



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ
И МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА КОЛОМНЫ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ФГБОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.Э.БАУМАНА»

VIII-я Международная
научно-практическая конференция

**«ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ
И МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ
В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ
(18-20 МАЯ 2015 г.)**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Том 1

*К 50-летию Нечеткой Логики
К 25-летию Российской Ассоциации Нечетких Систем
и Мягких Вычислений*

Москва



Физматлит
2015

УДК 681.3.01

ББК 32.813.7

Г38

Конференция проводится при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (проект №15-07-20268-г),
Администрации г. Коломны, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Г38 Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 18-20 мая 2015 г.). В 2-х томах. Т.1. – М.: Физматлит, 2015. – 432 с.

Научно-практическая конференция посвящена вопросам построения интегрированных систем и реализации мягких вычислений в искусственном интеллекте. Основные направления работы конференции:

- Гибридные интеллектуальные системы и синергетический ИИ
- Интеллектуальные среды и их компоненты
- Гибридные нечеткие и вероятностные модели
- Гранулярные вычисления и вычисления со словами
- Мягкие вычисления и измерения. Интеллектуальные вычисления. Вычисления, инспирированные природой
- Автономные агенты, многоагентные системы, интеллектуальные организации. Распределенный и децентрализованный ИИ
- Искусственная жизнь и адаптивное поведение
- Интеллектуальные мехатронные и биомехатронные системы
- Когнитивные модели в искусственном интеллекте. Когнитивные роботы
- Неклассические логики и семантики в ИИ
- Многозначные, паранепротиворечивые и модальные логики в ИИ
- Нечеткие логики и приближенные рассуждения
- Моделирование НЕ-факторов в интеллектуальных системах
- Нечеткие множества, нечеткие отношения, нечеткие графы, нечеткие алгоритмы
- Нечеткие меры и нечеткие шкалы
- Нечеткие темпоральные модели и временные ряды
- Мультимножества, нечеткие мультимножества и их приложения в ИИ
- Приближенные множества и их приложения в ИИ
- Нечеткие алгебраические, топологические и семиотические системы
- Расширения интервального анализа в обработке информации
- Теория свидетельств.
- Бионические подходы, эволюционное моделирование, генетические алгоритмы
- Нечеткие нейронные сети, нейросети, основанные на знаниях, нейроинформатика и нейроинтеллект
- Нечеткие информационные системы и системы принятия решений в условиях неточной, неполной, нечисловой информации
- Управление сложными объектами в условиях неопределенности и нечеткости. Управление жизненным циклом продукции
- Нечеткие модели в компьютерной лингвистике
- Вероятностные модели в информационных технологиях и искусственном интеллекте. Алгебраические байесовские сети и сети доверия. Марковские сети

© Физматлит, 2015

© РАИИ, 2015

© РАНСМВ, 2015

ISBN 978-5-9221-1629-9

УДК 004.891:61

ОБЛАЧНАЯ СРЕДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СООБЩЕСТВА МЕДИЦИНСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ*

Грибова В.В., д.т.н., зам.дир. по науч.раб.

e-mail: gribova@iacp.dvo.ru

Москаленко Ф.М., к.т.н., н.с.

e-mail: philipmm@iacp.dvo.ru

Окунь Д.Б., к.м.н., н.с.

e-mail: 2707008@mail.ru

Петряева М.В., к.м.н., н.с.

e-mail: margaret@iacp.dvo.ru

ИАПУ ДВО РАН

1. ВВЕДЕНИЕ

Задача информатизации медицины входит в число приоритетных направлений развития России. Наряду с образованием это, пожалуй, одна из тех отраслей, где отставание во внедрении информационных технологий является наибольшим. В последние годы наметились положительные тенденции в этой области – медицинские системы, контролирующие информационные потоки на уровне больницы или отдельных ее подразделений, а также на уровне отдельного врача в виде автоматизированного рабочего места специалиста, внедряются в практику крупных медицинских учреждений достаточно активно [1]. Однако ощущается острая потребность в развитии и внедрении в практику отечественной медицины систем интеллектуальной поддержки принятия непосредственно врачебного решения (диагностического или лечебного). Вместе с тем потребность в таких системах велика. В клинической медицине известны десятки тысяч болезней, и врач не может изучить весь объем заболеваний, с которыми он встретится в своей практике жизни. Его знания включают информацию различного характера: симптомы, синдромы, нозологические формы патологий; этиологии, патогенез, клиника, диагностика болезней,

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты №14-07-00270 и №15-07-03193

медикаментозные и немедикаментозные методы лечения, механизмы их лечебного действия, способы клинического применения медикаментов, методы профилактики и реабилитации пациентов. Таким образом, объем необходимых знаний очень велик, при этом они постоянно изменяются [2]. Справиться с этим могут только компьютерные системы поддержки принятия решений, основанные на расширяемых и сопровождаемых заинтересованным сообществом базах знаний и данных. Не менее важной задачей, что признают медработники и преподаватели медицинских вузов всего мира [3], является создание медицинских обучающих систем и компьютерных тренажеров, помогающих студентам освоить знания и применить их для диагностики и лечения заболеваний виртуальных пациентов. Такие системы необходимы ввиду снижения возможности отработать практические навыки «у постели больного».

Среди основных причин, тормозящих внедрение подобных систем в практическую медицину и обучение студентов медицинских вузов, можно выделить следующие факторы:

- (1) высокая трудоемкость формализации медицинских знаний, которые в одинаковой степени должны быть понятны как экспертам предметной области, так и компьютерным системам;
- (2) сложность создания моделей и алгоритмов, способных на основе баз знаний формировать решения на уровне специалистов-профессионалов;
- (3) отсутствие единой среды, доступной всем заинтересованным сообществам, содержащей актуальные базы знаний и данных по всем разделам медицины и исключающей их повторную разработку;
- (4) обеспечение доступности информационных и программных компонентов широкому кругу специалистов.

Таким образом, создание единой среды, содержащей общие базы информационных и программных компонентов для создания медицинских интеллектуальных систем различного назначения, является актуальной задачей.

2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПЛАТФОРМА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ

Выделяются следующие основные принципы создания и функционирования облачной среды:

- информационные ресурсы разрабатываются и управляются независимо от интеллектуальных систем, их обрабатывающих;
- информационные ресурсы имеют декларативное представление и формируются/модифицируются на основе метаинформации как носителями этой информации, так и интеллектуальными системами;

- информационные ресурсы имеют единый унифицированный формат внутреннего хранения для упрощения доступа к их содержимому;
- информационные ресурсы и программные компоненты предоставляются пользователям через интернет, что обеспечивает возможность широкого использования, совместному развитию и управлению различными заинтересованными сообществами;
- метainформация (онтология), по которой создаются информационные ресурсы (базы знаний и базы данных), должна быть единой для всех разделов медицины;
- программные компоненты разрабатываются для решения класса задач, определяемых единой метainформацией;
- информационные ресурсы создаются, помимо прочего, с целью их повторного применения различными классами медицинских сервисов;
- терминология, в которой описываются информационные ресурсы, является общепринятой и понятной медицинским специалистам;
- единая для различных разделов медицины информация выносится в отдельные повторно-используемые ресурсы;
- информационные ресурсы размещаются согласно иерархии, интуитивно-понятной медицинским специалистам.

В качестве средства реализации облачной среды предлагается платформа IACPaaS [4]. Она представляет собой программно-информационный интернет-комплекс для обеспечения поддержки разработки, управления и удаленного использования прикладных и инструментальных (системных) мультиагентных облачных сервисов (прежде всего интеллектуальных) и их компонентов. Комплекс основан на технологии облачных вычислений и обеспечивает удаленный доступ конечным пользователям к интеллектуальным системам, а разработчикам и управляющим – к средствам создания интеллектуальных систем и управления ими.

3. АРХИТЕКТУРА МЕДИЦИНСКОЙ ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В общем случае облачная среда состоит из программных и информационных компонентов (рис.1). К первым относятся: онтологии, базы знаний и базы данных. Онтологии выступают в качестве схем понятий при разработке баз знаний и данных, а базы знаний наполняются с использованием баз данных. Программные компоненты состоят из прикладных и системных сервисов. Сервис

конструируется из агентов различного назначения, взаимодействующих путём обмена сообщениями, формируемыми по шаблонам. Прикладными сервисами являются экспертные системы поддержки принятия решений, сервисы формирования архивов историй болезни, компьютерные тренажеры. Системные сервисы обеспечивают создание и управление информационными ресурсами и программными компонентами. Также среди программных компонентов выделяется библиотека повторно-используемых компонентов сервисов, в которой содержатся агенты и шаблоны сообщений, применяемые для работы в различных приложениях.

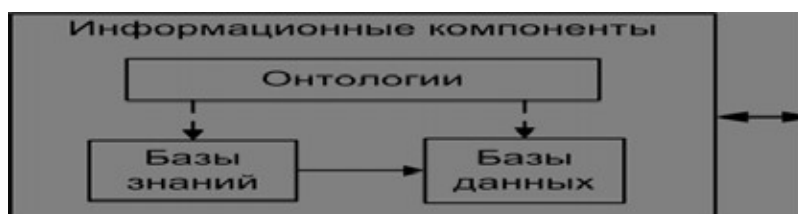


Рис.1. Обобщенная структурная схема облачной платформы

3.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В соответствии с идеологией облачной платформы [5], а также технологией создания жизнеспособных интеллектуальных облачных сервисов [6], разработка баз знаний и баз данных осуществляется на основе метайнформации [7]. При этом важным требованием к метайнформации является обеспечение её универсальности для различных разделов медицины и повторной используемости в сервисах.

В настоящее время разработаны следующие онтологии: *онтология диагностики острых заболеваний* [8, 9], *онтология диагностики хронических заболеваний* [10], *онтология лечения* [11], *онтология фармакологического справочника* [11], *онтология истории болезни* и *онтология наблюдений* [12].

Базы знаний сгруппированы в разделы, соответствующие направлениям медицины: *терапия, хирургия, урология, офтальмология*, и др. Каждый раздел включает подразделы, например, раздел *терапия* состоит из подразделов: *заболевания органов дыхания, заболевания органов пищеварения, заболевания сердца и сосудов* и т.д. Каждый подраздел включает базы знаний о диагностике заболеваний и базы знаний о лечении заболеваний (рис.2).

Каждая база знаний о диагностике, например, *база знаний о диагностике заболевания бронхиальная астма*, включает формальное описание его *возможных причин, необходимого условия* для

возникновения заболевания и *клинической картины*, которая состоит из описания *клинических проявлений*, строящихся на основе соответствующих *наблюдений*. Базы знаний о лечении заболеваний включают: *медикаментозное лечение*, *хирургическое* и *восстановительное лечение*. Каждая база знаний о лечении, например, *база знаний о медикаментозном лечении заболевания язвенная болезнь*, включает формальное описание групп препаратов и вариантов их использования при различных клинических ситуациях.

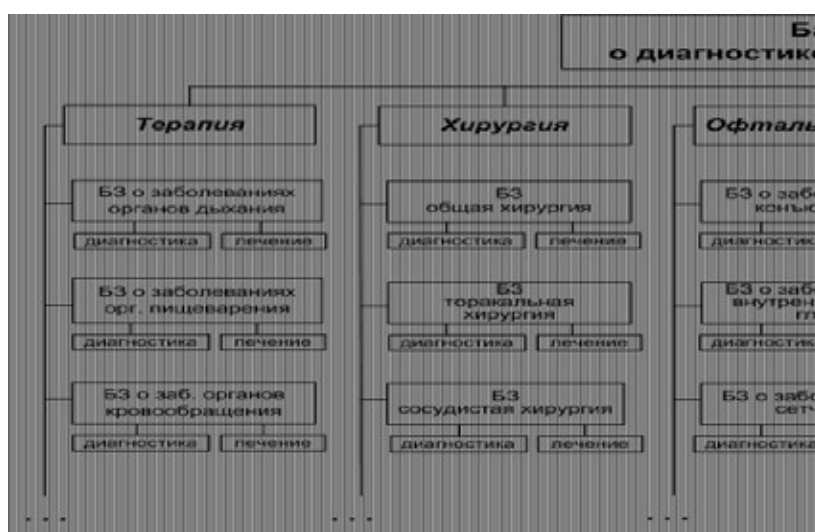


Рис.2. Структура раздела базы знаний о диагностике и лечении заболеваний

Базы данных, также как и базы знаний, сформированы по соответствующим онтологиям. При этом раздел баз данных, включающий базы наблюдений, состоит из подразделов, соответствующих структуре традиционной истории болезни: *история жизни*, *жалобы*, *объективное исследование*, *лабораторные* и *инструментальные методы исследования*. *Объективное исследование* включает два подраздела: *общеклиническое исследование* и *узкоспециализированные исследования*. Подраздел *общеклиническое исследование* состоит из следующих баз наблюдений: *общий осмотр*, *система органов дыхания*, *система органов пищеварения*, *система органов кровообращения* и др. *Узкоспециализированные исследования* включают базы наблюдений, в которых формально описаны редко встречающиеся и патогномичные симптомы (наблюдения), используемые хирургами, неврологами, урологами и

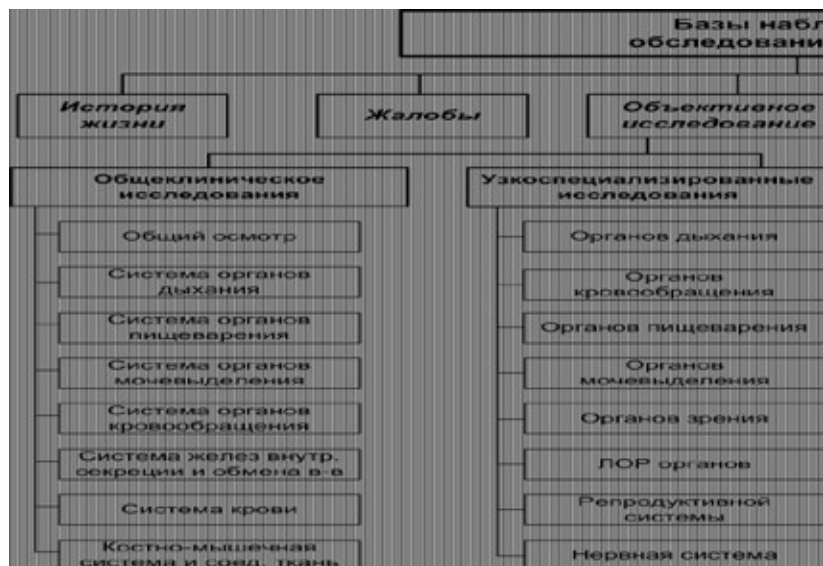


Рис.3. Структура раздела базы наблюдений обследования больного

3.3. ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Программные компоненты делятся на системные и прикладные сервисы. Системными сервисами являются проблемно-независимые сервисы, предоставляемые платформой IASaaS: *расширяемый редактор орграфов информации, расширяемый редактор орграфов метainформации, редактор сервисов, редактор агентов, генератор кода агентов и шаблонов сообщений, загрузчик кода агентов и шаблонов сообщений* [13], а также *специализированный сервис для индуктивного (на основе архива историй болезни) формирования баз медицинских знаний по диагностике заболеваний* [14]. Он основан на онтологии диагностики острых заболеваний и позволяет формировать хорошо интерпретируемые (понятные специалистам) базы знаний.

Прикладные сервисы относятся к четырем основным классам: система ввода знаний и данных (построенные на основе расширяемого редактора орграфов информации), интеллектуальные системы диагностики острых и хронических заболеваний, интеллектуальные системы назначения лечения и компьютерные тренажеры.

Принципиальной особенностью облачной среды является то, что все классы медицинских систем могут и должны использовать общий набор информационных ресурсов. Например, для *экспертной системы по диагностике острых заболеваний* и *медицинского компьютерного тренажера по диагностике острых заболеваний*

выделяются следующие: *базы наблюдений и базы знаний о заболеваниях*. В дополнение к ним первый сервис использует *архив историй болезни*, а второй – *базу заданий*.

Кроме того, медицинские сервисы могут и, по возможности, должны конструироваться из повторно-используемых программных компонентов – вычислительных и интерфейсных агентов, шаблонов сообщений. Например, *сервис диагностики острых заболеваний и тренажёр по диагностике острых заболеваний* используют агента, выполняющий поиск гипотез о диагнозе для некоторой истории болезни. *Сервис диагностики* при этом работает с архивом историй болезни, а *тренажёр* – с диагностическим заданием. Также повторно используется агент *интерфейсный контроллер*, входящий в состав *расширяемого редактора орграфов информации*: он является основой редактора базы наблюдений, редактора архива историй болезни и редакторов других классов информационных ресурсов.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описана облачная среда для создания сообщества медицинских интеллектуальных систем. Актуальность создания такой среды обусловлена необходимостью концентрации в одном виртуальном пространстве информационных и программных ресурсов для создания различных типов интеллектуальных медицинских систем из повторно-используемых компонентов, а также для обеспечения доступа к таким системам практикующих врачей и студентов независимо от их географического положения. Немаловажной задачей является доступ к информационным ресурсам (прежде всего, базам знаний) высококвалифицированных экспертов для их сопровождения (поддержки в актуальном состоянии).

К настоящему времени коллективом уже разработаны несколько информационных и программных компонентов облачной среды, работа по ее расширению и реализации продолжается.

Литература

1. Гусев А.В. Обзор рынка комплексных медицинских информационных систем // Врач и информационные технологии. – 2009. – №6. – С.4-17.
2. Тетенев Ф.Ф., Бодрова Т.Н. Знания и размышления врача в процессе постановки клинического диагноза// Бюллетень сибирской медицины. – 2003. – №1. – С.55-62.
3. Виртуальные медицинские симуляторы-тренажеры: новая эра в медицинском образовании // URL: <http://airestech.ru/virtualnye-medicinskie-simulyatory-trenazhery-novaya-era-v-medicinskom-obrazovanii> (Дата обращения: 25.03.2015).
4. Грибова В.В., Клещев А.С., Крылов Д.А., Москаленко Ф.М., Смагин С.В., Тимченко В.А., Тютюнник М.Б., Шалфеева Е.А. Проект IACPaasS.

- Комплекс для интеллектуальных систем на основе облачных вычислений // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – №1. – С.27–35.
5. Грибова В.В., Клещёв А.С., Крылов Д.А., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А., Шалфеева Е.А., Созыкин А.В.. Платформа для разработки интеллектуальных мультиагентных интернет-сервисов // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Информационные технологии и высокопроизводительные вычисления» (Хабаровск, 25-27 июня 2013 г.). – С.95-104.
 6. Грибова В.В., Клещёв А.С., Шалфеева Е.А. Управление интеллектуальными системами // Известия РАН: Теория и системы управления. – 2010. – №6. – С.122-137.
 7. Грибова В.В., Клещёв А.С. Технология разработки интеллектуальных сервисов, ориентированных на декларативные предметные базы знаний. Часть 1. Информационные ресурсы // Информационные технологии. – 2013. – №9. – С.7-11.
 8. Клещёв А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 1. Неформальное описание и определение базовых терминов // Научно-техническая информация. Серия 2. – 2005. – №12. – С.1-7.
 9. Клещёв А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 2. Формальное описание причинно-следственных связей, причин значений признаков и причин заболеваний // Научно-техническая информация. Серия 2. – 2006. – №2. – С.19-30.
 10. Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Расширение онтологии медицинской диагностики на область хронических заболеваний // Сборник материалов XXXVIII-й Дальневосточной математической школы-семинара им. академика Е.В.Золотова (Владивосток, 1-5 сентября 2014г.). – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2014. – С.422-428.
 11. Грибова В.В., Черняховская М.Ю., Окунь Д.Б. Формальное представление знаний о медикаментозном лечении // Материалы VIII-й международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2014, 29-30 мая 2014 г. Благовещенск) / под общ. ред. В.П.Колосова. – Благовещенск: ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН, 2014. – С.78-81.
 12. Москаленко Ф.М. Проект компьютерного банка знаний по медицинской диагностике// Информатика и системы управления. – 2007. – №2(14). – С.55-66.
 13. Gribova V.V., Kleshev A.S., Krylov D.A., Moskalenko Ph.M., Timchenko V.A., Shalfeyeva E.A. A Cloud Platform for the Development and Use of Intelligent Agent-based Internet-Services//Proceedings of the 9th International Conference on Information Technology and Applications (ICITA-2014, Sydney, Australia, July 1-4, 2014,. [Электронный ресурс] URL: <http://www.icita.org/2014/CD/papers/ru-Gribova1.pdf> (Дата обращения: 25.03.2015).
 14. Смагин. С.В. Комплекс программ для индуктивного формирования баз медицинских знаний // Программные продукты и системы. – 2014. – № 4. – С.108-113.