

## **Конструирование облачного медицинского сервиса по технологии IACPaaS**

Шалфеева Елена Арэфьевна, кандидат технических наук, доцент,  
Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН (г. Владивосток),  
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса  
Новеселов Андрей Сергеевич, студент,  
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

В настоящее время одним из факторов обеспечения технологического прогресса становятся новейшие информационные технологии. Стремительное развитие так называемых облачных вычислений требует не только средств хранения информации, но и средств для создания интернет-сервисов разного типа и назначения. Необходимы современные отечественные платформы и технологии для производства управляемых облачных программных систем для поддержки принятия решений на основе знаний.

Рынок предоставляемых облачных платформ достаточно разнообразен и предлагает средства разработки баз данных, баз знаний, приложений. Платформа CLAVIRE обеспечивает набор сервисов для решения задач разных типов, в том числе научных и ориентированных на обработку больших объемов данных [1]. Большинство известных облачных платформ разработки различных приложений поддерживают реляционное представление баз данных: AWS, cloud Foundry, Engine Yard \ PHeroku, Microsoft Azure, Oracle и др. Среди других поддерживаемых типов представлений - объектно-ориентированное и сетевое; для редактирования такой информации применяются соответственно облачный редактор Protege, а также редакторы, загружаемые из платформы OSTIS [2,4,6].

Разрабатываемая в ИАПУ ДВО РАН платформа IACPaaS (Intelligent Applications, Control and Platform as a Service) ориентирована, главным образом,

на создание интеллектуальных сервисов, работающих с базами знаний и/или данных в сетевом представлении [5]. Поддерживается относительно независимая разработка основных частей: баз знаний – экспертами, и программных компонентов – техническими специалистами [4, 5]. Платформа имеет мощный редактор для описания терминологии и структуры создаваемых информационных ресурсов (ИР) произвольной сложности и удобный редактор для формирования баз знаний (БЗ), баз данных и других хранимых ИР в соответствии с заданной структурой и в заданных терминах [4, 5].

Цель данной работы - описание новой технологии разработки и сопровождения интеллектуальных и других прикладных сервисов, работающих со сложно-структурированной информацией, и демонстрация применения технологии для разработки медицинского облачного сервиса.

### **Постановка задачи**

Если называть *задачей интеллектуальной деятельности* задачу, в постановке которой в качестве входных данных и/или результатов присутствуют *базы знаний* и представление *ситуации*, то примерами таких задач становятся задача формирования БЗ по обучающей выборке и задача формирования обучающей выборки для возможного последующего улучшения знаний, используемых для принятия решений. В предметной области медицина по некоторым медицинским профилям актуальным является анализ случаев принятия нестандартных решений по медикаментозному лечению пациентов и выявление закономерностей среди таких случаев. Под нестандартностью в рамках текущей работы будем понимать случаи назначения для лечения пациента препаратов, не содержащихся среди рекомендованных в «стандарте медицинской помощи больным», утвержденном Минздравом (например, стандарт медицинской помощи больным с острым панкреатитом датируется ноябром 2007 г.). Выявляемые закономерности - это группы прецедентов (историй болезней пациентов с определенным диагнозом) с одинаковой схемой лечения и подобными назна-

ченными препаратами. Для каждой группы важна степень сходства особенностей пациентов и совпавшие нестандартные лекарственные средства (ЛС).

Задача формирования обучающей выборки ситуаций принятия нестандартных решений по медикаментозному лечению имеет две подзадачи.

*Задача формирования множества особых случаев (прецедентов).* Дано: архив =  $\{ \langle R, \text{диагноз} = \text{заболевание}_s, \text{набор ЛС} \rangle \}$ , БЗ<sub>леч.</sub>. Найти: подмножество архива  $\{ \langle R_i, \text{заболевание}_s, \text{набор}_i \text{ ЛС} = \{ \text{ЛС}_{i_1}, \dots, \text{ЛС}_{i_n}, \text{ЛС}_{i_{n+1}}, \dots, \text{ЛС}_{i_N} \} \rangle \}$ , где ЛС<sub>i<sub>1</sub></sub>, ЛС<sub>i<sub>n</sub></sub> – нестандартные ЛС.

*Задача анализа прецедентов.* Дано: подмножество архива =  $\{ \langle R_i, \text{диагноз}_i = \text{заболевание}_s, \text{набор}_i \text{ ЛС} \rangle \}$ . Найти: *множество групп*  $\{ \text{заболевание}_s, \langle r_{j1}, \dots, r_{jk} \rangle, R = \{ \langle r_{j1}, \dots, r_{jk}, r_{m1}, \dots, r_{ms} \rangle \}, \langle \text{ЛС}_{j1}, \dots, \text{ЛС}_{jn} \rangle \}$  из элементов подмножества архива? где  $r_{j1}, \dots, r_{jk}$  – совпавшие характеристики у пациентов группы.

Чтобы полученное множество групп стало обучающей выборкой и было использовано для индуктивного формирования знаний о вариантах лечения, должна быть обеспечена его экспертная оценка. Но и получение такого кандидата на обучающую выборку – важный результат для исследователей в данной предметной области. Если для решения такой задачи доступны обширные архивы историй болезни (ИБ) пациентов, получивших удовлетворительное лечение конкретных заболеваний, то требуется автоматизация анализа таких архивов.

## **Методы и технология разработки сервисов IASaaS**

Для обеспечения широких возможностей представления сложно структурированных данных и знаний в медицине и для производства программных систем поддержки принятия решений на основе знаний адекватной платформой разработки является IASaaS. В настоящее время платформа поддерживает разработку сервисов по нескольким технологиям, одна из которых является

универсальной, «базовой» [4]. Рассмотрим основные этапы и характеристики этой технологии (рис.1).

В общем случае создание сервиса по базовой технологии включает создание входных информационных ресурсов (баз данных и БЗ), структуры выходных информационных ресурсов, и специализированного решателя задач. Если что-то из перечисленного имеется в Фонде (хранилище) платформы, то их (его) необходимо только интегрировать в новый создаваемый сервис.

Формирование каждого информационного ресурса (ИР) осуществляется при наличии явного описания его структуры. Такое описание может быть создано заранее для других ресурсов и оказаться пригодным для вновь создаваемого. Иначе следует явно описать (в терминах метаязыка) новую структуру (метаинформацию) произвольной степени сложности с учетом терминологии предметной области. При наличии метаинформации автоматически формируется пользовательский интерфейс того редактора, с помощью которого можно создавать, редактировать и улучшать новый ИР. Редактор обеспечивает интуитивно понятный, естественный и терминологически адаптированный для пользователей-разработчиков процесс формирования целевой информации.

Специализированный решатель задачи создается как совокупность программных единиц, обменивающихся сообщениями. При создании сервиса «с нуля» потребуется создать совокупность программных единиц (ПЕ) интегрированного решателя. В зависимости от способа конструирования результатом архитектурного планирования становится либо список всех ПЕ либо управляющий граф, прописывающий конкретные связи ПЕ друг с другом. Для каждой ПЕ создается его декларация (проектная модель), она содержит его интерфейсы форматы сообщений для коммуникации друг с другом.

Если в сервисе не требуется интерактивное взаимодействие с пользователем в процессе решения задачи, то пользовательский интерфейс (ПИФ) вполне обеспечивается платформенными средствами просмотра выходного ИР и ре-

дактирования входного ИР. Для сервиса с ПИФ разработчик формирует страницу, отображаемую в браузере, и ПЕ «Интерфейсный контроллер», в котором реализуется обмен информацией между страницей и остальными ПЕ. Готовые ПЕ из Фонда платформы могут быть интегрированы в решатель.

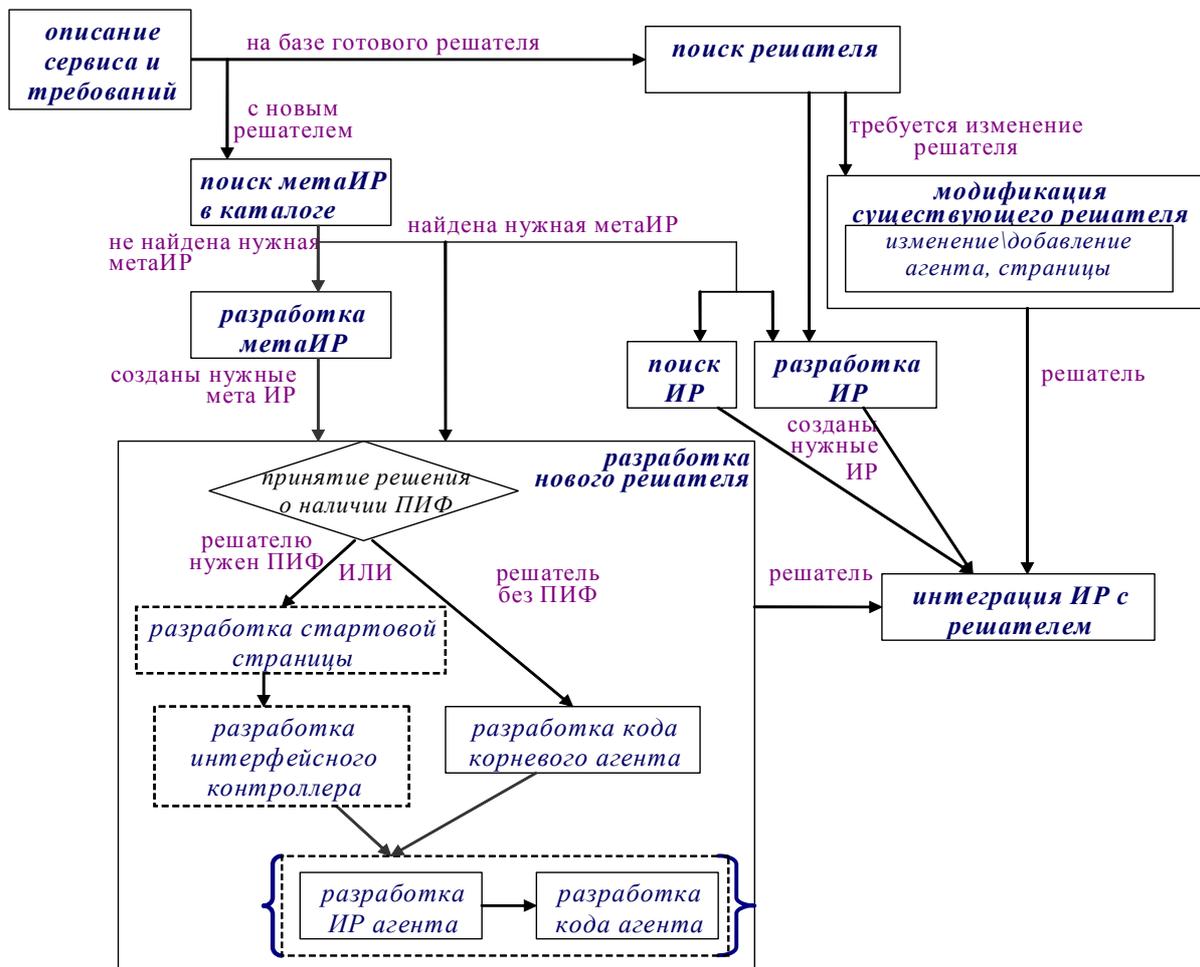


Рис. 1. **Общее представление о последовательности работ при разработке сервиса по базовой технологии**

Описанная схема последовательности работ при разработке сервиса по базовой технологии, показанная на рис. 1, поддерживается инструментарием платформы.

### Разработка медицинского сервиса по базовой технологии IASaaS

При создании медицинского сервиса потребуется выполнить работы по декларированию нового сервиса (рис. 2), по формированию структуры храни-

мых результатов работы (рис. 3), по проектированию решателя – его декларированию (рис.4), архитектурному планированию и созданию каждой ПЕ из этой архитектуры.

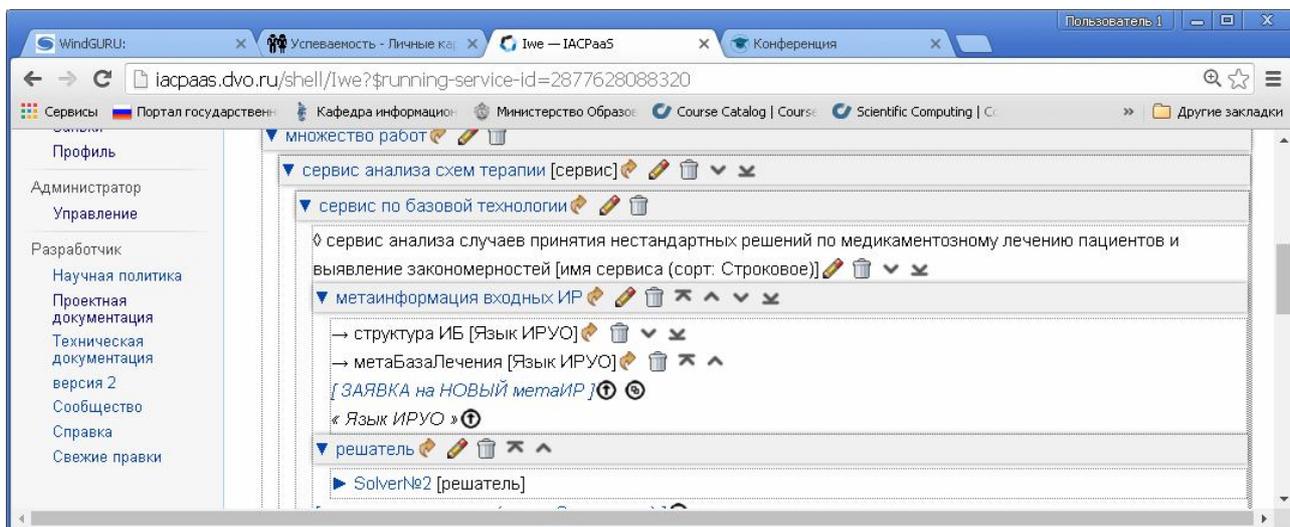


Рис. 2. Декларация сервиса анализа медикаментозной терапии

В проектной модели решателя указываются форматы обрабатываемых информационных ресурсов: базы схем лечения (БЗ<sub>сх</sub>) и архива ИБ.

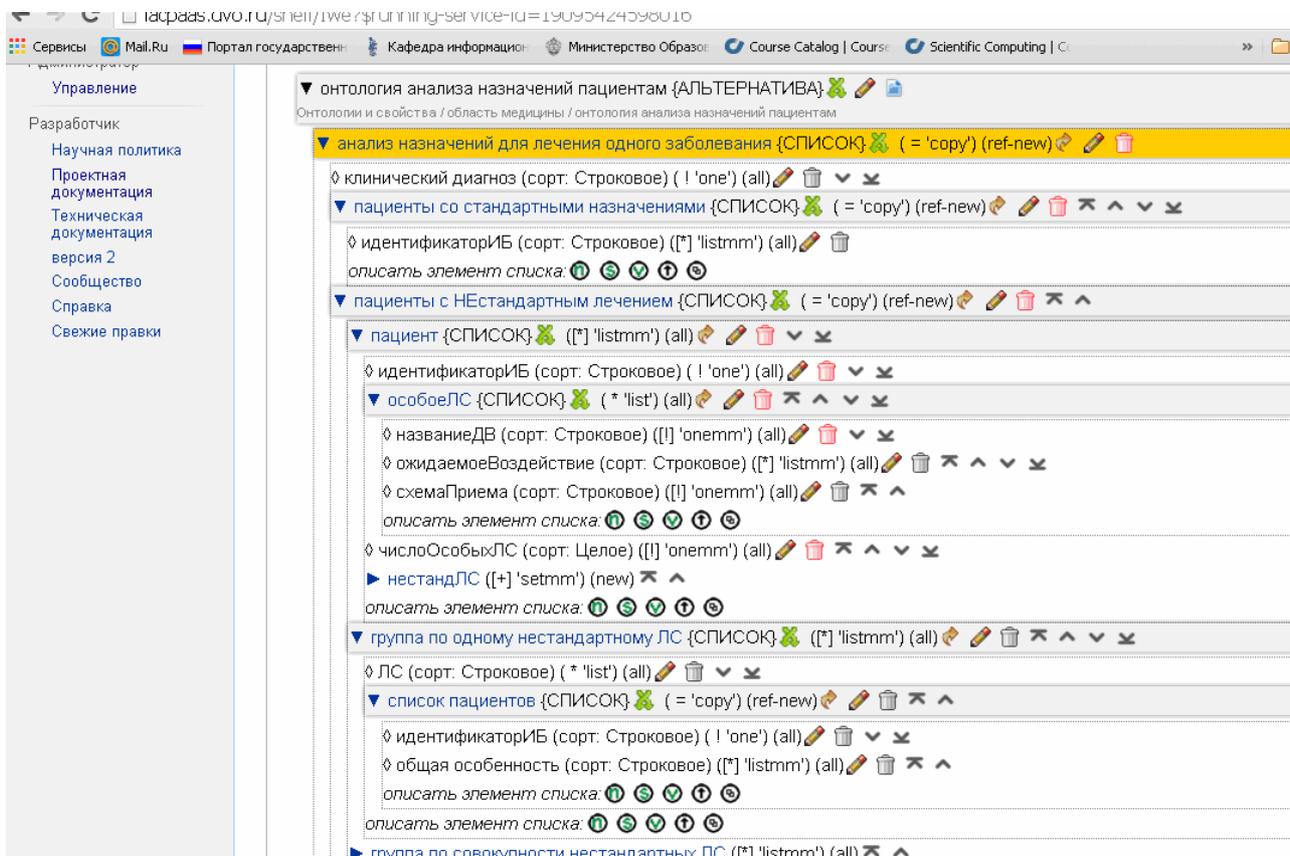
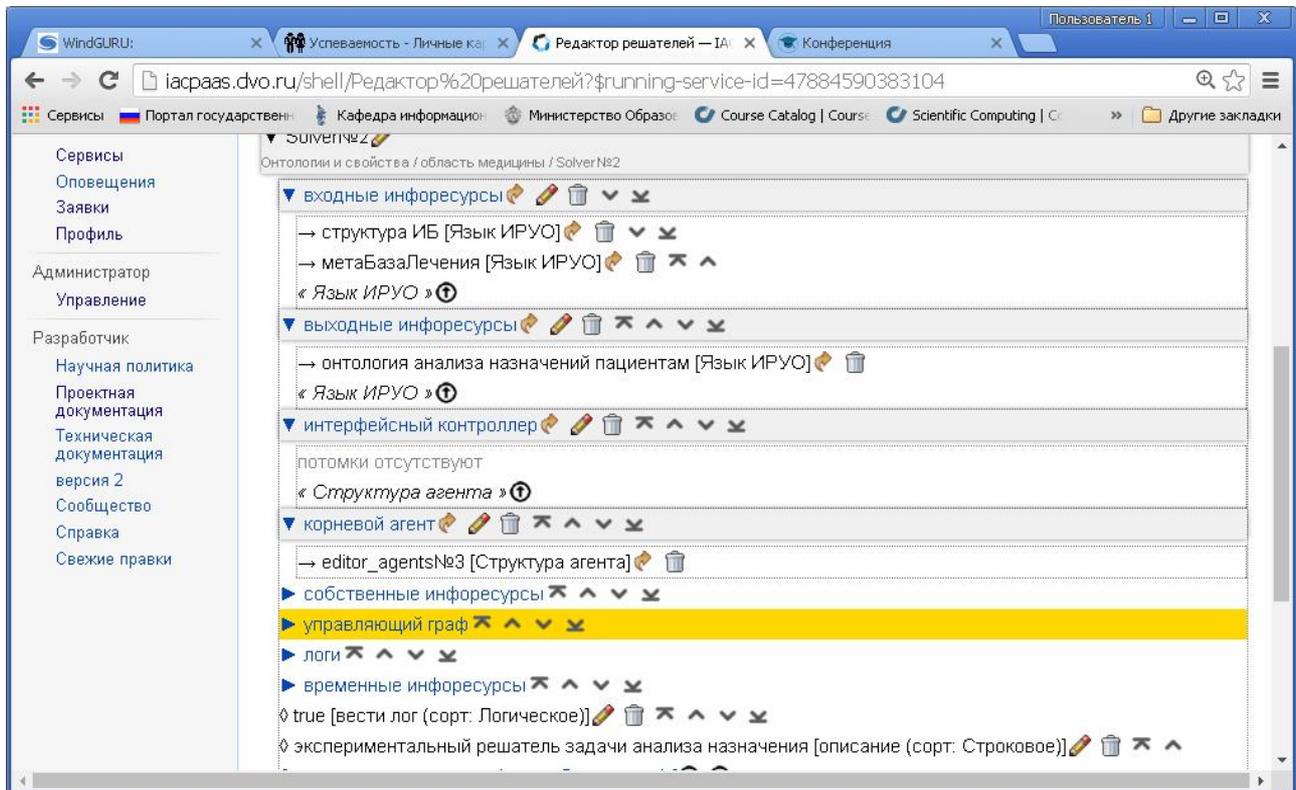


Рис. 3. Структура результата работы сервиса анализа медикаментозной терапии

Для программной части указываются имя так называемой «корневой» ПЕ и результаты архитектурного планирования. Декларация разрабатываемого решателя для медицинского сервиса показана на рис. 4.



**Рис. 4. Фрагмент декларации решателя анализа медикаментозной терапии**

При создании очередного медицинского сервиса на платформе в большинстве случаев можно рассчитывать на то, что структура обрабатываемой информации ранее разработана для других сервисов. Для автоматизации задачи формирования обучающей выборки ситуаций, представленных пациентами, лечение которых было проведено в рамках знаний, отличных от имеющейся БЗ<sub>сх</sub>, потребуются структура ИБ и этой БЗ<sub>сх</sub>.

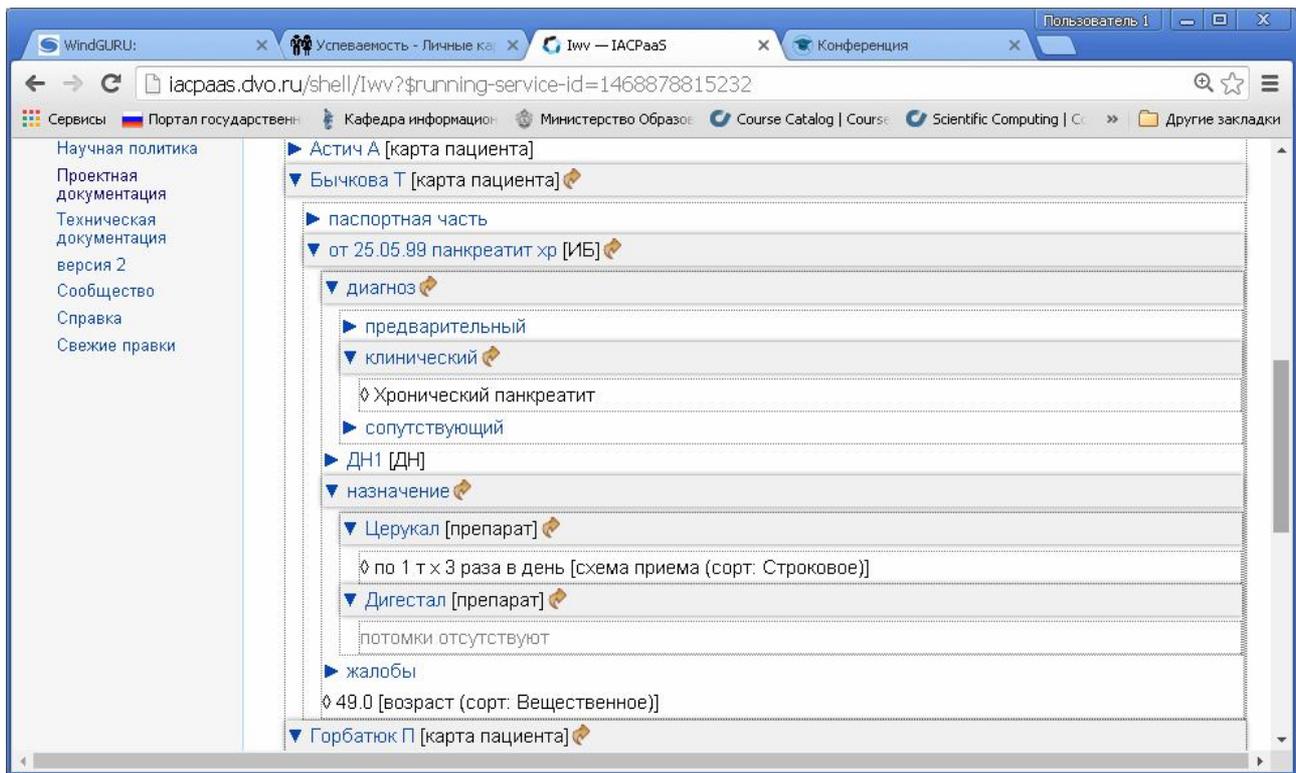


Рис. 5. Фрагмент входной информации сервиса – архива ИБ

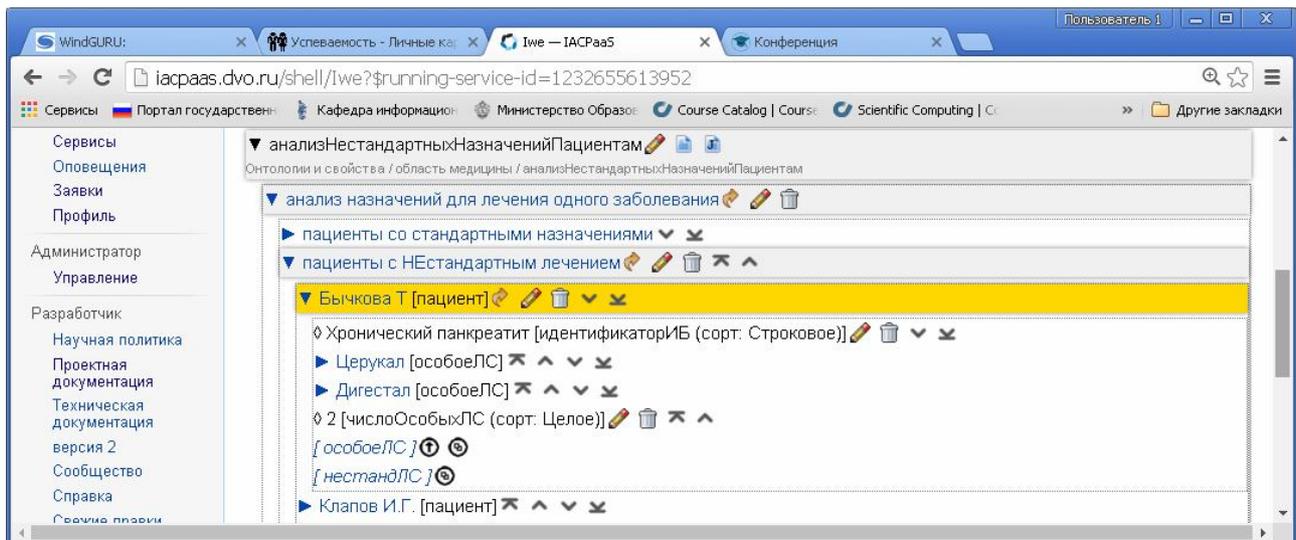


Рис. 6. Промежуточный результат работы медицинского сервиса

Требуемый решатель реализован двумя ПЕ, одна из которых реализует алгоритм решения подзадачи *формирования множества особых случаев (прецедентов)* и сохраняет полученное подмножество архива в результирующем ИР. Вторая ПЕ отвечает за подзадачу *анализа прецедентов*. При интеграции решателя с конкретным архивом (рис. 5) и БЗ<sub>сх</sub> для конкретного заболевания получается сервис, формирующий пошагово результат в выходном ИР (рис.6).

## **Заключение**

Представленная технология обеспечивает возможность разработки и сопровождения интеллектуальных и других прикладных сервисов в медицинской предметной области, где производится обработка сложно-структурированной информации. Применение технологии продемонстрировано для медицинского облачного сервиса анализа архивной информации. На представленной платформе реализовано несколько программных систем для поддержки принятия решений на основе знаний для диагностики и медикаментозного лечения. Обработываемая и хранимая информация максимально приближена к реальной, в частности, базы схем медикаментозного лечения и истории болезней содержат темпоральную информацию, учитываемую в процессе принятия решения.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты 14-07-00270 и 15-07-03193) и ПФИ ДВО РАН «Дальний Восток» (проект 15-И-4-029).

## **Литература:**

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. Голенков В.В., Гулякина Н.И. Открытый проект, направленный на создание технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем // III междунар. Научно-техн. конф. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2013): материалы Минск: БГУИР, 2013. — С. 55-77.
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 1. Разработка базы знаний и решателя задач // Программная инженерия. 2015. —№ 12. — С. 3-11.

4. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Боровикова О.И. Технология создания тематических интеллектуальных научных интернет-ресурсов, базирующаяся на онтологии // Программная инженерия, 2016, № 2. –С. 51-60.

5. Клещев А.С., Грибова В.В, Шалфеева Е.А., Крылов Д.А., Смагин С.В., Москаленко Ф.М., Тютюнник М.Б., Тимченко В.А. Проект IASaaS. Комплекс для интеллектуальных систем на основе облачных вычислений // Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. — № 1. — С.27-35.

6. The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System [Electronic re-source]. URL: <http://protege.stanford.edu/> (18.04.2015).