



# OSTIS-2012

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.89

## ОНТОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Клещев А.С., Шалфеева Е.А.

*Институт автоматики и процессов управления,  
г. Владивосток, Россия*

**kleshev@iacp.dvo.ru**

**shalf@iacp.dvo.ru**

В работе исследуется возможность единого подхода к автоматизации интеллектуальных процессов в отдельно взятой профессиональной области деятельности. Проводится системный анализ и моделирование интеллектуальных процессов. Предлагаются онтологии всех информационных компонентов, используемых экспертными системами, средствами документирования, системами для обучения, для накопления знаний, интегрируемыми для единых целей.

**Ключевые слова:** знания, интеллектуальный процесс, профессиональная деятельность, онтологии информационных компонентов.

### ВВЕДЕНИЕ

Достигнуты значительные успехи в автоматизации коммерческих предприятий, в разработке информационных и других систем для более эффективного управления бизнесом [Битек, 2007]. Однако не создано инструментария, позволяющего комплексно автоматизировать сферы экономики, процессы в которых связаны с интеллектуальной деятельностью и использованием постоянно обновляемых знаний. К таковым относятся многие сферы финансируемые государством, - медицинское обслуживание, образование, наука, оборонная деятельность и др. К настоящему времени используются разрозненные подходы к автоматизации в таких сферах, как, например, медицинская, хотя ведено и стандартизировано такое понятие, как *электронная история болезни* [ГОСТ, 2008]. При автоматизации лечебно-диагностических процессов отдельными средствами автоматизируют взаимодействие между участниками лечебно-диагностического процесса, с акцентом на документирование всех шагов этого взаимодействия. Лечебно-диагностический процесс рассматривают как бизнес-процесс, как технологию информационного взаимодействия, аналогичного любым другим управленческим процессам.

Задачи автоматизации интеллектуальной деятельности постановки диагноза, назначения и прогнозирования лечения и т.п., если и решаются,

то другими средствами. При этом есть проблемы с их полноценным использованием (часто приходится упрощать процессы), есть проблемы с их сопровождением.

К системам, разрабатываемым для профессиональных интеллектуальных деятельностей государственного значения, предъявляются требования обеспечения всех специалистов адекватными средствами, повышающими их качество работы. Эти средства должны быть интегрированы друг с другом по управлению и по информации, должны быть адаптивными и управляемыми в силу влияния на деятельность специалистов внешних (таких как изменения в законодательстве), и внутренних факторов (непрерывного усовершенствования знаний).

Целью исследования является идентификация интеллектуальных видов деятельности в отдельно взятой достаточно сложной области профессиональной деятельности, системный анализ и моделирование интеллектуальных процессов, разработка онтологии всех используемых информационных компонентов, обеспечивающей их повторную использование при создании сообществ экспертных систем, систем для обучения, средств накопления знаний и других инструментов.

### 1. Идентификация интеллектуальных видов деятельности (на примере

## медицинских)

Виды профессиональных деятельностей, не затрагивающие обучение профессии и научную составляющую, обычно представляют тремя группами: *основные процессы, процессы управления, обеспечивающие процессы.*

Традиционно (в рамках автоматизации коммерческих предприятий медицинской сферы) к основным процессам относятся те, исполнитель которых - лечащий врач и регистратор / администратор [Битек, 2007, Каштальян, 2007].

При рассмотрении *интеллектуальных деятельностей* (требующих принятия ответственных решений) целесообразно обратиться к известной классификации.

Традиционно при разработке систем, основанных на знаниях, выделяют следующие классы интеллектуальных задач: задачи *классификации, диагностики, интерпретации, мониторинга, задачи управления, планирования, прогноза, задачи ремонта, задачи проектирования.* Кроме того, включают сюда и такие виды задач как: *поддержка принятия решения; обучение.*

К интеллектуальным (и тесно связанным с ними) задачам медицинской деятельности в рамках текущего исследования отнесены следующие.

Из числа так называемых «основных, интеллектуальных»:

- *установление диагноза* пациента (это пример задачи диагностики);
- *назначение лечения* пациенту (это пример задачи ремонта);
- *до-обследование* (это пример задачи «получения недостающей информации», т.е. планирования того, за какими параметрами надо понаблюдать, и в какие моменты времени);
- *планирование контрольных обследований и очередного посещения* врача (тоже);
- *коррекция лечения*, которая включает в себя коррекцию назначения лечения, если прежняя схема лечения не дала ожидаемых изменений состояния, и коррекцию диагноза, если изменилось представление о состоянии пациента, (это пример задачи управления на основе результатов задачи мониторинга);
- *прогнозирование* лечения / развития болезни (это пример задачи прогноза) и
- *выполнение функциональной диагностики* (это пример задачи измерения вместе с задачей интерпретации).

Автоматизация этих деятельностей состоит в построении соответствующих ЭС. Программно-технические системы реального времени для проведения функциональной диагностики остаются за рамками автоматизации

интеллектуальной деятельности, однако вербальное представление их результатов врачами должно быть рассмотрено как часть автоматизируемого интеллектуального процесса – это вербальное представление является входной информацией для других автоматизируемых деятельностей.

Из числа «обеспечивающих, интеллектуальных» задач:

- обучение проведению обследования (осмотра),
- обучение интерпретации результатов функциональной диагностики,
- обучение диагностике (и, возможно, необходимому для нее планированию до-обследования),
- обучение назначению лечения.

Автоматизация деятельности состоит в построении тренажеров, проверяющих знания.

Из числа «основных, неинтеллектуальных» - задача ведения истории болезни (это пример задачи документирования).

Задача выполнения инструментального обследования (пример задачи измерения) здесь интересна с точки зрения представления результатов в вербальном виде.

Автоматизация деятельности состоит в построении АРМов.

Из числа научных (т.е. «интеллектуальных»):

- формирование знаний о диагностике заболевания,
- формирование знаний о схеме лечения заболевания,
- формирование знаний о лечебных мероприятиях.

Автоматизация деятельности состоит в построении редакторов знаний и программ индуктивного формирования знаний (частный случай математического моделирования).

## 2. Взаимосвязи подзадач в интеллектуальной профессиональной деятельности

Упрощенная схема взаимосвязи основных медицинских деятельностей представлена на рис. 1.

В этой схеме показаны некоторые задачи, решаемые на протяжении периода взаимодействия пациента со специалистами медицинского учреждения, вырабатываемые документы (пунктиром) и другая информация (в точечных обозначениях).

Многие задачи из числа вышеперечисленных на сегодняшний день автоматизированы, для них созданы поддерживающие принятие решений ЭС

(или исследовательские прототипы) в соответствии с классами интеллектуальных задач (диагностики, ремонта и т.д.).

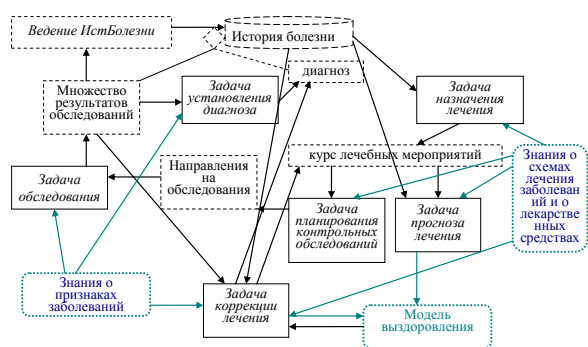


Рисунок 1 – Упрощенная схема взаимосвязи деятельности.

Однако автоматизация интеллектуальной профессиональной деятельности в комплексе требует интеграции поддержки принятия решений всех интеллектуальных и связанных с ними задач, а также задач обучения и формирования знаний.

Поддержка принятия решений специалистов-медиков на протяжении периода выздоровления пациента с точки зрения «автоматизации в комплексе» наиболее близка задачам теории управления сложными системами [Грибова 2010].

Если обратиться к терминологии, выработанной теорией управления, то объектом управления оказывается **пациент**, целью управления становится **отсутствие** (устранение) **заболевания**, она достигается за счет **управляющих воздействий – лечения** (которое пациенту назначено и которое он с большой вероятностью проведет). **Управление – выработка** этих **управляющих воздействий**, включающая мониторинг состояния (обследование и до-обследование), обработку информации (диагностика), принятие решений (назначение лечения).

**Система управления** состоит из управляющего объекта (медперсонала) и объекта управления (пациента). **Функцией управляющего объекта** является совокупность его действий (скорее, не-«однородная по некоторому признаку») - **сбор информации, установление диагноза пациента, назначение лечения, планирование, коррекция, прогнозирование лечения/развития, обследование, ведение истории болезни**, - подчиненных общей цели управления.

Упрощенная схема управления состоянием пациента представлена на рис.2. У **пациента происходят процессы в организме, показателями которых являются значения наблюдений признаков** в моменты времени (они **составляют** **дневник наблюдений – важную часть истории болезни**). На основе значений наблюдений и собственных знаний о признаках заболеваний и их динамике врач ставит **диагноз**; далее на основе информации об особенностях пациента и

собственных знаний о схеме лечения заболевания и знаний о лекарственных средствах и других лечебных мероприятиях готовит **план лечебных мероприятий**, которые должны воздействовать на больного – вести его к выздоровлению. В процессе выздоровления осуществляется **слежение за изменением состояния пациента** и, в случае отклонений от прогнозируемого изменения, могут быть скорректированы **лечебные мероприятия** или даже **диагноз**.

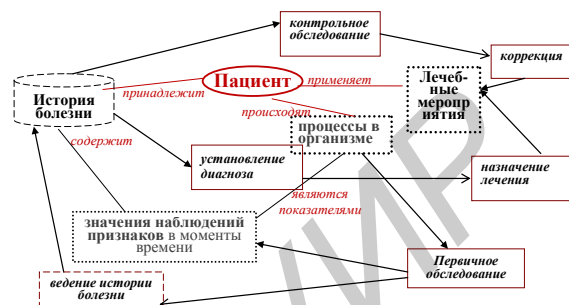


Рисунок 2 – Упрощенная схема управления объектом.

Примечание. Задачи обучения врачей и формирования новых знаний непосредственно к схеме управления состоянием пациента не относятся (скорее, к управлению медперсоналом). Но получаемые с их помощью знания являются важной информационной составляющей всего комплекса интеллектуальных профессиональных задач. Знания, приобретаемые в процессе обучения, являются основой правильных решений врачей. А наличие формализованных знаний повышает возможность каждого отдельного врача знать как можно больше (владеть более глубокими и/или широкими знаниями). Индуктивное формирование знаний приводит к новым знаниям о признаках заболеваний - по архивам историй болезни; к новым знаниям о схемах лечения - по протоколам корректировок планов лечебных мероприятий; к новым знаниям о лекарственных средствах\мероприятиях – по фрагментам дневников наблюдений от начала применения этих средств\мероприятий.

### 3. Структура и характеристики интеллектуальных деятельностей (на примере медицинских)

Некоторые из деятельностей могут рассматриваться как составные (состоящие из множества задач):

**Основная деятельность = 1..\*{задача},**

где **задача = 1..\*{[под]задача}**.

Любая интеллектуальная деятельность связана, как правило, с использованием существующих знаний и может рассматриваться как получение искомой\результатирующей информации на основе имеющейся входной. Особенность интеллектуальных деятельностей медицинской

сферы такова, что они подразумевают возможность, а иногда и необходимость консультирования, главным результатом которого является *объяснение* результата деятельности. Это объяснение является дополнительным входным данным специалисту в его решении. Автоматизация консультирования связана с формализацией знаний (для выполняемой деятельности) и их использованием при построении объяснения.

Поэтому структура *основной интеллектуальной деятельности* (или каждой из ее подзадач) может быть представлена так:

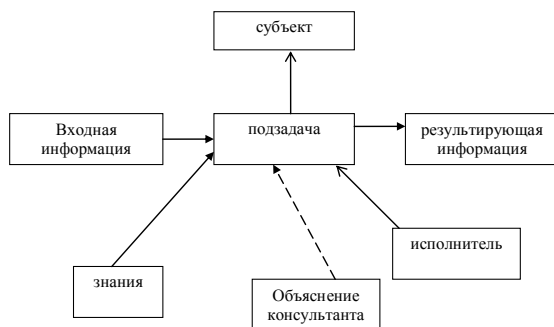


Рисунок 3 – Структура интеллектуальной деятельности.

Пунктирная стрелка означает, что «объяснение консультанта» может использоваться для принятия решения ответственным специалистом.

Для «основных» деятельностей и подзадач медицинской сферы (*диагностика заболевания, назначение лечебных мероприятий, прогнозирование выздоровления, коррекции лечения*) основным субъектом является пациент, а информационным компонентом (входным и результирующим) является сложно устроенный документ *история болезни пациента*. Содержимое этого документа расширяется в процессе применения различных подзадач медицинской деятельности.

Схематически **история болезни** может рассматриваться так:

- паспортная часть +
- особенности пациента +
- жалобы +
- дневник наблюдений
- [+ 0..N (диагноз консультанта)]
- + диагноз
- + план лечения
- [+ дневник лечения].

**Дневник наблюдений** = 0..N {наблюдение}

- Наблюдаемый признак =
- момент +
- значение наблюдения.

**Значение наблюдения** =

результат осмотра (цвет, величина...)|

результат объективного инструментального измерения (*пульс, давление, анализ крови*) |

результат функциональной диагностики (флюорография, УЗИ).

**Дневник лечения** =

0..N {контрольная точка в лечении}.

**Контрольная точка в лечении** =

момент +

[+ отклонения в выполнении плана лечения]

+ фрагмент дневника наблюдений для текущего момента.

Структура подзадачи «диагностика заболевания» до автоматизации такова (значком % помечены необязательные составляющие).

Субъект: **пациент;**

Входная информация:

**история болезни** (уточненная значениями потребованных лабораторных исследований);

Знания:

Персональные:

Теоретические знания о признаках заболеваний и их динамике;

%Собственная база прецедентов признаков заболеваний;

Общедоступные: методическая литература (книга, инструкция),

Исполнитель: **врач;**

%Объяснение консультанта: объяснение диагноза, выполненное консультантом (другим врачом, консилиумом);

Результирующая информация: **диагноз.**

При автоматизации этой деятельности (разработке и внедрении средства просмотра формализованных знаний и диагностической ЭС) структура подзадачи «*диагностика заболевания пациента*» становится такой:

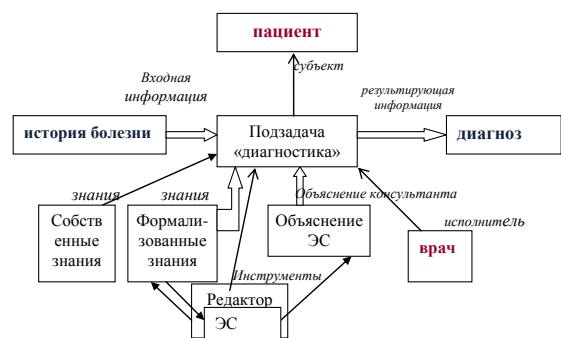


Рисунок 4 – Структура автоматизируемой интеллектуальной деятельности.

В том случае, когда разрабатывается «автоматизированный консультант» (ЭС) в помощь специалисту, «объяснение» формируется автоматически.

#### Знания:

персональные: Теоретические знания о признаках заболеваний и их динамике (возможно существование а врача собственной «базы прецедентов признаков заболеваний и их динамики»;

#### общедоступные:

формализованные: Компьютерная база знаний о заболеваниях и нормах;

текстовые: методическая литература.

Объяснение консультанта: **объяснение диагноза,** выполненное диагностической экспертной системой.

#### Инструмент или средство:

компьютерная база знаний о заболеваниях и нормах,

диагностическая экспертная система.

Аналогично представляется структура подзадач *назначение лечебных мероприятий, прогнозирование выздоровления, коррекция лечения,* подобным образом - *до-обследование и выполнение функциональной диагностики.*

## **4 Онтологии информационных компонентов деятельности**

Информационными компонентами интеллектуальных деятельностей медицины являются:

история болезни пациента,

формализованные знания о заболеваниях,

формализованные знания о схемах лечения заболеваний,

формализованные знания о лекарствах и других лечебных мероприятиях,

объяснение диагноза,

лечебные мероприятия (план лечения),

объяснение плана лечения,

объяснение коррекции лечения.

«История болезни» может включать в себя не только паспортную часть, особенности пациента, его жалобы на первичном приеме, результаты внешнего осмотра врачом на первичном приеме, но и дневник наблюдений (жалобы и результаты внешнего осмотра врачом на каждом повторном приеме), диагноз, а возможно еще и объяснение диагноза консультанта, план лечения, дневник лечения и план контрольных посещений врача, план дообследования.

Таким образом: история болезни =

паспортная часть +

особенности пациента +

жалобы +

дневник наблюдений

[+ диагноз]

[+ лечебные мероприятия]

[+ дневник лечения]

Согласно национальному стандарту РФ «ЭЛЕКТРОННАЯ ИСТОРИЯ БОЛЕЗНИ» от 2008-01-01 каждая персональная медицинская запись включает в себя:

дату и время события (осмотра пациента, проведения манипуляции, забора биоматериала для анализа и др.),

автора данной медицинской записи,

медицинское содержание (результат анализа или обследования, статус, эпикриз, назначение лекарств и т.д.) - текст или файл (медицинские изображения, графические материалы, тексты в различных форматах и т.д.) или построенные формализованные данные, позволяющие производить отбор и фильтрацию, проводить статистическую обработку, формировать отчеты.

Поэтому *дневник лечения* охватывает информацию о *проведении манипуляций\процедур, а дневник наблюдений* – не только информацию о *функциональной диагностике*, но и о *результатах обследования узкими специалистами.*

Для лечения и для накопления фактического материала для будущих обобщений важен такой дневник лечения, который включает правдивое перечисление того, чем и в каком количестве, в каком режиме на самом деле лечился пациент.

*Дневник наблюдений / лечения = \* {запись}*

**Запись =**

момент +

дата и время записи,

автор записи,

медицинское содержание.

Примеры области значений *медицинского содержания записи:* строковое - *результат осмотра (цвет...),* числовое значение - *результат объективного инструментального измерения (пульс, давление),* таблица - *анализ крови,* изображение и текст - *результат функциональной диагностики (флюорография, УЗИ).*

Для профессиональных деятельностей (таких, как медицина), характерно использование единой терминологии при представлении данных и знаний. Явное представление ее в отдельном ресурсе, от которого зависят ресурсы-данные и ресурсы-знания,

гарантирует и согласованность при сотрудничестве всех специалистов, и согласованность элементов данных, которыми оперирует прикладная логика программных компонентов, автоматизирующих или поддерживающих деятельность всех этих специалистов.

Онтология (структура) всех информационных ресурсов (документов) должна обеспечивать их эффективное использование экспертными системами, системами для обучения, средствами накопления знаний, средствами документирования, интегрируемыми для единых целей.

Один из языков, ориентированных на единообразное представление информационных ресурсов и их онтологий для создаваемых сообществ программных систем, - декларативный язык, разрабатываемый в ИАПУ ДВО РАН.

Структура информационного ресурса, представляющего все виды наблюдений на состоянии пациента может быть представлена как на рис.5.

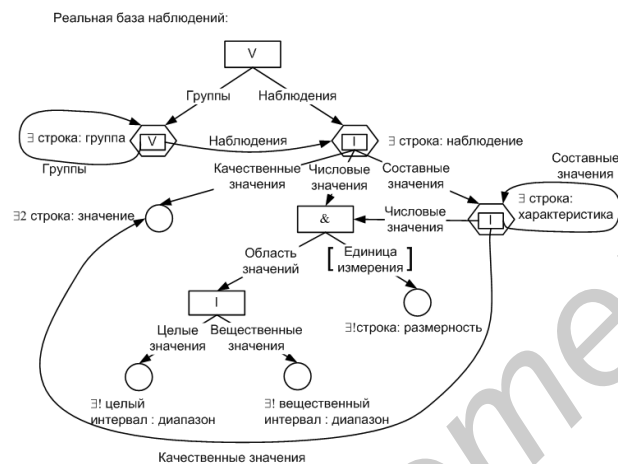


Рисунок 5. Онтология наблюдений в медицине.

Контекстно-зависимое представление структуры *дневника наблюдений / лечения* на этом языке выглядит так:

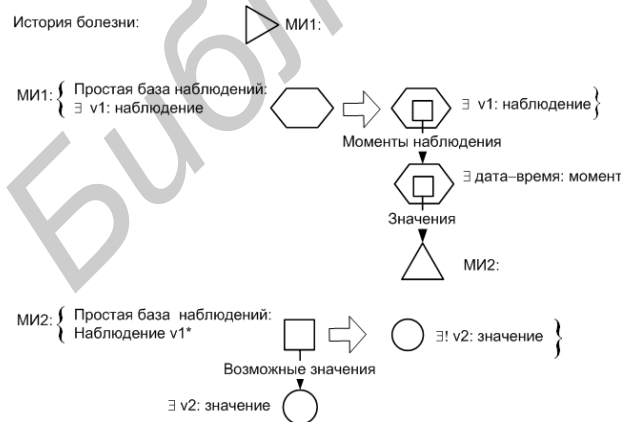


Рисунок 6. Фрагмент онтологии истории болезни.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построенные модели интеллектуальной

профессиональной деятельности и онтологии необходимых ей информационных ресурсов являются основой концепции комплексной автоматизации процессов в медицинской области. Показано, что совокупность решаемых задач и процессов поддержки принятия решений на протяжении периода достижения главной цели (выздоровления пациента) близка теории управления сложными системами.

Построенные модели и онтологии станут основой для формирования *методологии* системного анализа и моделирования произвольных сфер деятельности с интеллектуальными процессами управления. В свою очередь методология даст возможность построить единую *онтологию профессиональной деятельности* специалистов, на базе которой могут быть разработаны технология и инструментарий автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 10-07-00089-а и ДВО РАН № 12-III-A-01И-006.

## Библиографический список

[Битек, 2007] «Процессно-организационная бизнес-модель стоматологической клиники, занимающейся лечением зубов, пародонта, зубопротезированием, имплантологией, исправлением прикуса и профилактикой.»/ материалы открытого семинара-практикума «Совершенствование системы управления предприятием на основе описания и оптимизации бизнес-процессов», 5-7 ноября 2007 г., компания «БИТЕК», Москва // Информационный портал *Betec.Ru*. <http://www.betec.ru/secure/index.php?id=5&sid=14&tid=03>.  
 [ГОСТ, 2008] «Электронная история болезни. Общие положения» (). / ред. Гелемеева О.В. // ГОСТ Р 52636-2006. Дата введения 2008-01-01.  
 [Грибова, 2010] Грибова В.В., Клещев А.С., Шалфеева Е.А. Управление интеллектуальными системами // Известия РАН. Теории и системы управления. 2010. № 6. С. 122-137.  
 [Каштальян, 2007] Каштальян А.А. Анализ затрат труда врачей амбулаторно-поликлинического приема (по материалам хронометражного исследования) // Журнал «Медицинские новости», 2007, С. 71—74. - <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=204>.

## PROFESSIONAL ACTIVITY ONTOLOGY

Kleshev A.S., Shalfееva E.A.

The Institute of Automation and Control Processes, Vladivostok, Russia

kleshev@iacp.dvo.ru

shalf@iacp.dvo.ru

The possibility of the uniform approach to automation of intellectual processes in some professional sphere is investigated in this work. The system analysis and modeling of intellectual processes is carried out. The ontologies of all information components used by expert systems, documentation programs, coursewares, knowledge-mining systems, integrated for the common purposes, are offered.