

Разработка онтологии технологических карт ведения пациентов многопрофильного стационара при моделировании медицинских технологических процессов¹

Аннотация. В работе представлен онтологический подход к созданию автоматизированных медицинских технологических карт (МТК). На основании бумажного варианта 63 технологических карт, используемых в Медицинском центре Банка России, разработана медико-организационная мета-онтология ТК. В статье описаны ключевые элементы автоматизированной МТК. Приведен пример онтологии МТК для обострения бронхиальной астмы.

Ключевые слова: искусственный интеллект; семантическая сеть; онтология; медицинская технологическая карта; медицинские технологический процесс.

Введение

Компьютеризация медицинских технологических процессов (МТП) является трудной задачей, поскольку информация об оказанных пациенту услугах, как правило, распределена между различными медицинскими учреждениями и подразделениями, значительная часть данных не структурирована и не формализована, лечебно-диагностические процессы сложны и вариабельны, а ценой ошибки является жизнь и здоровье человека. И хотя в информатизации отдельных медицинских технологий достигнуты большие успехи, на сегодняшний день примеры успешно действующих автоматизированных систем управления крупными комплексами лечебно-диагностических процессов практически отсутствуют.

Можно выделить три основных направления, по которым ведутся исследования в области автоматизации МТП:

- 1) электронные медицинские карты в различных вариантах (включая карты здоровья, карты пациентов;
- 2) поддержка принятия решений на основе клинических руководств;
- 3) управление клиническими процессами (электронные клинические пути – э-КП).

Электронные медицинские карты (ЭМК) постепенно преобразуются из простого хранилища клинических данных о пациенте в многофункциональную систему, позволяющую организовывать, распределять и использовать медицинские знания с высокой степенью защищенности, облегчать и регулировать взаимодействие всех участников лечебно-диагностических процессов [1]. По мнению некоторых исследователей, добавление к структуре ЭМК референсной модели и определений процессов – это первый шаг к созданию системы управления бизнес-процессами ЭМК, интегрирующей различные

¹ Работа выполнена в рамках финансовой поддержки проекта РФФИ 13-07-12143 ОНТИ РАН 6 «Биоинформатика, информационные технологии в медицине».

приложения и отслеживающей этапы оказания медицинской помощи [2-4].

Исследования в области систем поддержки принятия решений (СППР) в последние 2 десятилетия были направлены, в основном, на разработку компьютеризированных клинических руководств. Согласно общепринятому определению, клиническими руководствами называются систематически разрабатываемые рекомендации, призванные помочь клиницисту и пациенту принять решение о рациональной помощи в определенной ситуации [5]. Компьютеризированные (*computer-interpretable*) руководства – это формальное представление клинических руководств, нацеленное на создание автоматизированной системы поддержки принятия решений в соответствии с лучшими научными доказательствами. Для формального описания клинических руководств за рубежом был разработан целый ряд методов и языков. Наиболее известные из них Asbru [6], EON [7], GUIDE [8], PROforma [9], GLIF [10]. СППР на их основе призваны не только представлять клиницистам контекстные рекомендации в нужный момент и обеспечивать взаимосвязь с ЭМК и другими информационными системами, но и обеспечивать мониторинг этапов оказания медицинской помощи [11].

Третье направление исследований берет начало от концепции клинических путей (*clinical pathways*), предложенной в 80-х годах XX века в качестве метода управления клиническими случаями и медсестринской помощью в Медицинском центре Новой Англии, в Бостоне [12]. Согласно Европейской ассоциации по клиническим путям, «КП – это методология принятия коллективных решений по оказанию и организации медицинской помощи четко определенной категории пациентов в четко определенные сроки. Характерные признаки КП включают:

- подробное изложение целей и ключевых элементов медицинской помощи, основанных на научных доказательствах, лучших примерах клинической практики и ожиданиях пациентов;
- облегчение междисциплинарного взаимодействия, кооперации и координации работы специалистов разного профиля, пациента и его близких;
- документирование, контроль и оценку исходов и отклонений, определение необходимых ресурсов» [13].

КП представляет собой пациент-ориентированный план лечебных мероприятий, которые должны быть выполнены за один эпизод оказания медицинской помощи. КП имеют мультидисциплинарный характер и применяются для внедрения клинических руководств в клиническую практику, а также для снижения нежелательных отклонений от медицинских стандартов [14].

Процессный подход к организации управления предприятиями в различных отраслях экономики сегодня признан наиболее перспективным, поэтому неудивительно, что в последние годы появилось немало работ по изучению возможностей использования систем управления бизнес-процессами для автоматизации КП. Возник и соответствующий термин – «*care flow*» по аналогии с «*workflow*», означающий поток работ, связанных с оказанием медицинской помощи [15]. По определению консорциума WfMC (*Workflow Management Coalition*) [16], управление потоком работ – это «полная или частичная автоматизация бизнес-процессов, в ходе которых документы, информация и задачи пересылаются для обработки от одного участника к другому в соответствии с определенными процедурными правилами». В самом общем виде модель потока работ включает в себя набор действий и отношений между ними. Система управления потоками работ позволяет интерпретировать построенную модель и отправлять действия на выполнение соответствующим исполнителям (людям, компьютерным системами и т.п.). Что касается модели КП, то в нее необходимо заложить знания не только о действиях и отношениях между ними, но и об исходах, затрачиваемых ресурсах, отклонениях, временных аспектах. Более того, эффективное применение КП подразумевает сложную координацию исполнителей медицинского технологического процесса – медицинских специалистов различного профиля и пациентов.

В данной работе предлагается онтологический подход к построению модели клинического пути. Сама концепция клинических путей реализована в виде медицинских технологических карт (МТК). Описаны понятие медицинской технологической карты и медицинского технологического процесса, моделируемого в МТК. Предложены онтологии МТК и клинических целей. Приведен пример онтологии МТК

госпитализации пациента с обострением бронхиальной астмы.

1. Онтология медицинской технологической карты

Онтологический подход к моделированию и кастомизации э-КП все больше завоевывает внимание исследователей. Среди специалистов по компьютерной лингвистике наиболее устойчивым считается определение онтологии, данное Губертом: «онтология – это спецификация концептуализации» [17].

Онтологический подход представляется перспективным для систем управления э-КП, поскольку обеспечивает семантически развитое и единообразное моделирование необходимой базы знаний, четкое разделение домена знаний и функциональных концепций, упрощает обновление, изменение и многократное использование моделей знаний, а также является основой для логических выводов при исполнении КП. Разработка онтологии позволяет легко адаптировать систему к нуждам различных учреждений и пользователей, благодаря тому, что все изменения проводятся на онтологическом уровне.

1.1. Медицинская технологическая карта

Технологическая карта (ТК) – это документ, разработанный специалистами лечебного учреждения, в котором отображен проект лечебно-диагностического процесса ведения больного с установленным диагнозом, созданный в данном учреждении с учетом его технических и кадровых ресурсов (лечебно-тактической ситуации), утвержденный администрацией и служащий методическим пособием для лечащих врачей [18]. ТК, является аналогом клинических путей, служат инструментом, облегчающим процесс непрерывного повышения качества медицинской помощи, средством анализа лечебно-диагностического процесса, результатов лечения и работы персонала.

В автоматизированной технологической карте (АТК) должно быть указано, для какой категории пациентов она предназначена, в каких подразделениях проводится лечение, на каких этапах ведения пациента она применима. Необходимо четко определить моменты начала и окончания АТК, цели и результаты лечения,

которые могут относиться к пациенту, персоналу или процессу.

Ключевым элементом АТК является формальное описание медицинского технологического процесса. Это описание должно содержать:

- а) этапы ведения больного, их продолжительность, условия перехода с этапа на этап;
- б) необходимые обследования и вмешательства;
- с) показатели исхода и индикаторы качества.

Поскольку ведение пациентов зачастую зависит от тяжести состояния, категории риска, доступных вариантов лечения и многих других факторов, представление медицинского технологического процесса в виде алгоритма является наглядным и удобным способом отслеживания его этапов.

Каждый этап описывается тремя параметрами:

что: перечень мероприятий

где: в каком подразделении выполняется этот этап

когда: сроки выполнения этапа.

Переход с этапа на этап обычно обусловлен выполнением определенных условий. Критерии перехода могут быть обязательными или желательными.

Кроме алгоритма технологического процесса, компонентами АТК являются:

- шаблоны назначений (диагностические, лечебные);
- заполняемые формы для карты планирования результатов лечения (индикаторы качества, цели лечения),
- информационные блоки, привязанные к алгоритму (классификаторы, шкалы оценки тяжести, прогноза, риска, клинические правила и калькуляторы, материалы для обучения пациентов).

Информация об исполнении АТК регистрируется в контрольных точках, после чего она анализируется для выявления отклонений МТП от построенного в АТК плана лечения. Контрольные точки – это характерные участки медицинского технологического процесса, в которых чаще всего возникают системные (связанные с неправильной организацией работы) отклонения и ошибки [18]. По ним в первую очередь судят о выполнении МТП. Анализ и устранение отклонений является ключевым элементом совершенствования технологического процесса и улучшения качества медицинской помощи в целом. **Отклонения** — это лю-

бое несоответствие диагностических и лечебных мероприятий указанному в АТК протоколу. **Отклонения больных** — это отклонения, вызванные изменениями состояния больного, его отсутствием или действиями. **Отклонения системы** вызваны организационными неполадками, неготовностью служб, оборудования, материалов, лекарств. **Отклонения персонала** — это отклонения, вызванные пропуском предписанных мероприятий, неправильными или несвоевременными действиями со стороны персонала и не обусловленные отклонениями системы и больных.

Одновременный анализ отклонений, связанных с процессом и результатом позволяет выработать подход к совершенствованию АТК.

Конечной целью АТК является повышение качества и безопасности медицинской помощи. АТК облегчает регистрацию индикаторов качества. Индикаторы качества — это числовые показатели (чаще всего в процентах), используемые для оценки медицинской помощи, косвенно отражающие качество ее основных составляющих: структуры, процессов и результатов. Пороговые значения индикатора качества — это интервал, установленный как целевой или допустимый. Основанием для выбора индикаторов качества и их пороговых значений должны служить клинические руководства, систематические обзоры и другие публикации высокого методологического качества. Независимо от метода отбора индикаторов, важно, чтобы они были значимыми, удобными и измеряемыми.

Для формального описания медицинских знаний, заложенных в технологическую карту, был использован онтологический подход, являющийся одной из ключевых технологий в области инженерии знаний.

1.2. Онтология МТК

Онтология МТК — это формальное описание медицинских знаний, касающихся медицинских технологических процессов. Она содержит базовые концепты и отношения между элементами технологической карты и МТП, которые могут быть использованы для построения новых концептов и отношений, адаптированных к конкретному процессу. В качестве способа представления знаний была использована семантическая сеть. Узлы сети соответствуют классам, экземплярам классов и другим эле-

ментам медицинской технологической карты. Дуги семантической сети соответствуют отношениям между ними.

Разработка онтологии ТК проводилась по методике N.F. Noy и D.L. McGuinness [19], которая состоит из следующих этапов:

- 1) определение целей и границ онтологии;
- 2) анализ возможностей использования существующих онтологий;
- 3) определение концепций, относящихся к ТК;
- 4) определение классов и составление иерархии;
- 5) определение взаимосвязей и свойств (предикатов) концепций;
- 6) определение ограничений классов.

В нашем случае цель онтологии ТК — моделирование медико-организационных аспектов оказания стационарной медицинской помощи в отдельном лечебном учреждении. Были проанализированы и использованы онтология веб-сервисов OWL-S (*Web Services Ontology Language*, http://www.w3.org/Submission/OWL-S/#processmodel_class), онтология времени (*Time Ontology in OWL*, <http://www.w3.org/TR/owl-time>), доступные онтологии на сайте Национального центра биомедицинских онтологий США (<http://bioportal.bioontology.org/ontologies>), онтологии клинических руководств (GLIF, <http://protege.stanford.edu/download/ontologies.html> и ProForma [20]), референсная информационная модель RIM HL7 в версии 2.41 (<https://www.hl7.org/implement/standards/rim.cfm?ref=common>), а также онтологии медицинских знаний MeSH (*Medical Subject Headings*) и UMLS (*Unified Medical Language System*). Согласно литературным данным, все эти онтологии были неоднократно использованы для решения прикладных задач программирования в области медицины и здравоохранения.

Для выявления содержащихся в МТК концепций были проанализированы 63 неавтоматизированные карты, касающиеся оказания экстренной и плановой медицинской помощи пациентам, поступающим в многопрофильный стационар (МЦ Банка России), в том числе 30 карт хирургического и 33 терапевтического профилей. Процесс извлечения знаний из ТК был основан на принципе обратного проектирования и заключался в нескольких итерациях анализа содержания карт и сравнения с разрабатываемой схемой.

Был использован язык представления онтологий OWL (*Ontology Web Language*) в диалекте DL (*Description Logic*) и редактор онтологий Protégé (<http://protege.stanford.edu/>). Protégé имеет открытую, легко расширяемую архитектуру, поддерживает все наиболее распространенные языки представления знаний (SHOE, XOL, DAML+OIL, RDF/RDFS, OWL) и модули расширения функциональности (plug-in). Protege основан на модели представления знаний ОКВС (*Open Knowledge Base Connectivity*). Основными элементами являются классы, экземпляры, слоты (представляющие свойства классов и экземпляров) и фасеты, задающие дополнительную информацию о слотах. Классы обладают двумя типами свойств: свойства-данные и свойства-отношения. Свойства-данные соответствуют характеристикам, которым можно присвоить некоторое значение (числовое, строковое и т.п.). Например, имя, идентификатор, возраст. Свойства-отношения представляют собой связи с классами, экземплярами классов и другими элементами онтологии.

Класс *Медицинский_технологический_процесс* содержит множество лечебно-диагностических мероприятий (действий), применимых к пациенту, и множество этапов, из которых состоит МТП. Обязательно присутствует начальное действие (*start_action*), которое является точкой входа МТП. Класс *Этап_ТК* является подклассом класса *Медицинский_технологический_процесс* ввиду того, что каждый этап медицинского технологического процесса – это его подпроцесс. Этап МТП может быть разбит на множество более мелких этапов и т.д.

Действия в МТП носят лечебно-диагностический (например, «сбор анамнеза и жалоб при заболеваниях легких и бронхов») или административный (например, «перевод в клиническое отделение») характер, связаны с временными характеристиками, местом проведения, исполнителем и т.д. Действия могут быть простыми и составными. Примером простого действия является «Пульсоксиметрия». Составное действие состоит из набора простых действий и может включать в себя составные мероприятия. Например, «Диагностические исследования в приемном отделении» при обострении бронхиальной астмы включает в себя следующие действия: «Биохимический анализ крови», «Общий анализ крови», «Общий анализ мочи», «Пульсоксиметрия» и др.

Класс времени делится на три группы. Первая группа касается временных периодов, таких как «Время пребывания в стационаре», «Первый день после проведения хирургического лечения» и т.д. Вторая группа относится к временным моментам и связана с моментами начала и завершения лечебного мероприятия. Третья группа касается временных отношений между действиями. Эта группа может быть разделена на две категории. Первая категория называется относительным временным отношением, которое описывает положение выполнения двух вмешательств относительно друг друга. Например, действие В выполняется через 4 часа после исполнения действия А. Вторая категория называется отношением временного интервала, которое сопоставляет некоторый известный период времени с интервалом между началом и окончанием выполнения двух действий. Эта категория служит для выявления отклонений в процессе исполнения МТП. В качестве известного интервала выступает временной интервал первой категории между двумя действиями, указанный в онтологии. Далее происходит вычисление времени между началом и окончанием выполнения этих действий и сопоставление. В связи с этим для действий допускается указывать по два момента времени допустимого начала и окончания выполнения.

С каждым действием, кроме времени, связаны *Роль*, *Место_проведения* и *Ресурсы*. Эти классы соответствуют различным механизмам поддержки выполнения лечебно-диагностических мероприятий. Класс *Роль* имеет два подкласса: *Пациенты* и *Персонал*. *Персонал* делится на следующие подклассы: *Врачи*, *Медсестры*, *Обслуживающий персонал* и *Руководство*. Классу *Место_проведения* соответствуют подразделения медицинского учреждения, в которых выполняются соответствующие действия. В качестве ресурсов выступают оборудование, медикаменты и т.п.

Медицинский технологический процесс включает в себя четыре основных типа маршрутов [21]: последовательный, условный, параллельный и итеративный. Последовательный маршрут соответствует временному отношению строгого линейного порядка на множестве действий МТП. Это означает, что действие МТП $e(t_2) \in E$, где E – множество действий МТП, может быть выполнено только после

того, как будет выполнено $e(t_1) \in E$. Параллельная маршрутизация означает, что порядок выполнения лечебных мероприятий не имеет значения. Условная маршрутизация соответствует выбору между двумя или более маршрутами. Итеративная маршрутизация соответствует повторению некоторого маршрута, пока не будут выполнены некоторые критерии.

Каждому из этих типов маршрутов в онтологии соответствуют свои классы и отношения. Для обозначения того, что два действия e_1 и e_2 выполняются последовательно, было введено отношение $\text{next}(e_1, e_2)$, которое означает, что действие e_2 выполняется только после выполнения e_1 . Для остальных типов маршрутов были введены одноименные классы. Для тех случаев, когда время начала выполнения $e_2 \leq$ времени окончания выполнения e_1 , было введено понятие конкурентного маршрута. Класс *Параллельный маршрут* является подклассом класса *Маршрутизация* и обладает свойством-отношением *action*, которое связывает экземпляр класса *Параллельный маршрут* с экземплярами класса *Элемент_техпроцесса*. Это отношения типа «один ко многим», т.к. в одном параллельном маршруте может быть исполнено несколько элементов технологического процесса. Класс *Условный маршрут* также является подклассом класса *Маршрутизация* и обладает свойством-данным *условие* и двумя свойствами-отношениями *true_action* и *false_action*. Свойство-данные принимает строковое значение, в котором в определенном формате описывается условие дальнейшего движения по технологическому процессу. На основании описанных условий формируется система правил, позволяющая управлять МТП в процессе исполнения. Свойства *true_action* и *false_action* аналогичны свойству *action* класса *Параллельный маршрут* и соответствуют дальнейшему движению по технологическому процессу, если условие истинно или ложно. Класс *Итеративный маршрут* является подклассом *Маршрутизация* и обладает свойством-данным *условие* и свойством-отношением *action*. В свойстве *условие* прописывается условие выхода из итерации. Свойство *action* аналогично соответствующему свойству в классе *Параллельный маршрут*. Кроме классов, соответствующих различным типам маршрутов, к элементам технологического процесса относятся лечебно-диагностические и организационные мероприятия. Соответствующие

классы введены как подклассы класса *Элемент_техпроцесса*. Далее лечебно-диагностические и организационные мероприятия делятся на более мелкие классы и т.д.

Отдельное внимание стоит уделить онтологии целей, входящей в онтологию ТК.

1.3 Онтология целей

По мнению многих исследователей, целеориентированный подход к управлению рабочими процессами должен прийти на смену традиционной процессно-ориентированной парадигме, особенно в сложных, мультиагентных системах [22]. С системной точки зрения такой подход значительно усиливает гибкость и адаптируемость управления рабочими потоками, а с точки зрения конечного пользователя упрощает описание и моделирование рабочих процессов [23].

Анализ содержания действующих в Медицинском центре ЦБ РФ неавтоматизированных ТК показал, что медицинский технологический процесс имеет клиническую цель, описывающую состояние пациента, которого надлежит достичь в результате выполнения запланированных мероприятий. Клиническая цель МТК сформулирована в виде критериев выписки пациента из стационара. Цели этапов ТК являются промежуточными и, в зависимости от содержания этапа, могут заключаться в постановке диагноза, достижении критериев перевода в другое отделение либо в выполнении пред условий лечебного мероприятия. Лечебные мероприятия могут иметь одну или несколько целей. Цели нескольких лечебных мероприятий могут пересекаться и могут иметь дочерние цели. Цель лечебного мероприятия имеет качественную характеристику, связанную с определенным клиническим параметром пациента (например, концентрация глюкозы в сыворотке крови) и ее количественное выражение (например, 6 ммоль/л). Отношения цели к клиническому параметру включают: «достижение», «поддержание», «недопущение» и «устранение». Параметрами цели являются: дата-время постановки и достижения цели, дата-время предшествующей и следующей проверки достижения цели, состояние цели, которое может принимать значения «достигнута», «активна», «неактивна», «отложена» и «отменена».

2. Пример онтологии

Разработанная онтология была апробирована на ТК по лечению пациента с обострением бронхиальной астмы (БА). В онтологии создан соответствующий экземпляр класса *Медицинский_технологический_процесс* («Бронхиальная астма в стадии обострения»). Этот экземпляр обладает следующими свойствами-данными: *срок_госпитализации* - 21 день, *коды_МКБ* (коды диагнозов по Международной классификации болезней - J45.0; J45.1; J45.8; J45.9; J46) для определения категории пациентов, для которых предназначения ТК, и связанный с этапами МТП.

Весь процесс лечения БА можно разбить на несколько этапов, каждом из которых проводятся соответствующие лечебно-диагностические мероприятия: приемное отделение (ПО), отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и коечное отделение (КО). Таким образом, в созданном экземпляре технологического процесса созданы следующие экземпляры класса *Этап_ТК*: *Этап_ПО*, *Этап_ОРИТ* и *Этап_КО*. Опишем подробно этап приемного отделения. Целями этапа выступают «Подтверждение диагноза БА» и «Оценка степени тяжести заболевания». Стартовым мероприятием этапа (точка входа) является оценка жизненно важных функций пациента, по результатам которой он может быть сразу направлен в ОРИТ при наличии жизнеугрожающего состояния, либо обследован в ПО. Этой ситуации соответствует условный маршрут. В условии устанавливается проверка состояния пациента: жизнеугрожающее или нет. В *true_actions* устанавливается экземпляр класса *Организационные_мероприятия* «Перевод в ОРИТ», в *false_actions* записываются мероприятия, проводимые далее в ПО.

Обследование в ПО включает ряд последовательных мероприятий, выполняемых терапевтом («осмотр», «сбор анамнеза», «получение информированного согласия»), а также комплексное мероприятие «Диагностическое исследование в ПО», состоящее из ряда действий, выполняемых параллельно (Рис.1). Действия относятся к основному классу *Элемент_техпроцесса*, имеют свойства-данные *код_услуги*, *длительность_ЛДМ*, *приоритетность* (Рис.2) и связаны между собой связью *next* либо *action* (Рис. 1).

Окончанием комплексного мероприятия может быть выполнение как всех, так и любого числа входящих в него действий. В случае «Диагностического исследования в ПО» для перехода к следующему ЛДМ – «Оценке тяжести обострения БА» – необходимо, чтобы были завершены «Пульсоксиметрия» и «Исследование газов крови».

После выполнения вышеперечисленных мероприятий производится оценка обострения бронхиальной астмы, которое имеет 4 степени тяжести: лёгкая, среднетяжёлая, тяжёлая и жизнеугрожающая. При легкой степени тяжести пациенту назначают лекарственные препараты, оценивают реакцию на них через 1 час и при наличии хорошего ответа на лечение отпускают домой. В противном случае пациента госпитализируют в коечное отделение. При среднетяжёлой степени обострения БА пациента госпитализируют в коечное отделение, а при тяжелой или жизнеугрожающей (в период пребывания в ПО) врач приемного отделения вызывает реаниматолога и после его консультации пациента госпитализируют в ОРИТ. Таким образом, образуется три условных маршрута движения пациента (Рис.1). Условиями, определяющими принятие решения о выборе маршрута, в первом и пятом случаях являются критерии перевода в ОРИТ, во втором и третьем – критерии степени тяжести обострения БА, в четвертом – критерии хорошего ответа на лечение, в шестом – величина пиковой скорости выдоха.

Для регистрации отклонений и оценки качества выполнения МТП в онтологию был введен класс «Контрольные точки». Индикаторами качества МТП могут быть факт выполнения ЛДМ, относящегося к классу контрольных точек, либо его характеристики (например, дата-время исполнения). В нашем случае для этапа ПО индикаторами качества явились длительность пребывания пациента в приемном отделении и регистрация степени тяжести БА.

Заключение

Разработанная медико-организационная онтология ТК содержит практически ориентированные знания. Организационная часть онтологии включает концепции, отвечающие на основные вопросы: что? (перечень лечебно-диагностических и организационных меро-

приятый), где? (в каком подразделении выполняется мероприятие), кто? (исполнители).

Анализ 63 ТК позволил выделить ключевые концепции, которые были объединены в 8 классов верхнего уровня. Было определено 78 классов ЛДМ, объединенных в иерархическую структуру в соответствии с общепринятыми онтологиями UMLS и MeSH.

Семантический подход к моделированию МТП с разработкой онтологии является перспективным, обеспечивая возможность создания универсальной, легко обновляемой и адаптируемой базы знаний, многократного использования моделей знаний и слияния различных технологических карт, поскольку зачастую у пациента имеется не одно, а несколько заболеваний, и ведение его только «по одному пути» может оказаться некорректным.

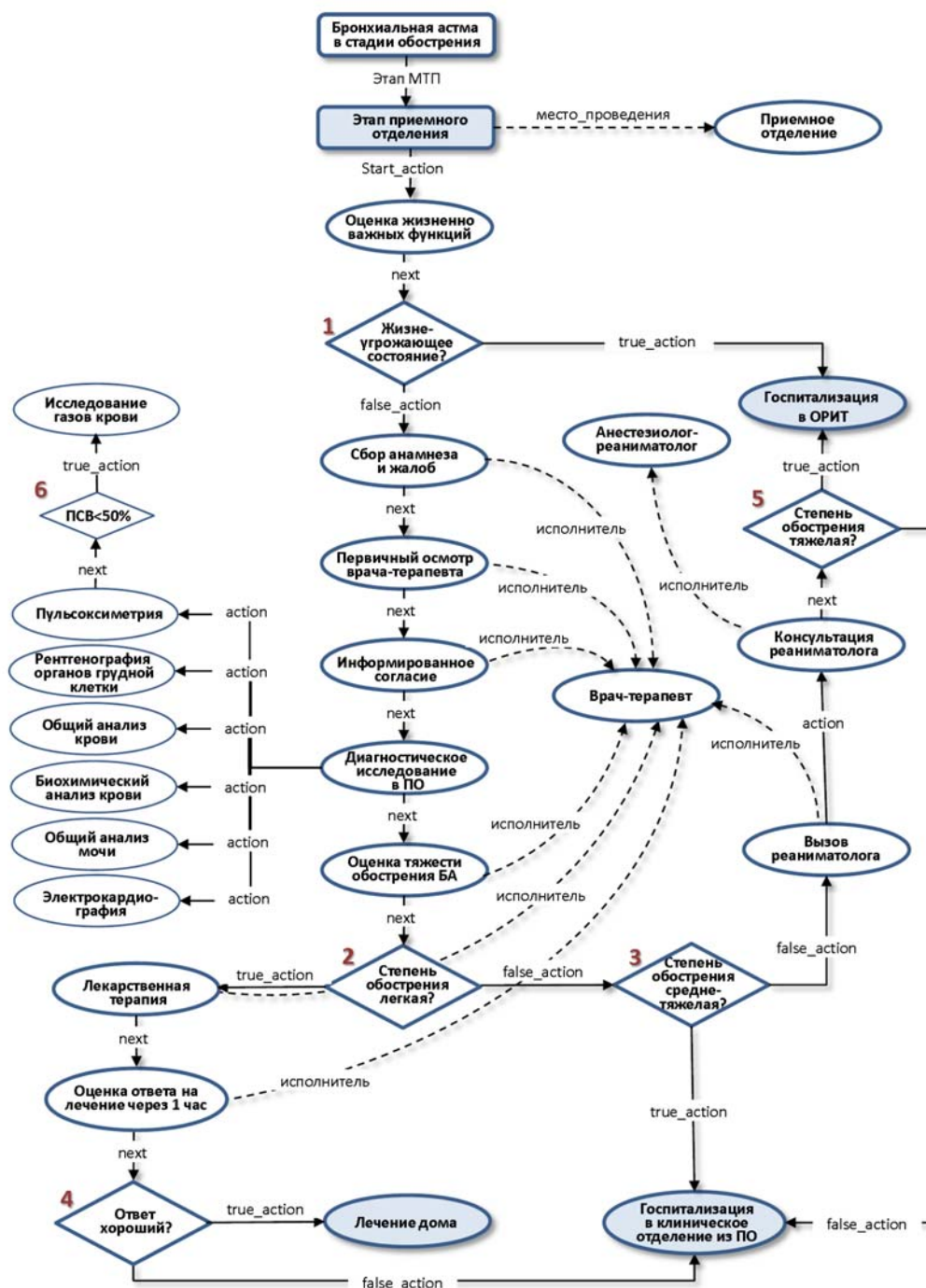
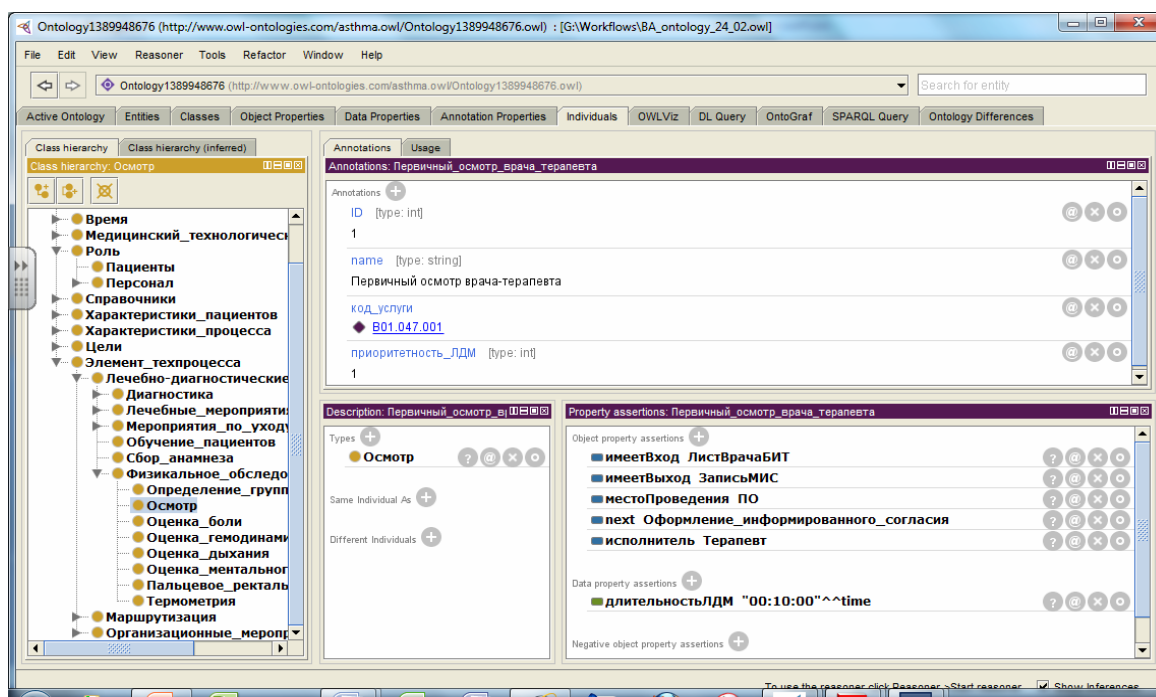


Рис. 1. Онтология медицинского технологического процесса лечения пациента с обострением бронхиальной астмы на этапе приемного отделения

Рис. 2. Описание экземпляра класса *Осмотр* в редакторе онтологий Protégé

Литература

1. 2015: Advancing Canada's Next Generation of Health Care. Canada Health Infoway Report., 2008
2. Webster C. EHR workflow management systems: essentials, history, healthcare //TEPR Conference, May 19, 2004, Fort Lauderdale. – http://www.chuckwebster.com/papers/WebsterC_ElectronicHealthRecordWorkflow_ManagementSystems_TEPR_Fort_Lauderdale_2004.pdf.
3. Zhang J., Patel V., Johnson K. et al. Designing human centered distributed information systems //IEEE Intelligent Systems. – 2002: Sept/Oct: 42-47.
4. Bowens F.M., Frye P.A., Jones W.A. Health information technology: integration of clinical workflow into meaningful use of electronic health records //Perspect Health Inf Manag. 2010. – Vol.7:1d.
5. Field M.J., Lohr K.N., eds. Clinical Practice Guidelines: Directions of a New Programm. Washington, DC: National Academy Press; 1990
6. Shahar Y., Miksch S., Johnson P. The Asgaard project: a task-specific framework for the application and critiquing of time-oriented clinical guidelines //Artif. Intell. Med. 1998; 14: 29–51.
7. Tu S.W. The EON guideline model. – <http://smi.stanford.edu/projects/eon/EONGuidelineModelDocumentation.doc>
8. Quaglini S., Stefanelli M., Cavallini A. et al., Guideline-based careflow systems, Artif. Intell. Med. 2000; 20: 5–22.
9. Fox J., Johns N., Rahmzadeh A. Disseminating medical knowledge: the PROforma approach //Artif. Intell. Med. 1998; 14: 157–182.
10. Boxwala A.A., Peleg M., Tu S. et al. GLIF3: a representation format for sharable computer-interpretable clinical practice guidelines //J. Biomed. Inform. 2004; 37: 147–161.
11. Shah H., Allard R.D., Enberg R. et al. Requirements for guidelines systems: implementation challenges and lessons from existing software-engineering efforts //BMC Med. Inform. Decis. Making 2012, 12: 16.
12. Zander K. Nursing case management: strategic management of cost and quality outcomes //J Nurs Adm. 1988; 18 (5): 23-30.
13. Vanhaecht K., Bollmann M., Bower K. et al. Prevalence and use of clinical pathways in 23 countries –an international survey by the European Pathway Association //J. Integrated Care Pathways. 2006; 10: 28–34.
14. Middleton S., Roberts A. Integrated Care Pathways: A practical approach to implementation. – Butterworth Heinemann: Oxford, 2000.
15. Quaglini S., Stefanelli M., Lanzola G. et al. Flexible guideline-based patient care.ow systems // Artif. Intel. Med. 2001; 22: 65-80.
16. Workflow Management Coalition Terminology and Glossary. Technical Report (WFMC-TC- 1011) v3.0 /Workflow Management Coalition. – Winchester, 1999.
17. Gruber T.R. A translation approach to portable ontologies //Knowledge Acquisition. 1993; 5(2): 199-220.
18. Проектирование медицинских технологических процессов (Подготовка технологической карты ведения больного) /Под ред. Г.И. Назаренко, Е.И. Полубенцевой. – 2001.
19. Noy N.F., McGuinness D.L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology: Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05. –Stanford, 2001. – 25 p.

20. Sutton D.R., Fox J. The syntax and semantics of the PRO-forma guideline modeling language //J. Amer. Med. Inform. Assoc. 2003; 10: 433–443.
21. Назаренко Г.И., Осипов Г.С.. Основы теории медицинских технологических процессов. Ч. 1. М.: Физматлит, 2005. – 143 с.
22. Jiang J., Zhang S., Schlichter J., Yang G. Workflow management in grid era: from process-driven paradigm to a goal-driven one //Meersman, Z. Tari, P. Herrero et al. (Eds.): OTM 2007, Part I /Lecture Notes in Computer Sci. 2007; 4805: 169–178.
23. Markovic I., Kowalkiewicz M. Linking business goals to process models in semantic business process modeling //12th International IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conference. – 2008.

Назаренко Герасим Игоревич. Директор Медицинского центра Банка России. Доктор медицинских наук, академик РАН. Автор более 120 печатных работ. Область научных интересов: информационные технологии в медицине, клиническое прогнозирование, медицинские интеллектуальные системы, медицинская метрология, квалиметрия травм.

Клейменова Елена Борисовна. Заместитель директора Медицинского центра Банка России, доктор медицинских наук. Автор более 40 печатных работ. Область научных интересов: медицинские технологические процессы, медицинские информационные системы, технология доказательной медицины.

Яшина Любовь Петровна. Главный эксперт Медицинского центра Банка России, кандидат биологических наук. Автор более 30 печатных работ. Область научных интересов: медицинские технологические процессы, медицинские информационные системы, технология доказательной медицины.

Молодченков Алексей Игоревич. Инженер-исследователь лаборатории «Динамические интеллектуальные системы» Института системного анализа РАН. Автор 19 печатных работ. Область научных интересов: искусственный интеллект, методы представления знаний, экспертные и интеллектуальные системы, технологические процессы, обработка изображений.

Пающик Светлана Александровна. Зав. отделением контроля за соблюдением технологической медицины Медицинского центра Банка России. Автор 9 печатных работ. Область научных интересов: системы поддержки принятия решений в кардиологии, мониторинг медицинских технологических процессов, повышение качества медицинской помощи.

Константинова Марина Владимировна. Зав. отделением неврологии Медицинского центра Банка России, кандидат медицинских наук. Автор 8 печатных работ. Область научных интересов: системы поддержки принятия решений в неврологии, управление медицинскими технологическими процессами, технология бенчмаркинга в здравоохранении.

Мокин Максим Владимирович. Хирург Медицинского центра Банка России, кандидат медицинских наук. Автор 27 печатных работ. Область научных интересов: системы поддержки принятия решений в хирургии, мониторинг медицинских технологических процессов хирургического профиля.

Отделенов Виталий Александрович. Клинический фармаколог Медицинского центра Банка России. Автор 5 печатных работ. Область научных интересов: медицинские информационные системы, системы электронных врачебных назначений, клинические системы поддержки принятия решений, клинико-фармакологические технологии персонализированной медицины, профилактика лекарственных ошибок.

Сычев Дмитрий Алексеевич. Зав. кафедрой клинической фармакологии и терапии РМАПО, д-р мед. наук, профессор. Автор 310 печатных работ. Область научных интересов: клиническая фармакология, фармакогеномика, персонализированная медицина, межлекарственное взаимодействие, системы поддержки принятия решений в клинической фармакологии.