реализованных на сторонних вычислительных архитектурах. Модули сервиса могут быть реализованы на произвольных гетерогенных архитектурах, платформа допускает взаимодействие со сторонними модулями на основе HTTP-протокола.

Разработка агентов осуществляется на языке Java, платформа обеспечивает пользователя набором системных сервисов, облегчающих их создание. Пользовательский интерфейс (web-интерфейс) может быть создан несколькими способами: с использованием набора интерфейсных элементов, поддерживаемых специализированным интерфейсным агентом, а также средствами JavaScript и Flash.

4. Виртуальные рабочие места. Для зарегистрированных пользователей платформы предоставляются виртуальные рабочие места - личные кабинеты зарегистрированных пользователей. Личные кабинеты представляют набор инструментов управления личными данными и полномочиями конкретного пользователя.

К числу функциональных возможностей относятся: запуск сервисов, создание сервисов по предлагаемым технологиям, создание компонентов сервиса с помощью работ (инст-

рументального сервиса или их набора), создание новых работ и технологий. Зарегистрированный пользователь также может создать копию единиц хранения Фонда платформы либо ссылки на них в личном кабинете (по согласованию с владельцем единицы хранения), передать созданные им единицы хранения в Фонд платформы, определив условия их использования – "свободный доступ" или "ограниченный доступ".

Зарегистрированные пользователи могут иметь дополнительные роли: *распорядитель* (управляющий) единицы хранения, *администратор* портала (раздела). Помимо перечисленных зарегистрированных пользователей платформа имеет *администратора платформы*, который отвечает за Фонд платформы в целом, назначает администраторов порталов, удаляет зарегистрированных пользователей, если они нарушают политику платформы.

Заключение. В работе описаны основные характеристики и функциональные возможности облачной платформы IASaaS. В настоящее время ведутся активные работы по расширению ее функциональных возможностей и сервисных функций. Так коллектив авторов ведет работы по поддержке на платформе коллективной разработки облачных сервисов и их компонентов, автоматизации технологических этапов разработки сервисов по различным технологиям. Важными задачами являются поддержка нескольких типов интерфейсов, усовершенствование методов и средств обеспечения ее безопасности и защиты от нелегитимного пользователя и некорректных действий, создание новых усовершенствованных методов и операций над информационными ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухановский А.В., Васильев В.Н., Виноградов В.Н., Смирнов Д.Ю., Сухоруков С.А., Яппаров Т.Г. CLAVIRE: перспективная технология облачных вычислений второго поколения // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2011. Т. 54. № 10. С. 7-14.
2. Грибова В.В., Клещев А.С., Крылов Д.А., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А., Шалфеева Е.А. Базовая технология разработки интеллектуальных сервисов на облачной платформе IASaaS. Часть 1. Разработка базы знаний и решателя задач // Программная инженерия. 2015. № 12. С. 3-11.
3. Грибова В.В., Клещев А.С., Крылов Д.А., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А., Шалфеева Е.А. Базовая технология разработки интеллектуальных сервисов на облачной платформе IASaaS. Часть 2. Разработка агентов и шаблонов сообщений // Программная инженерия. 2016. №1. С. 14-20. DOI: 10.17587/prin.7.14-20.
4. Грибова В.В., Клещев А.С., Крылов Д.А., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А., Федорищев Л.Р., Шалфеева Е.А. Базовая технология разработки интеллектуальных сервисов на облачной платформе IASaaS. Часть 3. Разработка интерфейса и пример создания прикладных сервисов // Программная инженерия. 2016. Т. 7. № 3. С. 99-107. DOI: 10.17587/prin.7.99-107.
5. Грибова В.В., Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А. Модель порождения оргграфов информации по оргграфу метаинформации для двухуровневой модели сложноструктурированных информационных единиц // Научно-техническая информация. Сер. 2. 2015. № 12. С. 26-38.

6. Загоруйко Ю.А., Загоруйко Г.Б. Онтологический подход к созданию научных интернет-ресурсов // V Междунар. научн.-техн. конф «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2015)»: материалы. Минск: БГУИР, 2015. С. 177-182.
7. CloudServiceMarket.info. A comprehensive overview of Cloud Computing services. Режим доступа: <http://www.cloudservicemarket.info/default.aspx> (дата обращения 14.03.2016).
8. Le Sun, H. Dong, F.Khadeer Hussain, O. Khadeer Hussain, E. Chang. Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions // Journal of Network and Computer Applications. 2014. Vol. 45. Pp. 134–150.
9. Nepal S., Zhang M., R. Ranjan, A. Haller, Georgakopoulos D. An Ontology-based System for Cloud Infrastructure Services' Discovery // Proc. 8th IEEE International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing. 2012. Режим доступа: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1212/1212.0156.pdf> (дата обращения 13.03.2016).
10. Qi Zhang, Lu Cheng, R. Boutaba Cloud computing: state-of-the-art and research challenges // J. Internet Serv App. 2010. №1. Pp. 7–18. DOI: 10.1007/s13174-010-0007-6.

UDK 004.82+4'2+75+771

**IACPAAS CLOUD PLATFORM:
CURRENT STATE AND EVOLUTION TRENDS**

Valeriya V. Gribova

Dr.Sc. (Tech.), senior scientific employee, Research Deputy Director

e-mail: gribova@iacp.dvo.ru

Alexander S. Kleshev,

Dr.Sc. (Phys.-Math.), chief scientific employee of the Intelligent System Laboratory

e-mail: kleshev@iacp.dvo.ru,

Philip M. Moskalenko

PhD (Tech.), scientific employee of the Intelligent System Laboratory

e-mail: philipmm@iacp.dvo.ru

Vadim A. Timchenko

PhD (Tech.), scientific employee of the Intelligent System Laboratory

e-mail: vadim@dvo.ru

Leonid A Fedorischev

PhD (Tech.), scientific employee of the Intelligent System Laboratory

e-mail: fleo1987@mail.ru

Elena A, Shalfeeva

PhD (Tech.), senior scientific employee of the Intelligent System Laboratory

e-mail: shalf@iacp.dvo.ru

The Institute of Automation and Control Processes, Vladivostok, Russia

5, Radio St., Vladivostok, 690041, Russia

Annotation. The paper contains the main characteristics and functionality of the IAC-PaaS cloud platform. The platform supports PaaS and SaaS models of cloud computing. There are the tools for support of cloud services development by means of various tech-

nologies; the tools for network knowledge bases and databases formation of in terms of their metainformation. The platform facilitates development of the intellectual services having knowledge bases in network representation.

Keywords: cloud computing, PaaS, SaaS and DaaS, knowledge base, database, Intelligent service, technology of service development, virtual desktop

References

1. Bukhanovsky A.V., etc. CLAVIRE: perspective technology of cloud computing of the second generation // News of higher educational institutions. Instrument making. 2011. No. 10. Pp. 7-14. (in Russian).
2. Gribova V.V., Kleshchev A.S., Krylov D.A., Moskalenko F.M., Timchenko V.A., Shalfeeva E.A. Basic technology of development of intellectual services on the cloudy IACPaaS platform. Part 1. Development of the knowledge base and solver of tasks // Program engineering. 2015. No. 12. Pp. 3-11. (in Russian).
3. Gribova V. V., Kleshchev A.S., Krylov D. A., Moskalenko F.M., Timchenko V.A., Shalfeeva E.A. The Base Technology for Intelligent Services Development with the Use of IACPaaS Cloud Platform. Part 2. Development of Agents and Message Templates // Program engineering. 2016. No. 1. Pp. 14-20. DOI: 10.17587/prin.7.14-20. (in Russian).
4. Gribova V. V., Kleshchev A.S., Krylov D. A., Moskalenko F.M., Timchenko V.A., Fedorishchev L.R., Shalfeeva E.A. The Base Technology for Intelligent Services Development with the Use of IACPaaS Cloud Platform. Part 3. Development of the interface and example of applied services development // Program engineering. 2016. T. 7. No. 3. Pp. 99-107. DOI: 10.17587/prin.7.99-107. (in Russian).
5. Gribova V.V., Kleshchev A. S., Moskalenko F. M., Timchenko V.A. A Model for Generation of Directed Graphs of Information by the Directed Graph of Metainformation for a Two_Level Model of Information Units with a Complex Structure // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. 2015. Vol. 49. No. 6. Pp. 221-231.
6. Zagorulko Yu.A., Zagorulko G. B. Ontologicheskyy approach to creation of scientific Internet resources // Proc. of V Int. sci.-techn. conf. "Open semantic technologies of intellectual system design" (OSTIS-2015). Minsk: BSUIR, 2015. Pp. 177–182. (in Russian).
7. CloudServiceMarket.info. A comprehensive overview of Cloud Computing services. Режим доступа: <http://www.cloudservicemarket.info/default.aspx> (14.03.2016).
8. Le Sun, H. Dong, F.Khadeer Hussain, O. Khadeer Hussain, E. Chang Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions // Journal of Network and Computer Applications. 2014. Vol. 45. Pp. 134–150.
9. Nepal S., Zhang M., R. Ranjan, A. Haller, Georgakopoulos D. An Ontology-based System for Cloud Infrastructure Services' Discovery // Proc. 8th IEEE International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing. 2012. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1212/1212.0156.pdf>
10. Qi Zhang, Lu Cheng, R. Boutaba Cloud computing: state-of-the-art and research challenges // J. Internet Serv App. 2010. №1. Pp. 7–18. DOI: 10.1007/s13174-010-0007-6.