

8. Anufriev D.P. et al. *Statistical Simulation and Business Process Management in Socio-Economic Systems*. Astrahan': Izd-vo AstISI, 2015, 366 p. (In Russ.)
9. Maslov O.N. et al. Dynamics of the development of a simulation model of a business process. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2013, vol. 11, no. 1, pp. 63–77. (In Russ.)
10. Bogdanova E.A. *Engineering and Computer Graphics: Guidelines for Laboratory Work on the Topic. Rules for the Execution of Program Documentation*. Samara: PGUTI, 2021, 55 p. (In Russ.)

Received 31.03.2021

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕДИЦИНСКОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Горобец Е.А., Диязитдинова А.Р.

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ
E-mail: liza.gorobets@mail.ru, dijazitdinova@mail.ru*

В работе рассматривается проект мобильного приложения класса mHealth, позволяющего следовать рекомендациям по вакцинопрофилактике и способствующего профилактике инфекционных заболеваний. Однако, несмотря на открытость и доступность информации в этой области, следует отметить нехватку объективной и достоверно проверенной информации. В статье предлагается проект медицинского мобильного приложения учета вакцинации, который будет учитывать данные национального графика профилактических прививок и ряд показателей, индивидуальных для каждого ребенка (возраст, самочувствие ребенка, подверженность аллергии, температура, время предыдущей вакцинации и т. д.), на основании чего должен формироваться график прививок «под конкретного ребенка», а в случае внесения новых данных корректироваться и/или сдвигаться. В качестве модели представления знаний был выбран онтологический подход, позволяющий представить согласованную систему понятий исследуемой предметной области. Были поставлены следующие основные задачи медицинской БЗ: информационная поддержка родителей (поддержание актуального национального графика профилактически детских прививок, сведения о существующих вакцинах и их производителях, возможных аллергических реакция и т. п.); создание сцены, отражающей индивидуальные особенности ребенка; поддержание иерархии классов понятий, отдельных экземпляров и свойств этих понятий. В ходе выполнения исследования с помощью редактора онтологий Protégé была разработана онтология, проведен сравнительный анализ имеющихся на рынке аналогов, разработан детальный перечень функциональных требований, которым должно удовлетворять приложение учета вакцинации.

Ключевые слова: онтология, семантическая сеть, Protégé, вакцинация (иммунизация), прививки дошкольникам, мобильное приложение, mHealth, национальный календарь профилактических прививок

Введение

Необходимость и актуальность вакцинопрофилактики в современных реалиях не вызывает сомнений. Вакцинация признана самым эффективным способом защиты детей и взрослых от инфекционных заболеваний. Сегодня в мире применяют вакцины против более 50 инфекционных заболеваний. Но, несмотря на обилие данных, существует недостаток достоверной информации в этой области. Иммунизация дошкольников должна осуществляться в соответствии с национальным календарем профилактических прививок, в котором содержатся сведения о необходимых прививках, сроках и кратности их проведения. В текущее время в Российской Федерации действует Национальный календарь профилактических прививок, утверждённый приказом МЗ РФ

№ 125н от 21.03.2014 (с изменениями, содержащимися в приказе МЗ РФ № 370н от 16.06.2016).

Внедрение информационных технологий в медицинскую сферу оказывает положительное влияние на развитие новых способов организации медицинской помощи населению: проведение консультаций в режиме реального времени (в том числе и проведение on-line консилиумов); контроль за проведением операций; цифровизация и обмен информацией о пациентах между различными медицинскими учреждениями и т. п.

Актуальность применения медицинских мобильных приложений как в деятельности лечебных учреждений, так и для отдельных пациентов растет. Цель применения медицинских мобильных приложений заключается не в подмене врачей, а в желании улучшить систему здравоохранения для пациентов.

Согласно [1], мобильное здравоохранение (mHealth) представляет собой подкласс перспективного и динамично развивающегося направления электронного здравоохранения (eHealth), основной задачей которого является предоставление мобильных и беспроводных технологий для информационной поддержки в области здравоохранения, оказания медицинских услуг и обеспечения здорового образа жизни. В рамках mHealth может быть условно выделено пять основных групп:

- программы (приложения) медицинской направленности;
- медицинские информационно-справочные службы, в том числе и экстренные телефонные службы;
- диагностические устройства для смартфонов, включая различные гаджеты (чипы, пояса, браслеты, очки и т. д.);
- мобильная телемедицина, предназначенная для дистанционного взаимодействия как внутри врачебного сообщества, так и для связи с пациентом;
- управление медицинскими данными, координация рабочего процесса учреждений сферы здравоохранения.

В работе описывается проект мобильного приложения класса mHealth, ориентированного на ведение индивидуального учета прививок дошкольникам. Для формального описания медицинских знаний, заложенных в приложение, был использован онтологический подход, являющийся одной из ключевых технологий в области инженерии знаний.

Анализ публикаций, посвященных вопросам разработки онтологий в области медицины, показал, что большая часть работ ориентирована на решение задач медицинской диагностики и планирования медикаментозного лечения с учетом особенностей конкретного пациента [2–5]. В качестве исходной информации зачастую выступают данные электронных медицинских карт, получивших повсеместное распространение в связи с процессом цифровизации медицинской сферы. Целью подобных исследований является разработка методов решения задачи медицинской диагностики с использованием знаний в форме терминологии, понятной врачам, и позволяющей определять не только диагноз пациента, но и причину каждого заболевания, а также отслеживать и объяснять изменение наблюдаемых значений симптомов с учетом индивидуальных особенностей пациента и происшедших с ним событий.

Однако вопросы исследования онтологий, систематизирующих знания относительно вак-

цинирования, практически не затронуты. Также следует учитывать, что результаты медицинских исследований приводят к появлению значительного числа данных, которые не успевают быть актуализированы и представлены в официальных печатных изданиях. Как следствие – заинтересованные пользователи (в рассматриваемом случае – родители) теряются в обилии не всегда проверенной информации.

Выбор в пользу мобильного приложения как формы представления информации был обусловлен, во-первых, удобством, а во-вторых, распространенностью смартфонов.

Принципы применения онтологий

Эволюционное развитие прикладных информационных технологий происходит в сторону повышения их интеллектуальности. Методы инженерии знаний, в частности онтологический подход, в этих условиях становятся все более востребованными. Онтологии можно использовать практически везде, где требуется обработка данных, учитывающих их семантику. Сегодня онтология выступает основной стандартизации мировой системы знаний, в том числе языковой, системной, инженерной деятельности. Сформировались международные профильные стандарты терминов и определений, а также ряд международных органов, ответственных за их ведение (ISO, W3C и др.) [6].

Онтологию сегодня можно рассматривать как спецификацию конкретной предметной области. Семантическое представление позволяет вербализовать и формализовать накопленные знания, т. е. вычленить понятия, отношения и структуры управления, необходимые для корректного описания выбранной предметной области. Онтологии представляют собой машиночитаемые определения основных понятий предметной области и отношения между ними. Они кодируют знания из предметной области и знания из смежных предметных областей. В этом смысле они делают знания возможными для повторного использования [7]. Другим преимуществом применения онтологий является возможность сбора, анализа и повторного использования структурированных знаний о предметной области, полученных из различных источников [8].

Онтологические структуры могут быть разработаны и использованы при решении разноплановых задач и для многопользовательского совместного применения (как людьми-пользователями, так и программами) в различных областях, в том числе и в медицине. Можно привести

примеры следующих медицинских онтологий: Galen (определение клинической картины заболевания), UMLS (разработана для Национальной медицинской библиотеки США), ON9 (для аттестации известных медицинских систем по различным параметрам). Параллельно существуют инженерные онтологии, онтологии деятельности предприятий, химические, биологические и многие другие онтологии.

Как показал анализ, в настоящее время отсутствует универсальная онтологическая модель, позволяющая следовать рекомендациям по вакцинопрофилактике и способствующая профилактике инфекционных заболеваний для дошкольников. Поэтому в рамках данной работы предлагается формирование такой онтологии и дальнейшее ее использования при проектировании базы знаний мобильного приложения «Прививки дошкольникам».

Создание онтологии предметной области в Protégé

Существует множество редакторов онтологий, предназначенных специально для создания, корректировки и анализа онтологий. Они отличаются между собой по используемому формату представления онтологий, методу визуализации и сложности.

К наиболее известным инструментам можно отнести [9; 10]:

- Ontolingua – первый редактор онтологий, разработанный в KSL (Knowledge Systems Laboratory) Стенфордского университета (<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua>);

- Protégé – локальная, свободно распространяемая Java-программа, разработанная группой медицинской информатики Стенфордского университета (<http://protege.stanford.edu>);

- OntoStudio – коммерческий редактор онтологий, характеризующийся довольно обширными функциональными возможностями (<https://www.semafora-systems.com>, Университет Karlsruhe);

- WebOnto – Java-апплет для разработки онтологических структур (<http://projects.kmi.open.ac.uk/webonto>);

- OilEd – автономный графический редактор онтологий, разработан в Манчестерском университете (<https://www.manchester.ac.uk>), распространяется по общедоступной лицензии GPL и др.

Большая часть редакторов предоставляет возможность формального отображения семантической сети. К общим недостаткам следует отнести отсутствие процедур автоматизированного формирования компонент онтологии, ограничение на

работу с большим количеством концептов, недостаток детальной документации.

На основании проведенного анализа выбор был сделан в пользу редактора Protégé, имеющего широкие функциональные возможности и распространяемого на основе свободной лицензии. Кроме того, Protégé имеет хорошо проработанную пользовательскую документацию [11], поддерживаемую разработчиками, учеными, корпоративными пользователями из разнообразных областей.

Структура онтологии в общем виде состоит из набора элементов следующих категорий: совокупность концептов (понятий), отношений между ними, классификация понятий и их таксономия [12].

Сложность создания медицинской онтологии связана с требованием отражения протекающих внутренних процессов в организме (возраст, склонность к аллергии, сопутствующие заболевания и т. п.) и их не всегда интуитивно понятных связей (с внешними проявлениями или между собой) [3].

Согласно [4], модель медицинской предметной области должна соответствовать следующим требованиям: терминология базы знаний должна быть понятна специалистам в данной области медицины, формализуемые знания должны быть полезны в течение всего времени эксплуатации системы; должна быть предусмотрена возможность пополнения базы знаний, и желательно наличие механизма автоматического накопления результатов верификации принятых решений (в большей степени последнее требование относится к медицинской диагностике).

Для выполнения функций мобильного приложения «Прививки дошкольникам» были определены основные классы онтологической модели:

- класс «Карта ребенка», ориентированный на хранение краткой информации о ребенке (ФИО, пол, дата рождения, адрес, хронические заболевания, непереносимости лекарств). Изучение элементов этого класса позволяет определять, какие прививки допустимо назначать ребенку с учетом имеющихся у него заболеваний и аллергических реакций на лекарства;

- классы «Сведения о лекарственных препаратах» и «Справочная информация о прививках» предназначены для ознакомления родителей с актуальной информацией о прививках и вакцинах;

- класс «Паспорт прививок», содержащий атрибуты: название прививки, дату прививки, место вакцинации, ФИО лечащего врача, – вовремя

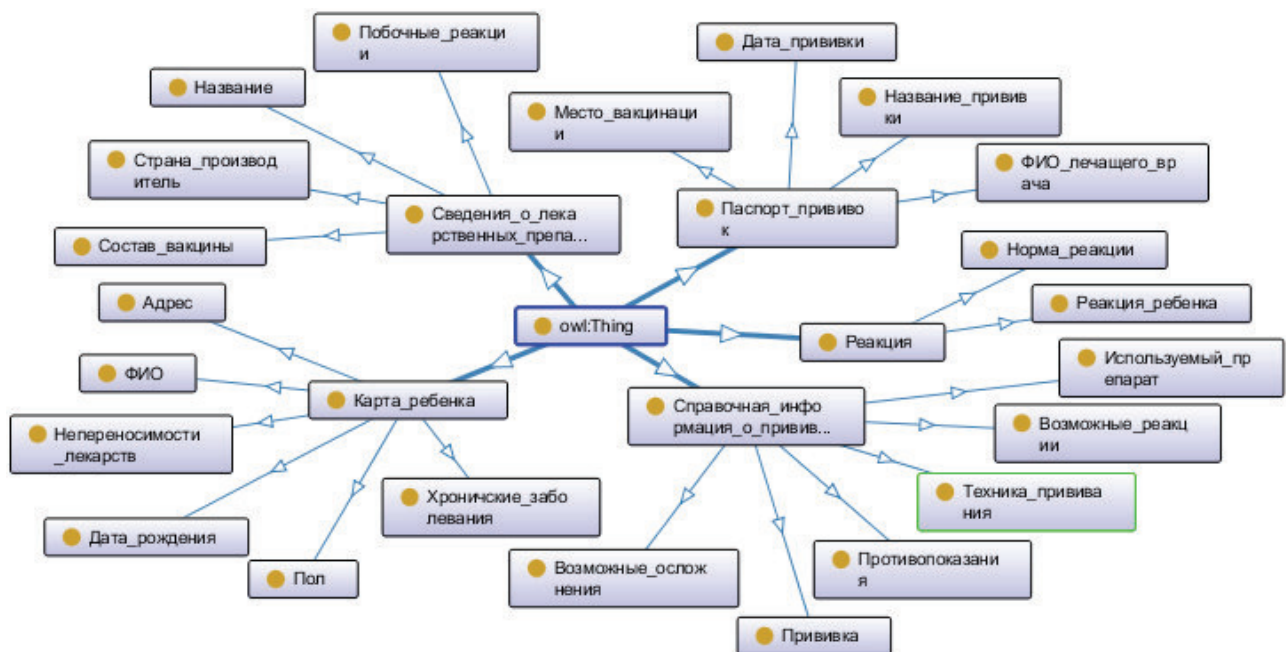


Рисунок 1. Основные концепты предметной области «Вакцинация дошкольников» и их взаимосвязь

Рисунок 2. Экземпляры класса «Справочная информация о прививках»

информирует родителей о предстоящей прививке уже с назначенным лечащим врачом и местом вакцинации;

– класс «Реакция» введен для проверки реакций ребенка с установленной нормой реакции прививки.

Сбор и постепенное накопление информации в базе знаний системы позволяют сформировать знания о прививках и вакцинах, определить их причинно-следственные связи, формализовать эти знания в соответствии с требованиями используемой системы управления базами знаний. На рисунке 1 представлена семантическая сеть основных концептов, на которой видна связь классов и его атрибутов. Здесь онтология предметной области, с одной стороны, рассматривается как высокоуровневый интерфейс к внутренней базе данных, обеспечивая к ним доступ. А с другой стороны, она формирует формат представле-

ния данных в самом приложении в виде тех же объектов предметной области и отношений между ними, что позволяет упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями приложения.

После создания классов необходимо создать слоты, которые являются атрибутами класса. Для любого класса онтологии программа Protégé генерирует форму для ввода данных экземпляра. Формы содержат поля ввода данных (виджеты) для каждого слота, связанного с классом [13].

Пример заполнения класса экземплярами представлен на рисунке 2.

В разрабатываемом мобильном приложении предполагается использовать онтологическое представление не только как инструмент структуризации предметной области, но и как основу базы данных, что позволяет достигать единообразия и согласованности между экспертами

и разработчиками. В частности, в онтологии определяются структура и свойства элементов семантической сети, а в терминах классов и отношений онтологии описываются посылки и заключения продукционных правил. Каждая вакцинация в разработанной онтологии представлена альтернативными симптомокомплексами (побочными реакциями) в виде следующих структур:

– $\langle \text{вакцина}_p, \text{симптомокомплекс}_{ip}, [\text{необходимое условие}_i] \rangle$;

– $\langle \text{симптомокомплекс}_p, \{ \text{признак}_k, \text{частота проявления}, \text{диапазон значения признака} \} \rangle$.

В терминах онтологии были заданы правила вывода, что облегчает их понимание и структурирование экспертами.

Краткое техническое задание на разработку мобильного приложения

Перед началом работы над мобильным приложением был проведен анализ рынка существующих приложений-аналогов с целью изучения их сильных/слабых сторон.

Несмотря на значительное число мобильных приложений mHealth-класса, функционирующих на рынке, программные разработки в области именно вакцинопрофилактики детей представлены довольно скудно. Наибольшее распространение получили три следующих приложения.

1. Календарь прививок (издатель – Double-Rouble): приложение помогает сформировать индивидуальный график вакцинации конкретного ребенка, рассчитав сроки вакцинации по дате рождения. Построенный на основании только даты рождения, календарь не может учесть медицинские противопоказания, поэтому реальный календарь вакцинации может отличаться от расчетного. Около каждой прививки указывается оптимальный для вакцинации возраст.

2. Vaxini (издатель – Wogic GmbH): данное приложение представляет собой календарь прививок и формирует напоминание для вакцинации на основании рекомендованного национального календаря профилактических прививок конкретной страны. Разработчиком заявлено, что приложение поддерживает все страны мира. К преимуществам данного приложения также следует отнести ориентированность на все возрастные категории: расписание прививок новорожденным, грудничкам, детям до года и старше, подросткам, взрослым. Предусмотрена возможность напоминания о записи на прием к врачу на следующую прививку. К наиболее существенным недостаткам следует отнести отсутствие графика ревакцинации, не хватает некоторых марок вак-

Таблица. Сравнение аналогов

Признаки	Календарь прививок	Vaxini	Календарь Free
Просмотр информации о прививке	да	да	да
Напоминание о прививке	да	да	да
Изменение графика	нет	да	нет
Учет состояния ребенка	нет	нет	нет
Хранение фотографий	нет	нет	нет
Формирование отчета	нет	нет	нет

цин, а также большое количество рекламы, что затрудняет комфортное использование приложения.

3. Календарь прививок Free (издатель – компания Fun4Mass Soft). Бесплатная версия поддерживает приказ Министерства здравоохранения РФ от 21.03.2014 № 125н «Об утверждении национального календаря профилактических прививок и календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям». Ориентирован на формирование индивидуального графика вакцинации в зависимости от даты рождения ребенка, позволяет корректировать график в случае, если какая-то из прививок сделана невовремя.

На основании выполненного анализа была сформирована сравнительная таблица и сформулированы следующие требования к функциональным возможностям мобильного приложения для учета вакцинации.

1. Предоставление справочной информации о графике прививок. Мобильное приложение должно содержать сведения о национальном графике профилактических прививок, что позволит использовать приложение в качестве справки. Также должно быть предусмотрено обновление справочных данных в случае корректировки национального графика профилактических прививок.

2. Хранение информации о прививках ребенка. Мобильное приложение должно хранить не только сведения о сделанных ребенку прививках (дата проведения, наименование вакцины, возраст ребенка на момент вакцинации и пр.), но и сведения о реакции ребенка на ту или иную прививку.

3. Содержание сведений о лекарственных препаратах (вакцинах): пользователю должны быть предоставлены справочные сведения об используемых при вакцинации лекарственных препара-

ратах. Следует указать, что в прототипе мобильного приложения первоначально не планируется решать задачу учета аналогов/дженериков и оригинальных препаратов.

4. Содержание справочных сведений о прививках. Мобильное приложение должно предоставлять пользователю возможность ознакомления с информацией о проводимых прививках. Данная информация должна включать в себя: препарат, который используется в прививке, технику прививания, перечень противопоказаний, возможные реакции и осложнения на прививку.

5. Формирование графика прививок в зависимости от даты рождения и корректировка графика в зависимости от состояния ребенка. В мобильном приложении должна быть предусмотрена возможность смещения даты в случае несвоевременной вакцинации, а также пользователю должна быть доступна возможность самостоятельного переноса даты прививки при плохом самочувствии ребенка.

6. Формирование уведомления (оповещения) о прививках. Приложение должно присылать push-уведомления (краткие всплывающие оповещения, которые появляются на экране мобильного телефона) пользователю, тем самым напоминая ему о времени проведения следующей вакцинации.

7. Хранение фото (например, для отслеживания реакции на прививку). Мобильное приложение должно поддерживать функцию хранения фотографий для добавления комментария при записи к врачу, уточнения нормы реакции ребенка на прививку, а также для установки в виде аватара главного профиля ребенка и пользователя.

8. Возможность резервного копирования информации. Для восстановления личных данных, приложение должно поддерживать синхронизацию учетных данных аккаунта, которую по желанию пользователя можно включать и выключать в настройках приложения.

9. Возможность вывода информации на печать (в виде pdf-отчета). Приложение должно позволять пользователю формировать отчет о сделанных прививках ребенка за указанный интервал времени в виде pdf-файлов. Также может быть предусмотрена возможность отправки отчета на электронную почту пользователя, указанную при регистрации.

10. Возможность поддержки календаря других стран. Необходимо предусмотреть возможность регулярного обновления локальных расписания стран и препаратов для вакцинирования на основе информации, предоставленной Всемирной ор-

ганизацией здравоохранения (ВОЗ) и местными органами здравоохранения.

11. Возможность добавления индивидуальной прививки. Помимо стандартных прививок, находящихся в графике прививок ребенка, пользователю должна быть предоставлена возможность добавления индивидуальной прививки.

Заключение

В статье рассматриваются аспекты проектирования мобильного приложения, основной целью которого является обеспечение эффективной информационной поддержки родителей в области вакцинирования ребёнка. Как правило, родители при принятии решения вакцинировать ребенка или нет, оценивают риски появления побочных реакций, сравнивая его с риском, связанным с самой болезнью. Имея под рукой мобильное приложение, в котором в доходчивой форме и необходимом объеме представлена медицинская информация, сделать такой выбор будет гораздо проще.

Предлагается онтологическая модель, создаваемая в редакторе Protégé, на базе которой разработан проект мобильного приложения учета вакцинации для дошкольников. Основной задачей создания онтологии являлась попытка избавиться от избыточности и многозначности информации, характерной для медицинской области. Предлагаемая онтология позволяет визуализировать и систематизировать разрозненные понятия, учитывать множество логических связей между терминами, а также формализовать взаимосвязи о прививках, вакцинах, о реакциях на вакцинацию и т. п. Также выполнен сравнительный анализ имеющихся аналогов мобильного приложения, и сформулированы основные требования и функциональные возможности.

Литература

1. Никитин П.В., Мурадянц А.А., Шостак Н.А. Мобильное здравоохранение: возможности, проблемы, перспективы // Клиницист. 2014. Т. 9, № 4. С. 13–21.
2. Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика» // Неформальное описание и определение базовых терминов. 2005. Т. 2, № 12. С. 1–7.
3. Модель онтологии медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений в медицине / В.В. Грибова [и др.] // Онтология проектирования. 2018. Т. 8, № 1. С. 58–73.

4. Найданов Ч.А., Пальчунов Д.Е., Сазонова П.А. Теоретико-модельные методы интеграции знаний, извлеченных из медицинских документов // Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 3. С. 29–41.
5. Нефедов Ю.В., Цыпленкова В.А. Основные тенденции и особенности развития медицинских онтологий // Врач и информационные технологии. 2018. Т. 1, № 4. С. 6–19.
6. Лаврищева Е.М., Карпов Л.Е., Томилин А.Н. Семантические ресурсы для разработки онтологии научной и инженерной предметных областей // Материалы XVIII ВНК, Новороссийск. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2016. С. 223–239.
7. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования / Л.В. Найханова [и др.]. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. 244 с.
8. Инженерия знаний. Модели и методы / Т.А. Гаврилова [и др.]. СПб.: Лань, 2018. 324 с.
9. Овдей О.М., Проскудина Г.Ю. Обзор инструментов инженерии онтологий // Электронные библиотеки. 2004. Т. 7, № 4. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op> (дата обращения: 21.03.2021).
10. Комплексные инструментальные средства инженерии онтологий / В.Ю. Величко [и др.] // Information Models and Analyses. 2014. Т. 3, № 4. С. 336–361.
11. Денисов М.В. Руководство по Protege: методическое руководство. Казань: Изд-во КГУ, 2020. 32 с.
12. Загоруйко Ю.А. Семантическая технология разработки интеллектуальных систем, ориентированная на экспертов предметной области // Онтология проектирования. 2015. Т. 5, № 1 (15). С. 30–46.
13. Муромцев Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé. СПб.: Изд. ГУИТМО, 2007. 62 с.

Получено 17.05.2021

Горобец Елизавета Александровна, магистрант кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 937 793-11-51. E-mail: liza.gorobets@mail.ru

Диязитдинова Альфия Радмировна, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики ПГУТИ. 443010, Российская федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 917 942-57-45. E-mail: dijazitdinova@mail.ru

APPLICATION OF THE ONTOLOGICAL APPROACH WHEN DESIGNING A MEDICAL MOBILE APP

Gorobets E.A., Diyazitdinova A.R.

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation

E-mail: liza.gorobets@mail.ru, dijazitdinova@mail.ru

This paper examines the design of a mHealth-class mobile application that allows to follow the recommendations for vaccine prevention and promotes the prevention of infectious diseases. However, despite the openness and availability of information in this area, there is a lack of objective and reliably verified information. The article proposes a project for a medical mobile application for recording vaccinations. Which will take into account the data of the national schedule of preventive vaccinations and a number of indicators, individual for each child (age, well-being of the child, allergy susceptibility, temperature, time of previous vaccination, etc.). Based on which the vaccination schedule should be formed «for a particular child» and, if new data are entered, corrected and/or shifted. As a model of knowledge representation, we choose the ontological approach, which allows presenting a coherent system of concepts of the subject area under study. The main tasks of the medical BR are as follows: informational support for parents (maintaining a current national schedule of preventive childhood vaccinations, information about existing vaccines and their manufacturers, possible allergic reactions, etc.); creating a scene reflecting the individual characteristics of the child; maintaining a hierarchy of classes of concepts, individual instances and properties of these concepts.

In the course of the study, an ontology developed by using the Protégé ontology editor, a comparative analysis of available analogues performed on the market, and a detailed list of functional requirements that a vaccination accounting application must meet was developed.

Keywords: *ontology, semantic web, Protégé, vaccination (immunization), vaccinations for preschoolers, mobile application, mHealth, national immunization schedule*

DOI: 10.18469/ikt.2021.19.2.11

Gorobets Elizaveta Aleksandrovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Master's student of the Department of Information Systems and Technologies. Tel. +7 937 793-11-51. E-mail: liza.gorobets@mail.ru

Diyazitdinova Alfiya Radmirovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Associated Professor of Applied Informatics Department, PhD of Technical Sciences. Tel. +7 917 942-57-45. E-mail: dijazitdinova@mail.ru

References

1. Nikitin P.V., Muradjants A.A., Shostak N.A. Mobile Healthcare: Opportunities, Challenges, Prospects. *Klitsinist*, 2014, vol. 9, no. 4, pp. 13–21. (In Russ.)
2. Kleshev A.C., Moskalenko F.M., Chernjahovskaja M.Yu. Ontology model of the «Medical Diagnostics» subject area. *Neformal'noe opisaniye i opredeleniye bazovykh terminov*, 2005, vol. 2, no. 12, pp. 1–7. (In Russ.)
3. Gribova V.V. et al. Medical diagnostics ontology model for intelligent decision support systems in medicine. *Ontologiya proektirovaniya*, 2018, vol. 8, no. 1, pp. 58–73. (In Russ.)
4. Najdanov Ch.A., Pal'chunov D.E., Sazonova P.A. Model-theoretic methods for integrating knowledge extracted from medical documents. *Informatsionnye tehnologii*, 2015, vol. 13, no. 3, pp. 29–41. (In Russ.)
5. Nefedov Yu.V., Tsyplenkova V.A. The main trends and features of the development of medical ontologies. *Vrach i informatsionnye tehnologii*, 2018, vol. 1, no. 4, pp. 6–19. (In Russ.)
6. Lavrisheva E.M., Karpov L.E., Tomilin A.N. Semantic resources for the development of an ontology of scientific and engineering subject areas. *Materialy XVIII VNK*, Novorossiysk. M.: IPM im. M.V. Keldysha, 2016, pp. 223–239. (In Russ.)
7. Najhanova L.V. et al. *The Technology of Creating Methods for the Automatic Construction of Ontologies Using Genetic and Automatic Programming*. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs SO RAN, 2008, 244 p. (In Russ.)
8. Gavrilova T.A. et al. *Knowledge Engineering. Models and Methods*. Saint Petersburg: Lan', 2018, 324 p. (In Russ.)
9. Ovdej O.M., Proskudina G.Yu. Ontology Engineering Tools Overview. *Elektronnye biblioteki*, 2004, vol. 7, no. 4. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op> (accessed: 21.03.2021). (In Russ.)
10. Velichko V.Yu. et al. Complex tools for ontology engineering. *Information Models and Analyses*, 2014, vol. 3, no. 4, pp. 336–361. (In Russ.)
11. Denisov M.V. *Protege Guide: A Methodical Guide*. Kazan': Izd-vo KGU, 2020, 32 p. (In Russ.)
12. Zagorul'ko Yu.A. Semantic technology for the development of intelligent systems focused on subject matter experts. *Ontologiya proektirovaniya*, 2015, vol. 5, no. 1 (15), pp. 30–46. (In Russ.)
13. Muromtsev D.I. *Ontological Engineering of Knowledge in the Protégé System*. Saint Petersburg: Izd. GUITMO, 2007, 62 p. (In Russ.)

Received 17.05.2021