

УДК 004.8

## РАЗВИВАЕМЫЙ ИНТЕРНЕТ-КОМПЛЕКС ДЛЯ РАЗРАБОТКИ, УПРАВЛЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

В.В. Грибова, А.С. Клещев, Д.А. Крылов, Ф.М. Москаленко, С.В. Смагин, В.А. Тимченко,  
Е.А. Шалфеева, М.Б. Тютюнник

*Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН*

Россия, 690041, Владивосток, Радио ул., 5

E-mail: [gribova@iacp.dvo.ru](mailto:gribova@iacp.dvo.ru), [kleshev@iacp.dvo.ru](mailto:kleshev@iacp.dvo.ru), [dmalkr@gmail.com](mailto:dmalkr@gmail.com), [philipmm@yahoo.com](mailto:philipmm@yahoo.com),  
[smagin@iacp.dvo.ru](mailto:smagin@iacp.dvo.ru), [rakot2k@mail.ru](mailto:rakot2k@mail.ru), [michaelhuman@gmail.com](mailto:michaelhuman@gmail.com), [shalf@iacp.dvo.ru](mailto:shalf@iacp.dvo.ru)

Ключевые слова: Интеллектуальные системы, облачные вычисления, веб-сервисы, инструментальные средства, Интернет-технологии.

В данной работе описаны основные идеи, задачи, концептуальная архитектура программно-информационного комплекса, основанного на концепции облачных вычислений и предназначенного для разработки, управления и использования интеллектуальных систем. Проводится анализ имеющихся на рынке сред, обосновывается актуальность создания нового комплекса, ориентированного на интеллектуальные системы. Работа рассчитана на специалистов в области искусственного интеллекта, процессов управления, а также разработчиков программного обеспечения.

**A DEVELOPED INTERNET COMPLEX FOR IMPLEMENTING, CONTROLLING AND USING INTELLIGENT SYSTEMS / V.V. Gribova, A.S. Kleshchev, D.A. Krylov, Ph.M. Moskalenko, S.V. Smagin, V.A. Timchenko, M.B. Tyutyunnik, E.A. Shalfeeva (Institute for Automation and Control Processes FEBRAS, 5, Radio, Vladivostok, 690041, Russia).**

Key words. Intelligent software, cloud computing, web-services, tools, Internet- technology.

Main ideas, problems, and a conceptual architecture of a software and information complex are described in this work. This complex is based on cloud computing and intended for implementing, controlling and using intelligent systems. An analysis of corresponding platforms is given, and urgent of developing a new complex oriented on intelligent systems is based. The paper is intended for specialists on artificial intelligence, control processes, and also for developers of software.

## 1. Введение

Проблема разработки и широкого использования практически полезных интеллектуальных систем в различных областях человеческой деятельности остается к настоящему времени нерешенной, несмотря на значительные успехи, как в области искусственного интеллекта, так и в области технологии программирования. Основная причина сложившейся ситуации - несоответствие пользовательских свойств таких систем требованиям, предъявляемым к ним. При этом создание и сопровождение интеллектуальных систем связано как со значительными затратами труда, так и высокими требованиями к квалификации их разработчиков/сопровождающих. Для решения проблемы увеличения продолжительности периода эксплуатации программных средств в целом в работе [1] предложена идея замены сопровождения программных средств их управлением в процессе их разработки и эксплуатации.

Традиционный подход к сопровождению программных средств в процессе их жизненного цикла, при котором версия системы передается конечному пользователю не предусматривает управления этим программным средством, а сводится лишь к смене/обновлению его версий. Вместе с тем активно развиваемая в настоящее время технология облачных вычислений (cloud computing) [2], может быть применена для управления программными средствами (и интеллектуальными системами в том числе, как классом программных средств).

Однако, во-первых, среды, предложенные в рамках технологии облачных вычислений, не учитывают специфику интеллектуальных систем, в архитектуре которых, кроме решателя задач и пользовательского интерфейса, выделяется дополнительный компонент – база знаний, а иногда и другие информационные ресурсы; во-вторых, средства создания интеллектуальных систем и управления ими, как правило, также являются интеллектуальными системами, содержащими помимо баз знаний - базы данных, онтологии и метаонтологии, соответственно, их использование также должно поддерживаться средой; в-третьих, в настоящее время технология облачных вычислений не предлагает услуг по управлению программными средствами.

В связи с вышесказанным актуальной является разработка технологии, среды и программно-информационного комплекса на основе облачных вычислений,

обеспечивающих доступ: конечным пользователям к удаленному использованию интеллектуальных систем; разработчикам и управляющим - к средствам создания интеллектуальных систем и управления ими.

## 2. Концепция разработки интернет-комплекса

Основными положениями концепции, лежащими в основе интернет-комплекса, являются следующие:

1. *Обеспечение доступа через Интернет к функциональности интеллектуальных систем без передачи пользователям их версий.* Эта идея является одной из основополагающих для технологии облачных вычислений - предоставление пользователям сервисов (в данном случае интеллектуальных) вместо предоставления им непосредственно версий программных систем для установки на их компьютерах. Преимущества данного подхода широко обсуждаются в литературе [3,4]; дополнительное преимущество от использования данной технологии, - возможность управления интеллектуальными системами в процессе их жизненного цикла [1], что подразумевает изменение с помощью высокоуровневых механизмов функциональных свойств интеллектуальных систем в соответствие с постоянно изменяющимися текущими требованиями пользователей, условиями эксплуатации, знаниями предметной области.

2. *Создание единой среды для функционирования интеллектуальных систем, инструментальных средств для их разработки и управления ими.*

Многолетний опыт авторов показал, что: во-первых, средства разработки интеллектуальных систем и управления ими, как правило, также являются интеллектуальными системами; во-вторых, прикладные и инструментальные интеллектуальные системы в ряде случаев используют одни и те же общие информационные ресурсы, а значит, с точки зрения функционирования, между ними нет различия. Поэтому прикладные и инструментальные интеллектуальные системы могут функционировать в единой среде.

3. *Поддержка контролируемого доступа к функциональным возможностям программно-информационного комплекса и единой системы администрирования правами на использование прикладных и инструментальных систем.*

Контролируемый доступ к функциональным возможностям программно-информационного комплекса и единая система администрирования, прежде всего, подразумевает предотвращение несанкционированного доступа к интеллектуальным системам, средствам их разработки и управления ими.

4. *Поддержка идеологии накопления и развития как интеллектуальных и инструментальных систем в целом, так и отдельных их компонентов.*

Контролируемый доступ и единая система администрирования программно-информационного комплексом, направлены на реализацию идеологии накопления и развития как непосредственно «законченных» прикладных и инструментальных интеллектуальных систем, так и отдельных их компонентов, на основе которых могут быть созданы новые прикладные и инструментальные интеллектуальные системы.

5. *Постепенная замена средств разработки прикладных интеллектуальных систем средствами управления ими.*

Основная идея, лежащая в основе управления программными средствами, заключается в том, чтобы рассматривать их разработку как начало управления ими, подобно тому, как сопровождение программных средств обычно рассматривается как продолжение их разработки [1,2]. Таким образом, существующие модели облачных вычислений дополняются еще одной - управление как сервис (Control as a Service – CaaS).

6. *Создание условий для кооперативной деятельности пользователей интеллектуальных систем, экспертов, специалистов предметных областей, управляющих интеллектуальными системами, и программистов.*

Поддержка кооперативной деятельности всех ее участников может проявляться не только в создании повторно используемых программных и информационных компонентов, но и управлении уже находящимися в эксплуатации программными средствами на основе результатов мониторинга процесса их использования.

### 3. Концептуальная архитектура интернет-комплекса

Для реализации описанной выше концепции и поддержки единых технологических принципов разработки и использования прикладных и инструментальных интеллектуальных систем, а также управления ими, архитектура интернет-комплекса объединяет три модели облачных вычислений:

- Программное средство как сервис (Software as a Service, SaaS).
- Платформа как сервис (Platform as a Service, PaaS).
- Управление как сервис (Control as a Service, CaaS).

Интернет-комплекс состоит из трех основных программных компонентов - веб-сайта, виртуальной машины и фонда (см. рис.1).

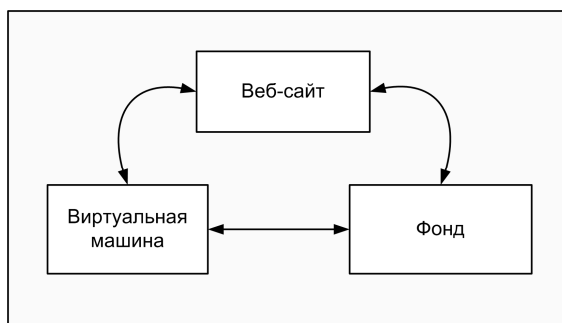


Рис.1. Концептуальная архитектура интернет-комплекса

**Веб-сайт** предназначен для всех пользователей проекта и логически состоит из непосредственно веб-сайта проекта и административной системы, которая является его функциональной подсистемой, но реализована в виде совокупности средств администрирования и информационных ресурсов, хранящихся в фонде. Через веб-сайт все гости и пользователи могут просмотреть общую информацию о проекте и новости, информацию о типах пользователей проекта, просмотреть доступное содержимое фонда, задать вопрос администратору проекта или администратору предметной области, а также запустить функции административной системы.

Административная система осуществляет управление ресурсами фонда посредством заявок на модификацию фонда, обработку заявок на получение полномочий для зарегистрированных пользователей, а также регистрацию гостей в качестве пользователей.

Существует три основных типа пользователей интернет-комплекса:

- *гость* через веб-браузер может просматривать доступное ему содержимое фонда - предметные области, их разделы и описания связанных с ними единиц хранения, а также может подать заявку на регистрацию в одной из предметных областей через соответствующее средство администрирования;
- *зарегистрированный пользователь* обладает правами гостя на просмотр содержимого фонда, на регистрацию в других предметных областях, а также может подать заявку на получение полномочий в тех предметных областях, в которых он уже зарегистрирован, или заявку на модификацию фонда через административную систему;

- *пользователь с полномочиями* обладает всеми правами зарегистрированного пользователя, а также может реализовывать полномочия из своего списка полномочий. Его полномочия могут относиться к следующим возможным классам): пользователь интеллектуальной системы, разработчик и сопровождающий кода программных компонентов, управляющий декларативной компонентой агента, информационными ресурсами, шаблонными компонентами интерфейса, коллектив управляющих прикладным или инструментальным средством, а также администратор всего комплекса и администратор предметной области.

**Фонд** составляет содержимое, интеллектуальное наполнение проекта; он разделен на предметные области, а те, в свою очередь на разделы; каждый раздел содержит относящиеся к нему единицы хранения: прикладные и инструментальные средства, агенты, информационные ресурсы, коды операций над информационными ресурсами (сохраняющими их целостность), шаблонные компоненты интерфейса. Основными функциями фонда является аккумуляция в едином информационном пространстве различных единиц хранения - программных и информационных ресурсов различных типов, а также поддержка их коллективного развития в различных предметных областях для решения задач в практической, научной и образовательной деятельности.

Все единицы хранения фонда можно разделить на два класса – *информационные* и *программные* ресурсы. *Информационными* ресурсами фонда являются базы данных, базы знаний, онтологии, метаонтологии и т.п.; они могут иметь различные уровни общности и представляются в фонде в виде семантических сетей. *Программными* ресурсами являются прикладные интеллектуальные системы; инструментальные системы – средства разработки и управления интеллектуальных систем, а также отдельные программные компоненты, которые используются для разработки прикладных интеллектуальных систем – агенты, коды операций над информационными ресурсами и шаблонные компоненты пользовательского интерфейса.

Ресурсы фонда могут быть проблемно-зависимыми и проблемно-независимыми. Это относится как к информационным, так и программным ресурсам. Проблемно-зависимыми являются прикладные интеллектуальные системы, онтологии и метаонтологии предметных областей, базы знаний и данных. Проблемно-независимыми являются инструментальные системы, предназначенные для создания интеллектуальных систем в различных предметных областях и управления ими, а также проблемно-независимые информационные ресурсы, например, онтологии пользовательского интерфейса.

Все единицы хранения могут находиться в одном из двух режимов – рабочем и отладочном. Решение о переносе единицы хранения из отладочного режима в рабочий принимается администратором предметной области и администратором проекта после прохождения всех установленных процедур отладки, тестирования и испытаний.

**Виртуальная машина** представляет собой набор процессоров для запуска и выполнения средств администрирования, а также для реализации полномочий пользователей: интеллектуальных систем, средств разработки и управления. Она состоит из процессора информационных ресурсов, процессора решателей задач и процессора пользовательских интерфейсов, каждый из которых представляет собой набор функций для поддержки соответствующих компонентов интеллектуальных систем (см. рис. 2).

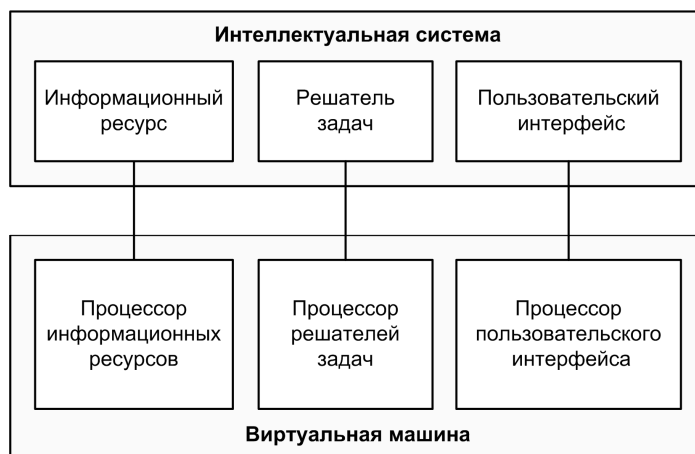


Рис.2. Связь процессоров виртуальной машины с компонентами интеллектуальной системы

Процессор информационных ресурсов представляет собой набор функций обработки информационных ресурсов, доступный разработчикам и сопровождающим программных компонентов, хранимых в фонде. Процессор решателей задач обеспечивает запуск полномочий пользователей и средств администрирования, их завершение, приостановку и возобновление выполнения, осуществляет выполнение кода решателей задач, взаимодействие между его компонентами, реализованными как совокупность агентов. Процессор пользовательского интерфейса обеспечивает диалог с пользователем на основе информации из его модели и информации, полученной от решателя задач.

## 4. Заключение

Интернет-комплекс, специально ориентированный на интеллектуальные системы, необходим для накопления и коллективного развития как информационных, так и программных компонентов интеллектуальных систем и средств их разработки (информационные компоненты рассматриваются как отдельные, имеющие самостоятельную ценность ресурсы), а также предоставления доступа к интеллектуальным системам и средствам их разработки как к сервисам, что позволяет последовательно развивать концепцию управления интеллектуальными системами.

К настоящему времени разработана прототипная версия Интернет-комплекса с ограниченным набором функций, продолжается разработка его полнофункциональной версии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект "Интеллектуальные многоагентные системы для управления распределенной обработкой онтологий, знаний и данных", и ДВО РАН по Программе ОЭМПИУ "Модели мультиагентных систем для управления распределенной обработкой информации"*

## Список литературы

1. P. Norvig, D. Cohn. Adaptive software. <http://norvig.com/adapaper-pcai.html>
2. Тони Концер. "Облачные" вычисления: всё как сервис // PC Week/RE №32 (638). <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=112879>

3. Магнус Калькуль. Ясное небо до самого горизонта: «облачные» вычисления и безопасность «из облака». [http://www.securelist.com/ru/analysis/204007652/Yasnoe\\_nebo\\_do\\_samogo\\_gorizonta\\_oblachnye\\_vychisleniya\\_i\\_bezопасnost\\_iz\\_oblaka](http://www.securelist.com/ru/analysis/204007652/Yasnoe_nebo_do_samogo_gorizonta_oblachnye_vychisleniya_i_bezопасnost_iz_oblaka)
4. Табаков В.В. Облачные вычисления – технологическая инновация // Сборник материалов Второй международной научно-практической конференции "Проблемы развития инновационно-креативной экономики". <http://econference.ru/blog/conf06/227.html>

