

# **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

о диссертационной работе Крылова Дмитрия Александровича «Модели и методы реализации облачной платформы для разработки и использования интеллектуальных сервисов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

## **Актуальность темы**

Облачные вычисления, сервисы и платформы переживают этап стремительного развития. Облачные платформы обеспечивают пользователю удобный сетевой доступ к общей совокупности вычислительных ресурсов, которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами. Представленная на отзыв работу посвящена решению задачи реализации облачной платформы, поддерживающей процесс создания интеллектуальных систем (ИС).

В настоящее время разработаны и широко используются облачные платформы для программных систем общего назначения, которые поддерживают почти весь цикл разработки. Однако на сегодняшний день нет полноценной облачной платформы, полностью поддерживающей разработку и функционирование всех трёх компонентов ИС (баз знаний, решателей задач, пользовательского интерфейса). Почти все существующие облачные редакторы баз знаний ограничены механизмом редактирования снизу-вверх, а также не определяют порядок порождения, что не позволяет экспертам предметных областей формировать и сопровождать базы знаний без помощи посредников.

Поэтому задача разработки облачной платформы, включающей средства поддержки всех компонентов облачных интеллектуальных систем, а также средств их интеграции (проект IACPaaS) представляется крайне актуальной.

## **Краткое описание работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и излагается на 173 страницах. Текст диссертации включает 73 рисунка. Приведенный список литературы содержит 91 наименование. Имеются также четыре приложения, включая акт о внедрении.

В введении обоснована актуальность выполненных в диссертации исследований, сформулированы цель и задачи работы, рассмотрены научная новизна, практическая ценность результатов, приведены сведения об апробации и реализации основных положений диссертации, изложена структура диссертационной работы.

Первая глава содержит обзор литературы. В ней даны определения ИС, облачных вычислений, облачных платформ и облачных ИС. Проведён анализ современного состояния исследований в области разработки интеллектуальных систем и в области разработки облачных платформ. Рассмотрены существующие программные системы для создания ИС. На основе проведённого обзора литературы определены цель и основные задачи диссертационной работы.

Во второй главе вводится общая концепция облачной платформы, и приводятся модели информационных ресурсов, решателя задач и интерфейсов. Сформулирована основная цель проекта IACPaaS: накопление интеллектуальных сервисов и информационных сущностей разного рода в едином информационно-программном пространстве, называемом Фондом. Приведены требования к проекту.

Виртуальная машина платформы IACPaaS состоит из трёх программных модулей: процессора информационных ресурсов, процессора решателей задач и процессора

пользовательских интерфейсов. Предложена модель информационных ресурсов как особого вида семантических сетей, структура которых задается метаинформацией, которая, в свою очередь, также является метаинформацией особого вида. Для описания множества метаинформаций введено исчисление формул метаинформаций. Для реализации решателей задач интеллектуальных сервисов выбран агентноориентированный подход: программная система (интеллектуальный сервис) представляется как совокупность агентов, взаимодействующих между собой посредством передачи сообщений. Ввиду того, что передача сообщений между агентами является недетерминированным процессом, рассматривается проблема неконфлюентности сервисов. Разработана модель интерфейса как взаимодействие трёх модулей: интерфейсного агента, интерфейсного контролёра и агентов сервиса. Предложено декларативное представление абстрактного интерфейса.

В третьей главе диссертации определяется общая архитектура платформы IACPaaS и методы реализации трёх процессоров её виртуальной машины. Архитектура платформы включает системный, библиотечный, сервисный и административный уровни. Предложен способ поддержки работы сервисов в контексте процессора пользовательских интерфейсов, процессора информационных ресурсов и процессора решателей задач. Разработаны проекты последовательной и распределенной версий процессоров инфоресурсов. Разработан проект модуля представления, который поддерживает логическую семантику метаинформации, предложенной в главе 2. Разработан проект процессора решателя задач как многоуровневой структуры, где нижние уровни являются основой для верхних (всего выделено пять уровней). Разработан проект процессора пользовательских интерфейсов, который использует понятие интерфейсного агента. Предложен также проект программного интерфейса.

В четвёртой главе описывается технология разработки сервисов и агентов. Предложена технология разработки сервисов, состоящая из шести этапов. Показано, что для разработки сервиса нужно создать подходящие агенты, инфоресурсы и метаинформацию. Описаны системные инструментальные сервисы, которые используются для поддержки разработки прикладных сервисов. В качестве примера описан ряд прикладных сервисов, разработанных с использованием платформы.

### **Научная новизна, обоснованность и достоверность исследований**

Предложенные в диссертационной работе модели и методы реализации облачной платформы имеют большое практическое значение при разработке и использовании интеллектуальных сервисов. Впервые предложена концепция развиваемого проекта на основе облачной платформы для создания облачных ИС, поддерживающей разработку и интеграцию всех компонентов ИС. Разработаны модель информационных ресурсов ИС, структура которых специфицируется на логическом языке, обладающем согласованной логической и порождающей семантиками, модель решателей задач ИС в виде системы повторно-используемых агентов, взаимодействующих посредством сообщений, методы обеспечения конфлюентности решателей задач, модель веб-интерфейса ИС. Впервые разработаны облачные методы реализации логической семантики языка описания структуры информационных ресурсов ИС; методы управляемого распараллеливания сервисов, обеспечивающие их конфлюентность, а также методы интеграции компонентов облачных ИС. Разработана технология создания облачных ИС, учитывающая специфику облачной платформы, и её инструментальная поддержка.

Обоснованность выводов автора подтверждается всесторонним анализом предметной области и существующих решений. Полученные результаты базируются на корректном применении теории графов, баз данных, системного анализа, теории формальных грамматик, искусственного интеллекта, объектно-ориентированного анализа и проектирования. Эффективность и достоверность полученных результатов подтверждаются также практическим применением предложенных в диссертации моделей, методов и программных средств.

## **Значимость выводов и рекомендаций диссертанта**

Нельзя не отметить практическую направленность результатов диссертации, которые имеют существенное значение для развития технологий облачных вычислений. Разработанная облачная платформа IACPaaS позволяет создавать, сопровождать и использовать ИС различного назначения с применением предложенной технологии и инструментальных средств. Значимость работы заключается в реализации совокупности средств, реализующих порождающую семантику языка описания структуры информационных ресурсов, которые позволяют работу экспертов без посредников.

Использование полученных решений позволило сотрудниками лаборатории интеллектуальных систем ИАПУ ДВО РАН создать ряд облачных прикладных ИС (компьютерные обучающие тренажёры, виртуальную химическую лабораторию и модель городского района, облачной базы данных по диагностике трансформаторов). Это подтверждается актом о внедрении, приложенном к диссертации. Разработанные средства могут найти применение и в других областях, связанных с использованием облачных ИС.

## **Публикация основных результатов диссертации, соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

Основные выводы и положения диссертации широко представлены научной общественности на отечественных и зарубежных конференциях различного уровня и в рецензируемых научных изданиях. По результатам исследований было опубликовано 12 печатных работ. Из них 4 работы размещены в журналах из списка, рекомендованного ВАК.

## **Замечания**

Необходимо отметить хорошее оформление диссертации с большим количеством графического материала, поясняющего суть проделанной работы и отражающего результаты практического применения разработанных методов и моделей. Тем не менее, к работе имеется ряд замечаний.

- 1) В качестве основной цели проекта IACPaaS названо накопление интеллектуальных сервисов и информационных сущностей в Фонде, который предназначен для непрерывного развития. При этом указано, что система предназначена также для параллельной реализации. Развитие (расширение) системы тесно связано с вопросами её масштабируемости, т.е. с возможностью наращивания дополнительных ресурсов без структурных изменений системы. Обычно масштабируемость оценивается через отношение прироста производительности системы к приросту используемых ресурсов. Чем ближе это отношение к единице – тем лучше. В работе вопросы производительности и масштабируемости не рассмотрены (особенно, для случая параллельной реализации). Можно предположить, что автор оставил себе поле для дальнейших изысканий.
- 2) В пункте 2.3 рассматривается модель решателя задач. Для реализации выбрана модель решателя с разделяемыми данными, приводящая к проблеме неконфлюентности. В результате существенные усилия потрачены на борьбу с этой проблемой (во всяком случае, значительный объем текста указанного пункта посвящен именно этому). Не ясно, почему автор отказался от модели обработки независимых данных, что привело бы к отсутствию побочных эффектов и недетерминизма.
- 3) В пункте 4.3.4 рассматриваются вопросы автоматизации прогонки тестов для созданных и вновь создаваемых агентов Фонда. Технология заключается в запуске тестируемого агента с заранее заданным контекстом и сравнении полученного результата с ожидаемыми. При этом в диссертации не рассмотрены вопросы формирования данного контекста и наборов прогоняемых тестов. Как и какими средствами обеспечивается

полнота таких тестов? Каким образом уменьшается влияние субъективного фактора при разработке тестов?

- 4) В работе декларируется ориентация разработанных программных средств на широкое, массовое использование, а также на возможность работы экспертов с системой «без посредников». Однако при этом никак не оценивается сложность описанной технологии создания интеллектуальных систем для программистов. Каким уровнем знаний должен обладать программист, чтобы разобраться с предложенной системой, насколько полна документация и примеры к системе? Хочу отметить, что по опыту эксплуатации подводных роботов разработки ИПМТ ДВО РАН сторонними организациями, вопрос об уровне подготовки программистов-операторов является весьма насущным.

Также имеются небольшие редакторские замечания к тексту диссертации. Например, отсутствует список аббревиатур, что местами несколько затрудняет чтение. Имеются неразрешенные ссылки на литературные источники (стр. 12, 14). Имеется также ряд описок.

### Заключение

Отмеченные недостатки не снижают общего положительного впечатления от диссертации, которая написана хорошим языком и в целом легко читается. Диссертация является самостоятельным законченным исследованием, обеспечивающим решение важной прикладной задачи разработки облачной платформы для создания и использования интеллектуальных сервисов. Полученные результаты обладают научной и практической ценностью. Несомненно, что диссертационная работа Крылова Дмитрия Александровича соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Диссертант является сформировавшимся специалистом в своей области и, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,

заведующий лабораторией систем управления

Института проблем морских технологий ДВО РАН,

доктор технических наук

07.04.2014



Инзарцев А.В.

Подпись Инзарцева А.В. заверяет

И.о. директора ИПМТ ДВО РАН д.т.н.

Матвиенко Ю.В.

