

ПРИКЛАДНЫЕ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 004.5

Научная статья

DOI: 10.18287/2223-9537-2025-15-2-187-197



Онтологический подход к цифровизации медицинских осмотров и диспансерного наблюдения на базе телемедицинской платформы

© 2025, Г.Ю. Порецкова, А.В. Иващенко✉, А.А. Тяжева, С.В. Плахотникова, Г.Э. Жданович, Е.В. Чекина

Самарский государственный медицинский университет (СамГМУ), Самара, Россия

Аннотация

Предложен онтологический подход к построению цифровой телемедицинской платформы, обеспечивающий возможность конфигурирования и настройки процессов сбора и обработки медицинских данных в потоковом режиме в зависимости от назначения и применения. Впервые сформулирована обобщённая задача о медицинском осмотре как многокритериальная оптимизационная задача исследования операций. Предложены варианты реализации цифровой телемедицинской платформы для ведения периодических медицинских осмотров и диспансерного наблюдения пациентов и даны рекомендации по программной архитектуре, способной адаптироваться к условиям решения задачи в практическом здравоохранении. База знаний цифровой телемедицинской платформы представлена в виде семантической сети, которая объединяет понятия с соответствующими атрибутами и связывает цифровые профили пациентов с результатами медицинской диагностики. Применение онтологии обеспечивает конфигурируемость и адаптивность цифровой телемедицинской платформы, что способствует высокой эффективности её использования для сбора данных в учреждениях здравоохранения. Опыт внедрения цифровой телемедицинской платформы с возможностью настройки процессов сбора данных на базе онтологии показал необходимость адаптировать информационно-логические модели хранимых данных и процессы их внесения средствами интерактивных пользовательских интерфейсов, повышая производительность медицинского персонала. Предложенный подход имеет перспективу при сборе данных для обучения искусственных нейронных сетей в системах поддержки принятия врачебных решений.

Ключевые слова: телемедицина, персонализированная медицина, медицинский осмотр, цифровая медицина, онтология, база знаний, семантическая сеть.

Цитирование: Порецкова Г.Ю., Иващенко А.В., Тяжева А.А., Плахотникова С.В., Жданович Г.Э., Чекина Е.В. Онтологический подход к цифровизации медицинских осмотров и диспансерного наблюдения на базе телемедицинской платформы. *Онтология проектирования*. 2025. Т.15, №2(56). С.187-197. DOI: 10.18287/2223-9537-2025-15-2-187-197.

Вклад авторов: Порецкова Г.Ю. – разработка концепции статьи, проработка плана исследования, редактирование текста статьи; Иващенко А.В. – разработка формальной постановки задачи о медицинском осмотре; Тяжева А.А. – проведение тестирования, обработка полученных результатов; Плахотникова С.В. – проведение тестирования, структурирование и обработка полученных результатов тестирования; Жданович Г.Э. – реализация программного обеспечения; Чекина Е.В. – разработка информационно-логических моделей.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Развитие медицинского Интернета вещей и телемедицинских платформ [1-3] позволяет по-новому решать задачи медицинского обследования и лечения пациентов. Инструменталь-

ный сбор данных о состоянии здоровья с помощью датчиков и диагностических комплексов обеспечивает технологический базис для создания и ведения цифрового профиля каждого пациента, что соответствует современным тенденциям развития дистанционного мониторинга здоровья [4] и персонализированного здравоохранения [5].

Опыт создания и практического использования цифровой телемедицинской платформы Самарского государственного медицинского университета *Health Check-up* [6] подтверждает широкие возможности по сбору разнообразной диагностической информации и использования её для поддержки принятия врачебных решений. В настоящее время в платформу интегрировано более 50 датчиков и систем, что позволяет собирать различные показатели здоровья пациентов в потоковом дистанционном режиме.

Такое разнообразие обеспечивает высокую адаптивность телемедицинских услуг, однако на практике может привести к дополнительным задержкам и трудозатратам на автоматизацию процесса сбора информации. Для накопления в медицинской информационной системе данных с датчиков и документации (экспертные заключения профильных врачей, результаты проведения диагностических исследований, дневники лечащих врачей) требуется структурирование информации. Для этого может быть использован онтологический подход к конфигурированию и настройке телемедицинской платформы сбора и обработки медицинских данных [7, 8]. Использование онтологии, как формальной модели предметной области, позволяет структурировать собираемые показатели и процедуру их сбора и обработки. В результате обеспечивается производительность и адаптивность телемедицинской платформы, необходимая для её использования на практике.

1 Существующие подходы

При практическом применении универсальной цифровой телемедицинской платформы необходима её настройка под каждую методику медицинской диагностики. Данные вопросы рассматриваются отдельно в работах по цифровизации процессов медицинского осмотра [9, 10] и диспансерного наблюдения [11, 12]. Стоит также отметить важность решения организационных вопросов [13]. Для комплексного решения задачи автоматизации медицинских осмотров необходимо перестроить подход к внедрению телемедицинских платформ с учётом современных тенденций и перспектив [14-16].

Процесс сбора данных в ходе периодических медицинских осмотров отличается от процедуры контроля состояния здоровья в ходе диспансеризации. В первом случае необходимо за минимальное время собрать одинаковый набор параметров с максимальной группы пациентов. Это обеспечит высокую пропускную способность и эффективность работы медицинского персонала. В рамках диспансерного учёта требуется отдельно вести каждого пациента, подстраивая последовательности измерений параметров его здоровья в соответствии с индивидуальными особенностями, характером и формой течения заболевания. Для повышения эффективности информационной поддержки лечения необходимо внедрить в информационные медицинские системы процесс непрерывного слияния данных и знаний в разных форматах из различных источников. Решение этой задачи, как правило, осуществляется с использованием онтологического подхода [17, 18]. Результатом применения такого подхода является единое представление данных, которое можно использовать, например, для прогноза течения болезни, планирования лечения и др.

Современная цифровая телемедицинская платформа должна обеспечивать полноценное решение обеих задач, для чего на уровне конфигурации баз данных и алгоритмов сбора информации необходимо реализовать соответствующие сервисы настройки. В данной статье используется онтологический подход построения базы знаний (БЗ) в виде семантической се-

ти, которая объединяет понятия с атрибутами и связывает цифровые профили пациентов с результатами медицинской диагностики посредством отношений между ними.

2 Формализация задачи медицинского осмотра

Медицинский осмотр можно представить как последовательность фиксации параметров здоровья пациента в виде временного ряда событий и рассматривать как оптимизационную задачу исследования операций. Состояние здоровья пациента p_i можно описать характеристиками здоровья $c_{i,j,k}$ рядом параметров:

$$c_{i,j,k} = c_{i,j,k}(p_i, g_j, w_{i,j,k}, t'_{i,j,k}) = \{0, 1\}, \quad (1)$$

где: g_j – тип параметра, $t'_{i,j,k}$ – время актуальности измерения параметра, $w_{i,j,k}$ – его истинное значение, $i = 1..N_p$ – идентификатор пациента, $j = 1..N_g$ – условный порядковый номер параметра, $k = 1..N_w$ – условный порядковый номер значения характеристики.

Характеристика $c_{i,j,k}$ представляет собой булеву переменную, её значение можно считать равным «1», если оно известно и измеримо.

Параметры здоровья пациента изменяются объективно в связи с появлением и последующим течением заболевания. Для получения данной информации врачу необходимо провести инструментальную медицинскую диагностику очно или средствами телемедицинского обследования. Каждый параметр регистрируется инструментально специальным медицинским датчиком или сенсорным оборудованием. Событие измерения параметра в процессе медицинской диагностики $s_{i,j,m,n}$ можно описать в виде:

$$s_{i,j,m,n} = s_{i,j,m,n}(p_i, g_j, d_m, v_{i,j,m,n}, t_{i,j,m,n}, \Delta t_{i,j,m,n}) = \{0, 1\}, \quad (2)$$

где d_m – задействованный медицинский персонал, $m = 1..N_d$ – идентификатор сотрудника, $v_{i,j,m,n}$ – измеренное значение, $t_{i,j,m,n}$ – время измерения, $\Delta t_{i,j,m,n}$ – продолжительность обследования, $n = 1..N_v$ – условный порядковый номер измерения.

Эффективная диагностика состоит в подборе такого временного ряда $\{s_{i,j,m,n}\}$, который максимально соответствует по контролируемым параметрам, времени и точности измерений временному ряду $\{c_{i,j,k}\}$. Следовательно, задачу медицинского осмотра можно представить в виде задачи многокритериальной оптимизации по следующим целевым функциям для группы пациентов $\{p_i\}$.

Во-первых, необходимо обеспечить своевременность, т.е. для каждого изменения параметра найдётся соответствующее измерение, проведённое в течение заданного интервала времени:

$$\forall c_{i_1,j_1,k} \exists s_{i_2,j_2,m,n} : (p_{i_1} = p_{i_2}) \wedge (g_{j_1} = g_{j_2}) \wedge t_{i_2,j_2,m,n} \in [t'_{i_1,j_1,k}, t'_{i_1,j_1,k} + \Delta\xi], \quad (3)$$

где $\Delta\xi$ – допустимое отклонение по времени (опоздание).

Для обеспечения этих условий при априорной неопределённости $c_{i,j,k}$ необходим максимум измерений, то есть:

$$N = \sum_{i,j,k} \sum_{m,n} c_{i,j,k} \cdot s_{i,j,m,n} \cdot \delta(t_{i,j,m,n} \in [t'_{i,j,k}, t'_{i,j,k} + \Delta\xi]) \rightarrow \max, \quad (4)$$

где $\delta(x) = \begin{cases} 1, & x = true; \\ 0, & x = false. \end{cases}$

Во-вторых, должна быть обеспечена точность измерения:

$$\begin{aligned} \forall c_{i_1, j_1, k}, s_{i_2, j_2, m, n}, (p_{i_1} = p_{i_2}) \wedge (g_{j_1} = g_{j_2}) \wedge t_{i_2, j_2, m, n} \in [t'_{i_1, j_1, k}, t'_{i_1, j_1, k} + \Delta\xi]: \\ |w_{i_1, j_1, k} - v_{i_2, j_2, m, n}| \rightarrow 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Для этого нужно, например, обеспечить минимум среднего линейного отклонения:

$$L = \frac{1}{N} \sum_{i, j, km, n} c_{i, j, k} \cdot s_{i, j, m, n} \cdot \delta(t_{i, j, m, n} \in [t'_{i, j, k}, t'_{i, j, k} + \Delta\xi]) \cdot |w_{i, j, k} - v_{i, j, m, n}| \rightarrow 0. \quad (6)$$

Данная задача должна быть дополнена подзадачей организационного управления по минимизации загрузки врачей при максимизации количества пациентов:

$$\begin{aligned} D &= \sum_{i, j, m, n} s_{i, j, m, n} \cdot \Delta t_{i, j, m, n} \rightarrow \min; \\ P &= \sum_i p_i \rightarrow \max; \\ \forall d_m : t_{i, j, m} &\in \left\{ (t_m^{нач(1)}, t_m^{ок(1)}), (t_m^{нач(2)}, t_m^{ок(2)}), \dots, (t_m^{нач(M)}, t_m^{ок(M)}) \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

Введённые целевые функции предполагают минимизацию избыточных измерений. Задача о медицинском осмотре представляется сложной для решения с учётом неопределённости $c_{i, j, k}$, однако она может быть упрощена для частных случаев.

Например, задача о периодическом медицинском осмотре (можно принять $j = k$) может быть сформулирована следующим образом:

$$\begin{aligned} N &= \sum_{i, j} \sum_{m, n} c_{i, j} \cdot s_{i, j, m} \rightarrow \max; \\ D &= \sum_{i, j, m} s_{i, j, m} \cdot \Delta t_{i, j, m} \rightarrow \min; \\ P &= \sum_i p_i \rightarrow \max; \\ \forall d_m : t_{i, j, m} &\in \left\{ (t_m^{нач(1)}, t_m^{ок(1)}), (t_m^{нач(2)}, t_m^{ок(2)}), \dots, (t_m^{нач(M)}, t_m^{ок(M)}) \right\} \end{aligned} \quad (8)$$

В такой постановке она становится близка задаче о назначениях [19].

Задачу о диспансерном наблюдении можно сформулировать по типу задачи построения расписания (планирования) [19] следующим образом:

$$\begin{aligned} N &= \sum_{i, j, km, n} c_{i, j, k} \cdot s_{i, j, m, n} \cdot \delta(t_{i, j, m, n} \in [t'_{i, j, k}, t'_{i, j, k} + \Delta\xi]) \rightarrow \max; \\ L &= \frac{1}{N} \sum_{i, j, km, n} c_{i, j, k} \cdot s_{i, j, m, n} \cdot \delta(t_{i, j, m, n} \in [t'_{i, j, k}, t'_{i, j, k} + \Delta\xi]) \cdot |w_{i, j, k} - v_{i, j, m, n}| \rightarrow 0; \\ P &= \sum_i p_i \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (9)$$

3 Онтология медицинского осмотра

Введённые определения и постановки использованы при внедрении цифровой телемедицинской платформы *Health Check-up* в медицинских организациях Самары для проведения периодических медицинских осмотров, диспансерного наблюдения, дистанционного мониторинга состояния пациентов. Необходимость решения оптимизационных задач в этих случаях обусловлена требованиями высокой производительности процесса сбора медицинской

информации. Необходимо эффективно использовать диагностические приборы телемедицинской платформы для максимизации количества обследованных пациентов в минимальное время и с оптимальной загрузкой медицинского персонала.

Настройка телемедицинской платформы в соответствии с особенностями решаемой задачи (периодический медицинский осмотр или диспансерное наблюдение) согласно введённым целевым функциям обеспечивается онтологией, определяющей основные понятия и параметры цифровой диагностики. Онтология представляет БЗ предметной области в виде семантической сети, объединяющей концепты с соответствующим атрибутивным описанием с помощью отношений, связывающих цифровые профили пациентов с результатами медицинской диагностики. Использование онтологии позволяет обеспечить конфигурируемость и адаптивность цифровой телемедицинской платформы и добиться высокой эффективности её применения для сбора данных в учреждениях практического здравоохранения.

Информационно-логическая модель БЗ для периодического медицинского осмотра (см. рисунок 1) основана на результатах измерений, собранных с использованием платформы *Health Check-up*, и профилактических осмотров. В этой БЗ представлены данные, необходимые для узкоспециализированного периодического медицинского осмотра и медицинского скрининга.

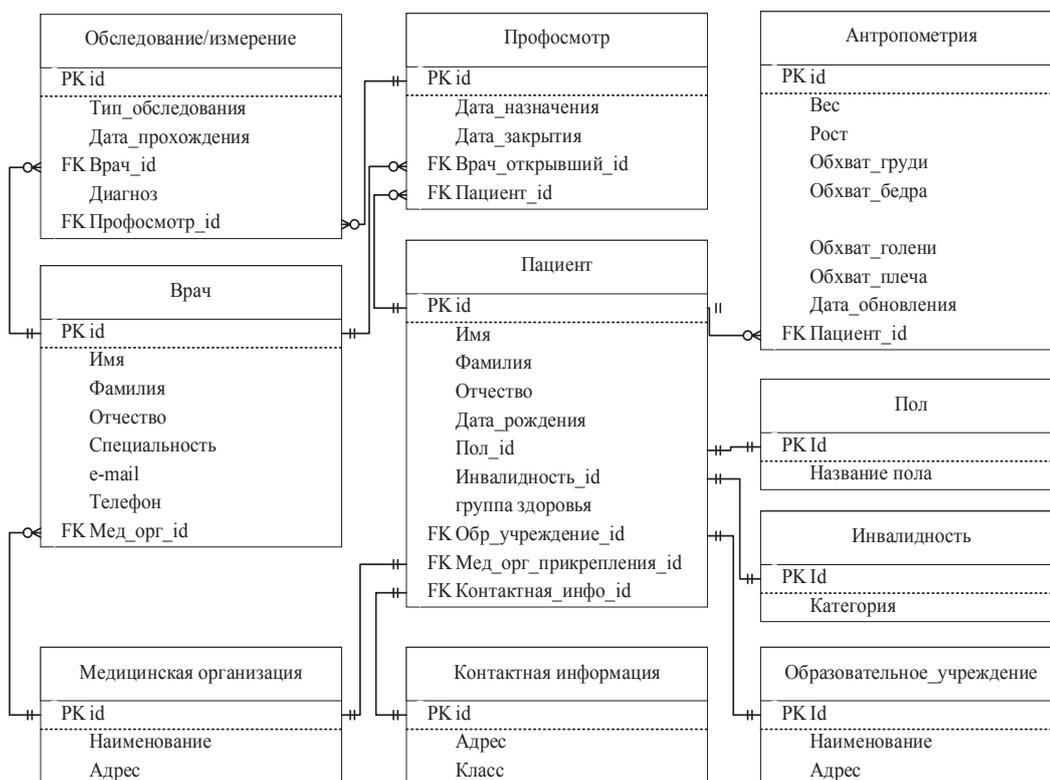


Рисунок 1 – Основные концепты базы знаний цифровой телемедицинской платформы периодического медицинского осмотра обучающихся (школьников)

Структура БЗ телемедицинской платформы диспансерного наблюдения (см. рисунок 2) более детализирована и включает возможность отслеживания истории пациента и лечения с мониторингом его состояния, проведённых лечебно-профилактических мероприятий, назначенной помощи или проведения углублённых обследований по каждому из диагнозов.

При диспансерных осмотрах детей отслеживается изменение антропометрических данных и показателей здоровья, введена таблица с нормами по половозрастному признаку, что

позволяет врачам видеть отклонения от нормы. На завершающем этапе автоматически формируется карта диспансерного осмотра. Схема поддерживает сложные связи между пациентами и их медицинскими данными, что позволяет отслеживать динамику здоровья и способствует улучшению качества медицинского обслуживания.

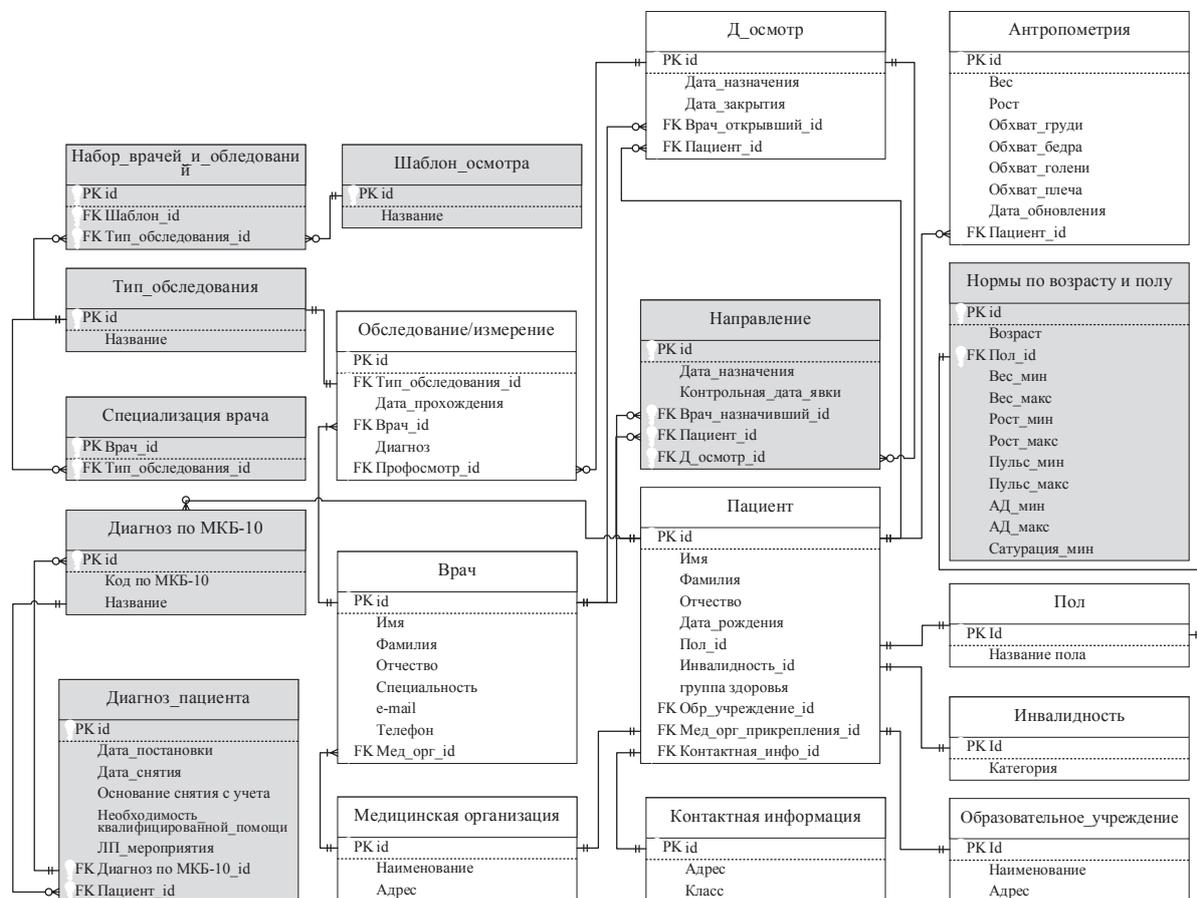


Рисунок 2 – Основные концепты базы знаний цифровой телемедицинской платформы диспансерного наблюдения обучающихся (школьников)

С учётом предложенной концептуальной схемы БЗ в пользовательском интерфейсе телемедицинской платформы диспансерного наблюдения доработано окно проведения диспансерного осмотра. Процедура заполнения медицинской информации формализуется в виде процесса последовательного заполнения соответствующих форм. При адаптированном подходе к организации этого процесса медицинский персонал освобождается от избыточного ввода данных. Это достигается за счёт однократного ввода данных пациента, которые дополняются при повторных осмотрах.

Адаптированный подход к организации процесса сбора медицинских данных содержит три этапа.

- 1) Проектирование методики сбора данных с учётом нормативов времени, необходимого на подготовку к процедурам и проведение измерений (необходимо учитывать время на заполнение согласий и другой документации, если это требуется).
- 2) Подготовка места для проведения обследования с учётом возможности имеющихся помещений и их оснащения для проведения обследований и ожидания (необходимо учесть траектории группового движения обследуемых и предусмотреть места для ожидания).
- 3) Конфигурирование пользовательского интерфейса программного обеспечения телемедицинской платформы для ускорения ввода данных.

Онтологическое описание данных позволяет группировать поля ввода медицинской информации в зависимости от характера решаемой задачи и сокращать время медицинского персонала, необходимое на ввод данных.

4 Практическое применение

Рассматриваемые в статье задачи связаны с практическим здравоохранением и касаются удобства и производительности процесса ввода медицинских данных с использованием приборов цифровой телемедицинской платформы и дополнения их ручным способом. Опыт внедрения цифровой платформы *Health Check-up* показал необходимость адаптировать информационно-логические модели хранимых данных и процессы их ввода средствами интерактивных пользовательских интерфейсов с целью сокращения затрат времени и повышения производительности медицинского персонала.

Доработка пользовательского интерфейса позволила применить цифровую телемедицинскую платформу для профилактического осмотра в образовательных организациях г. Самары. В апробации участвовали 128 обучающихся общеобразовательных школ и 50 обучающихся спортивной школы [15], которая показала, что внедрение цифровой телемедицины позволяет сократить время осмотра. Временные затраты при заполнении формы данных на одного пациента при использовании прежнего и разработанного интерфейса составили 3,5 и 2,2 минуты соответственно.

Сокращение времени получено и за счёт однократного внесения данных пациентов, отображаемых далее при автоматизированном формировании заключений специалистов и карты диспансерного наблюдения. Предложенный интерфейс позволяет обеспечить полный и правильный ввод данных, исключить ошибки при анализе антропометрических и физиометрических показателей за счёт представления диапазона нормальных значений параметров и характеристик для каждого возраста пациентов. Интерфейс позволяет формировать варианты итоговой отчётности с градацией по полу, возрасту, диагнозу, времени повторного осмотра, объёма требуемых мероприятий для оздоровления.

В этом заложен резерв повышения качества медицинского обслуживания детей за счёт автоматизации и контроля процесса ведения пациентов, находящихся на диспансерном наблюдении. Это позволяет своевременно выявлять возможные осложнения заболевания, назначать необходимое лечение и принимать меры для поддержания и улучшения общего физического и психологического состояния детей.

Заключение

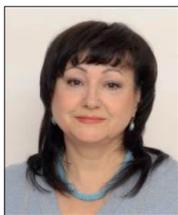
Развитие телемедицинских технологий – это важный этап совершенствования персонализированной медицины и повышения эффективности системы здравоохранения в целом. Адаптация пользовательских интерфейсов и систем хранения данных позволяет обеспечить эффективность применения цифровых решений в медицине и облегчить труд медицинского персонала по обследованию пациентов и вводу медицинских данных.

Предложенная в данной статье онтологическая модель и постановка задачи о медицинском осмотре в терминах теории исследования операций позволяет учесть требования эффективности и производительности сбора медицинской информации на этапе проектирования БЗ и построения её информационно-логической модели. В результате может быть построена адаптивная цифровая платформа универсального применения, что расширяет область её использования на практике и снижает трудоёмкость внедрения и последующей эксплуатации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

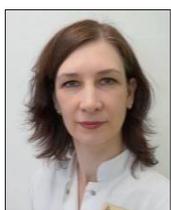
- [1] **Аксенова Е.И., Горбатов С.Ю.** Интернет медицинских вещей (IoMT): новые возможности для здравоохранения. М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2021. 36 с.
- [2] **Mathkor D., Mathkor N., Bassfar Z., Bantun F., Sláma P., Ahmad F., Haque S.** Multirole of the Internet of Medical Things (IoMT) in biomedical systems for managing smart healthcare systems: an overview of current and future innovative trends. *Journal of Infection and Public Health*. Vol.17. Issue 4. 2024. P.559-572. DOI: 10.1016/j.jiph.2024.01.013.
- [3] **Dwivedi R., Mehrotra D., Chandra S.** Potential of Internet of Medical Things (IoMT) applications in building a smart healthcare system: A systematic review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. Vol. 12(10). Issue 2. 2022. P.302-318. DOI: 10.1016/j.jobcr.2021.11.010.
- [4] **Дедов И.И., Тюльпаков А.Н., Чехонин И.П. и др.** Персонализированная медицина: современное состояние и перспективы. *Вестник РАМН*. 2012. №12. С.4-12. DOI: 10.15690/vgramn.v67i12.474.
- [5] **Владимирский А.В., Лебедев Г.С.** Основы применения телемедицинских технологий. М.: Издательство Сеченовского университета, 2022. 48 с.
- [6] **Колсанов А.В., Гаранин А.А.** Опыт организации центра телемедицины в университетских клиниках. *Врач и информационные технологии*. 2024. № 1. С.82-91. DOI: 10.25881/18110193_2024_1_82.
- [7] **Грибова В.В., Петряева М.В., Окунь Д.Б., Шалфеева Е.А.** Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. *Онтология проектирования*. 2018. Т.8, №1(27). С.58-73. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73.
- [8] **Грибова В.В., Шалфеева Е.А.** Онтология диагностики процессов. *Онтология проектирования*. 2019. Т.9, №4(34). С.449-461. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-449-461.
- [9] **Сенкевич Ю.И.** Автоматизация территориальных и ведомственных медицинских систем профилактических осмотров населения. *Медицинская техника*. 2008. № 4. С.47-52.
- [10] **Яковленкова А.О.** Проблемы автоматизации амбулаторно-поликлинического приема в рамках автоматизации и цифровизации сферы здравоохранения. *Наукосфера*. 2024. № 1-2. С.62-65.
- [11] **Утева А.Г., Кудрина Е.А.** Применение информационных технологий при проведении профилактических осмотров и диспансерного наблюдения лиц пожилого и старческого возраста в Удмуртской республике. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022. № 1. С.535-551. DOI: 10.24412/2312-2935-2022-3-786-803.
- [12] **Безрукова Г.А., Поздняков М.В., Новикова Т.А.** Использование цифровых технологий в социально-гигиеническом мониторинге состояния здоровья работающих во вредных условиях труда. *Гигиена и санитария*. 2021. Т.100. №10. С.1157-1162. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162.
- [13] **Ларионова И.И., Туренко О.Ю., Калинин И.В.** Использование информационных технологий по управлению потоками пациентов при проведении медицинских осмотров. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2023. Т.25. №1. С.12-17. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-1.
- [14] **Порецкова Г.Ю., Тяжева А.А., Плахотникова С.В., Напалкова С.А.** Автоматизированные комплексы в медицинских осмотрах: особенности и перспективы. *Перспективы науки*. 2024. № 9 (180). С.44-48.
- [15] **Порецкова Г.Ю., Тяжева А.А., Плахотникова С.В. и др.** Возможности использования цифровых технологий при профилактическом осмотре школьников г. Самары. *Врач и информационные технологии*. 2023. №3. С.84-92. DOI: 10.25881/18110193_2023_3_84.
- [16] **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025611346** Российская Федерация. Программное обеспечение для модуля «Диспансерное наблюдение детей» аналитического программно-аппаратного комплекса для оценки состояния детей различного возраста: №2024693230, опублик. 17.01.2025 / А.В. Колсанов, Г.Ю. Порецкова, С.В. Плахотникова и др.
- [17] **Лебедев С.В., Жукова Н.А.** Слияние медицинских данных на основе онтологий. *Онтология проектирования*. 2017. Т.7, №2(24). С.145-159. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-2-145-159.
- [18] **Горбеев Е.А., Диязитдинова А.Р.** Применение онтологического подхода при проектировании медицинского мобильного приложения. *Инфокоммуникационные технологии*. 2021. Т.19. №.2. С.224-231. DOI: 10.18469/ikt.2021.19.2.11.
- [19] **Хемди А. Таха.** Введение в исследование операций / Ун-т Арканзаса, Фейетвилл [пер. с англ. и ред. А.А. Минько]. 7-е изд. М.: Вильямс, 2007. 901 с.

Сведения об авторах



Порецкова Галина Юрьевна, 1966 г. рождения. Окончила Куйбышевский медицинский институт им. Д.И. Ульянова в 1989 г., доцент (2015), д.м.н. (2020). Заведующая кафедрой факультетской педиатрии СамГМУ. В списке научных трудов более 200 научных работ. Author ID (РИНЦ): 413526; ORCID ID – 0000-0002-3131-1368; Author ID (Scopus): 57194330674, g.yu.poreckova@samsmu.ru.

Иващенко Антон Владимирович, 1980 г. рождения. Окончил Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва в 2003 г., д.т.н. (2012), профессор (2018). Директор Передовой медицинской инженерной школы СамГМУ. В списке научных трудов более 400 научных работ. Author ID (РИНЦ): 330112; ORCID ID – 0000-0001-7766-3011; Author ID (Scopus): 42661608400, anton.ivashenko@gmail.com.



Тяжева Алёна Александровна, 1984 г. рождения. Окончила СамГМУ в 2006 г., к.м.н. (2011), доцент (2021). Доцент кафедры детских болезней СамГМУ. В списке научных трудов более 110 научных работ. Author ID (РИНЦ): 750890; ORCID ID – 0000-0001-8552-1662; Author ID (Scopus): 57193347776; a.a.tyazheva@samsmu.ru.

Плахотникова Светлана Валентиновна, 1982 г. рождения. Окончила СамГМУ в 2008 г., к.м.н. (2020). Доцент кафедры факультетской педиатрии СамГМУ. В списке научных трудов более 35 научных работ. Author ID (РИНЦ): 955414; ORCID ID – 0000-0003-0693-7737; Author ID (Scopus): 57806781000, s.v.plahotnikova@samsmu.ru.



Жданович Герман Эдуардович, 2001 г. рождения. Окончил Самарский государственный университет путей сообщения в 2023 г. Магистрант Передовой медицинской инженерной школы СамГМУ, ассистент кафедры медицинской физики, математики и информатики СамГМУ. В списке научных трудов 9 научных работ. AuthorID (РИНЦ): 1265642; ORCID ID – 0009-0001-4497-4216; g.e.zhdanovich@samsmu.ru.

Чекина Елена Владимировна, 1995 г. рождения. Окончила Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва в 2019 г. Ассистент кафедры медицинской физики, математики и информатики СамГМУ. В списке научных трудов более 30 научных работ. Author ID (РИНЦ): 1097227; ORCID ID – 0000-0002-1345-2562; ev-chekina@yandex.ru.



Поступила в редакцию 04.03.2025, после рецензирования 14.03.2025. Принята к публикации 26.03.2025.



Scientific article

DOI: 10.18287/2223-9537-2025-15-2-187-197

An ontological approach to digitalization of medical check-ups and follow-up medical care based on a telemedicine platform

© 2025, G.Yu. Poretskova, A.V. Ivaschenko ✉, A.A. Tyazheva, S.V. Plakhotnikova, G.E. Zhdanovich, E.V. Chekina

Samara State Medical University, Samara, Russia

Abstract

An ontological approach to developing a digital telemedicine platform is proposed, enabling the configuration and customization of medical data collection and processing workflows in real-time based on specific objectives and applications. For the first time, the generalized problem of medical check-up is formulated as a multicriteria optimization problem of operations research. Implementation options for a digital telemedicine platform designed for periodic medical check-ups and patient monitoring are presented, along with recommendations for a software architecture that can adapt

to practical healthcare requirements. The platform's knowledge base is structured as a semantic network, integrating concepts with their corresponding attributes and linking digital patient profiles to medical diagnostic results. The use of ontology ensures the configurability and adaptability of the digital telemedicine platform, enhancing its efficiency in healthcare institutions for medical data collection. The experience of implementing a digital telemedicine platform with ontology-based customization of data collection processes has highlighted the need to adapt both the information and logical models of stored data, as well as data entry processes via interactive user interfaces, thereby improving medical personnel productivity. The proposed approach has potential for collecting data for training artificial neural networks in medical decision support systems.

Keywords: telemedicine, personalized medicine, medical check-up, digital medicine, ontology, knowledge base, semantic network.

For citation: Poretskova GYu, Ivaschenko AV, Tyazheva AA, Plakhotnikova SV, Zhdanovich GE, Chekina EV. An ontological approach to digitalization of medical check-ups and follow-up medical care based on a telemedicine platform [In Russian]. *Ontology of designing*. 2025; 15(2): 187-197. DOI: 10.18287/2223-9537-2025-15-2-187-197.

Authors' contributions: Poretskova G.Yu. – conceptual design, research design, text editing; Ivaschenko A.V. – formal problem statement; Tyazheva A.A. – testing, processing of the obtained results; Plakhotnikova S.V. – testing, structuring and processing of the obtained test results; Zhdanovich G.E. – software implementation; Chekina E.V. – development of information and logical models.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

List of figures

Figure 1 – Basic concepts of the knowledge base of the digital telemedicine platform for periodic medical check-ups of students (schoolchildren)

Figure 2 – Basic concepts of the knowledge base of the digital telemedicine platform for follow-up medical care of students (schoolchildren)

References

- [1] **Aksenova EI, Gorbatov SY.** Internet of Medical Things (IoMT): new opportunities for healthcare [In Russian]. Moscow: GBU "NIOZMM DZM", 2021. 36 p.
- [2] **Mathkor D, Mathkor N, Bassfar Z, Bantun F, Sláma P, Ahmad F, Haque S.** Multirole of the Internet of Medical Things (IoMT) in biomedical systems for managing smart healthcare systems: an overview of current and future innovative trends. *Journal of Infection and Public Health*. 2024; 17(4): 559-572. DOI: 10.1016/j.jiph.2024.01.013.
- [3] **Dwivedi R, Mehrotra D, Chandra S.** Potential of Internet of Medical Things (IoMT) applications in building a smart healthcare system: A systematic review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2022; 12(2): 302-318. DOI: 10.1016/j.jobcr.2021.11.010.
- [4] **Dedov II, Tulpakov AN, Chekhonin IP. et al.** Personalized medicine: current state and prospects [In Russian]. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2012; 12: 4-12. DOI: 10.15690/vramn.v67i12.474.
- [5] **Vladimirskiy AV, Lebedev GS.** Fundamentals of the application of telemedicine technologies [In Russian]. Moscow: Sechenov University Press, 2022. 48 p.
- [6] **Kolsanov AV, Garanin AA.** The experience of organizing a telemedicine center in university clinics [In Russian]. *Doctor and information technologies*. 2024; 1: 82-91. DOI: 10.25881/18110193_2024_1_82.
- [7] **Gribova VV, Petryaeva MV, Okun DB, Shalfeeva EA.** Ontology of medical diagnostics for intelligent decision support systems [In Russian]. *Ontology of designing*. 2018; 8(1): 58-73. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73.
- [8] **Gribova, VV, Shalfeeva EA.** The ontology of diagnosis of processes [In Russian]. *Ontology of designing*. 2019; 9(4): 449-461. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-449-461.
- [9] **Senkevich YuI.** Automation of territorial and departmental medical systems of preventive examinations of the population [In Russian]. *Medical equipment*. 2008; 4: 47-52.
- [10] **Yakovlenkova AO.** Problems of automation of outpatient admission in the framework of automation and digitalization of the healthcare sector [In Russian]. *Naukosphere*. 2024; 1-2: 62-65.
- [11] **Uteva AG, Kudrina EA.** The use of information technologies in conducting preventive examinations and follow-up of elderly and senile people in the Udmurt Republic [In Russian]. *Modern problems of healthcare and medical statistics*. 2022; 1: 535-551. DOI: 10.24412/2312-2935-2022-3-786-803.

- [12] **Bezrukova GA, Pozdnyakov MV, Novikova TA.** The use of digital technologies in socio-hygienic monitoring of the health status of workers in harmful working conditions [In Russian]. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(10): 1157-1162. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162.
- [13] **Larionova II, Turenko OYu, Kalinin IV.** The use of information technologies for managing patient flows during medical examinations [In Russian]. *Medical and pharmaceutical journal Pulse*. 2023; 25(1): 12-17. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-1.
- [14] **Poretskova GYu, Tyazheva AA, Plakhotnikova SV, Napalkova SA.** Automated complexes in medical examinations: features and prospects [In Russian]. *Perspectives of science*. 2024; 9(180): 44-48.
- [15] **Poretskova G.Yu., Tyazheva A.A., Plakhotnikova S.V. et al.** The possibilities of using digital technologies in the preventive examination of schoolchildren in Samara [In Russian]. *Doctor and information technology*. 2023; 3: 84-92. DOI: 10.25881/18110193_2023_3_84.
- [16] **Certificate of state registration of computer program** No. 2025611346 Russian Federation. Software for the module "Children's outpatient observation" of the analytical hardware and software complex for assessing the condition of children of different ages [In Russian]: No. 2024693230, published 17.01.2025 / A.V. Kolsanov, G.Yu. Poretskova, S.V. Plakhotnikova et al.
- [17] **Lebedev SV, Zhukova NA.** Integration of Medical Data Based on Ontologies [In Russian]. *Ontology of designing*. 2017; 7(2): 145-159. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-2-145-159.
- [18] **Gorobets EA, Dīazitdinova AR.** Application of the Ontological Approach in Designing a Medical Mobile Application [In Russian]. *Infocommunication Technologies*. 2021; 19(2): 224-231. DOI: 10.18469/ikt.2021.19.2.11.
- [19] **Hamdy A.Taha.** Operations research: an introduction. Tenth Edition. Global Edition. University of Arkansas, Fayetteville. Pearson Education Limited, 2017. 849 p.

About the authors

Galina Yurievna Poretskova (b. 1966) graduated from the Kuibyshev Medical Institute in 1989, Associate Professor (2015), Doctor of Medical Sciences (2020), Head of the Department of Faculty Pediatrics at Samara State Medical University. The list of scientific papers includes more than 200 scientific papers. Author ID (RSCI): 413526; ORCID ID – 0000-0002-3131-1368; Author ID (Scopus): 57194330674, g.yu.poreckova@samsmu.ru.

Anton Vladimirovich Ivaschenko (b. 1980) graduated from the Samara State Aerospace University in 2003, Doctor of Technical Sciences (2012), professor (2018), Director of the Higher School of Medical Engineering at the Samara State Medical University. The list of scientific papers includes more than 400 scientific papers. Author ID (RSCI): 330112; ORCID ID – 0000-0001-7766-3011; Author ID (Scopus): 42661608400, anton.ivashenko@gmail.com. ✉

Alyona Alexandrovna Tyazheva (b. 1984) graduated from the Samara State Medical University in 2006, PhD (2011), Associate Professor (2021), Associate Professor at the Department of Pediatric Diseases at the Samara State Medical University. The list of scientific papers includes more than 110 scientific papers. Author ID (RSCI): 750890; ORCID ID – 0000-0001-8552-1662; Author ID (Scopus): 57193347776, a.a.tyazheva@samsmu.ru.

Svetlana Valentinovna Plakhotnikova (b. 1982) graduated from the Samara State Medical University in 2008, PhD (2020), Associate Professor at the Department of Faculty Pediatrics at the Samara State Medical University. The list of scientific papers includes more than 35 scientific papers. Author ID (RSCI): 955414; ORCID ID – 0000-0003-0693-7737; Author ID (Scopus): 57806781000, s.v.plakhotnikova@samsmu.ru.

German Eduardovich Zhdanovich (b. 2001) graduated from the Samara State University of Railway Communications in 2023. He is a Master's student at the Higher School of Medical Engineering of the Samara State Medical University, Assistant at the Department of Medical Physics, Mathematics and Informatics of the Samara State Medical University. The list of scientific papers includes 9 scientific papers. AuthorID: 1265642 (RSCI); ORCID ID – 0009-0001-4497-4216; g.e.zhdanovich@samsmu.ru.

Elena Vladimirovna Chekina (b. 1995) graduated from the Samara National Research University in 2019. Assistant at the Department of Medical Physics, Mathematics and Informatics of the Samara State Medical University. The list of scientific papers includes more than 30 scientific papers. Author ID (RSCI): 1097227; ORCID ID – 0000-0002-1345-2562; ev-chekina@yandex.ru.

Received March 4, 2025. Revised March 14, 2025. Accepted March 26, 2025.