

Л.С. Намазова-Баранова<sup>1, 2, 3</sup>, Р.Е. Суворов<sup>4</sup>, И.В. Смирнов<sup>4</sup>, А.И. Молодченков<sup>4</sup>, Е.В. Антонова<sup>1</sup>,  
Е.А. Вишнёва<sup>1</sup>, В.И. Смирнов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научный центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Российская Федерация

<sup>3</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва,  
Российская Федерация

<sup>4</sup> Институт системного анализа Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

## Управление рисками пациента на основе технологий удаленного мониторинга здоровья: состояние области и перспективы

*Обзор посвящен проблеме удаленного контроля состояния здоровья. Рассматриваются и анализируются существующие подходы к организации наблюдения за пациентом на дому с помощью технологий телемедицины. Предлагается новый подход к управлению рисками пациента, отвечающий в том числе требованиям педиатрического лечебного учреждения.*

**Ключевые слова:** электронное здравоохранение, телемедицина, удаленный мониторинг здоровья, управление рисками пациента, дети.  
(Вестник РАМН. 2015; 1: 82–89)

82

### Введение

Электронное здравоохранение (e-Health) — относительно новое понятие в медицине: оно используется в мире лишь с 1999 г. [1]. Своим возникновением понятие обязано развитию электроники и информационных технологий. При этом термин используют и для определения в широком смысле медицинской информатики, охватывающей электронные процессы в здравоохранении [2], и для узкого обозначения использования Интернет-технологий в медицине [3–7].

Электронное здравоохранение подразумевает непрерывную интеграцию всей совокупности инфокоммуникационных технологий и современного здравоохранения в глобальную инфраструктуру, основанную на взаимодействии заинтересованных сторон (представителей регулирующих органов, коммерческих участников процес-

са и финансово не заинтересованных лиц), зависимость от локальных особенностей (территориальных и уровней), определяющую как частные исходы, так и перспективы дальнейшего развития медицины в целом [8].

При этом понятие «электронное здравоохранение» включает в себя также портативные технологии удаленного наблюдения (например, мобильные приложения для смартфонов) — mHealth.

Электронное здравоохранение зародилось во второй половине XX в. в США. В то время его целью было сокращение расходов за счет минимизации числа посещений клинических учреждений и рисков повторной госпитализации. Для достижения этих целей применяли удаленный мониторинг основных показателей состояния здоровья. На ранних этапах развития отрасли взаимодействие пациента и врача осуществлялось посредством телефонных звонков, затем для этого начали применять компьютеры

L.S. Namazova-Baranova<sup>1, 2, 3</sup>, R.E. Suvorov<sup>4</sup>, I.V. Smirnov<sup>4</sup>, A.I. Molodchenkov<sup>4</sup>, E.V. Antonova<sup>1</sup>,  
E.A. Vishneva<sup>1</sup>, V.I. Smirnov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scientific Centre of Children Health, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Sechenov First Moscow State Medical University, Russian Federation

<sup>3</sup> N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Institute for Systems Analysis of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

## Risk Management of a Patient on the Basis of Remote Health Monitoring: Current Situation and Prospects

*Review is dedicated to the problem of remote monitoring of health status. Existing approaches to the organization of an outdoor monitoring of a patient using telemedicine technologies are reviewed and analyzed. A new approach to risk management of a patient which meets the requirements of pediatric hospital is provided.*

**Key words:** e-health, telemedicine, remote health monitoring, risk management of a patient, children.

(Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk — Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2015; 1: 82–89)

и мобильные устройства (электронная почта, видеосвязь, специализированные приложения и подключаемое оборудование).

Дальнейший активный процесс информатизации здравоохранения обусловил интеграцию возможностей информационных технологий и гармонизацию их применения в условиях отрасли. В настоящее время понятие «электронное здравоохранение» охватывает весь спектр услуг, систем и технологий, объединяющих здравоохранение и информационные технологии:

- электронные медицинские базы данных — персональные карты пациентов с возможностью доступа и передачи данных между различными специалистами здравоохранения, опцией оформления и передачи рецептов непосредственно фармацевту;
- телемедицина — удаленные консультации пациентов, а также консилиумы специалистов, в т.ч. телемониторинг различных жизненных параметров пациентов на расстоянии как часть самых разных этапов оказания медицинской помощи — диагностического, лечебного (для контроля за состоянием), профилактического и реабилитационного;
- мобильная телемедицина — использование мобильных устройств и приложений для обеспечения контроля над состоянием пациента — в настоящее время одна из самых актуальных задач как для практических врачей, так и для исследователей и самих пациентов; мониторинг жизненно важных функций и параметров пациента в реальном времени с возможностью непосредственного оказания медицинской помощи (посредством мобильной телемедицины);
- информационные технологии как здоровьесберегающий фактор — обучающие электронные ресурсы с популярной медицинской информацией, ориентированные как на здоровых людей, так и непосредственно на пациентов;
- информатизация в целях обеспечения непрерывного обучающего процесса — профессиональные программы и семинары обучающего характера, ресурсы, обеспечивающие своевременное представление лучших медицинских публикаций, современных рекомендаций или эпидемиологических данных (например, Medscape и MDLinx);
- виртуальное ассистирование и поддержка принятия решений в здравоохранении с использованием цифрового оборудования;
- информационный медицинский аудит и администрирование;
- информационные технологии в медицинских исследованиях — в вычислительных процессах для обработки больших массивов разнородных данных [9];
- программные решения планирования, управления в здравоохранении.

В современных условиях телемедицина как неотъемлемая часть электронного здравоохранения стремительно развивается. Однако интеграция возможностей информационных технологий электронного здравоохранения в клиническую практику происходит не так быстро.

Данная статья представляет собой обзор публикаций в области электронного здравоохранения и их анализ как с технической точки зрения, так и с точки зрения возможности построения интегрированной медицинской информационной системы. Кроме того, анализируются перспективы развития систем удаленного мониторинга состояния здоровья пациентов, а также недостатки существующих систем. Предлагаются варианты решения этих проблем.

В обзор включены публикации по следующим темам:

- организация удаленного сбора данных о пациентах;
- автоматический анализ клинических данных.

При отборе систем электронного здравоохранения учитывали следующие их характеристики:

- цели систем;
- взаимодействие пациентов и врачей;
- обучение и влияние на образ жизни — формирование здоровьесохраняющих стереотипов поведения (исключение курения, адекватная физическая активность и т.д.);
- самоконтроль здоровья.

### Современное состояние проблемы

В условиях высокой распространенности многих социально значимых болезней среди пациентов детской возрастной категории, неуклонного роста числа больных с хронической патологией важным представляется внедрение информационно-коммуникационных технологий в процесс взаимодействия врача и пациента с целью оптимизации оказания медицинской помощи. Однако в настоящее время как для врачей практического звена, так и для научных специалистов возможность использования технологий удаленного медицинского мониторинга (мобильной телемедицины) для ранней диагностики, контроля состояния пациента, оценки приверженности терапии отсутствует полностью либо крайне ограничена. Именно поэтому наиболее актуальным представляется решение задачи проектирования, разработки и внедрения ответственных мобильных телемедицинских систем.

В большинстве работ, посвященных телемедицине, авторы анализируют проблему с нескольких сторон и, как правило, отвечают на несколько вопросов из двух нижеприведенных групп.

- Исследование социальных и экономических аспектов телемедицины (оценка полезности):
  - какие именно функции телемедицинских систем необходимы;
  - вопросы обучения пользователей, в т.ч. пожилых;
  - влияние телемедицинских систем на качество жизни пациентов;
  - возможные и фактические экономические выгоды от внедрения телемедицинских систем.
- Представление информационных систем или архитектур:
  - системы удаленного сбора и хранения информации о здоровье пациента;
  - вопросы интеграции данных из различных источников, стандартизация;
  - вопросы удаленного взаимодействия врача и пациента;
  - интеллектуальный анализ данных с целью поддержки принятия решений, в т.ч. оперативного реагирования.

Возможные экономические и социальные выгоды — одна из причин развития телемедицины. Например, В. Holtz и соавт. представили обзор исследований, посвященных применению мобильных телефонов для наблюдения за больными диабетом. Используемые приложения для телефонов, помимо возможности обмена текстовыми сообщениями, включали дополнительные функции. Приложения разрабатывали под конкретное исследование, и они не реализовывали общепринятых стандартов. В различных исследованиях польза информационных технологий варьировала, но прослеживались

положительные изменения в содержании гликированного гемоглобина, общем самочувствии, уверенности и самоконтроле [10]. Однако в исследованиях не была учтена клиничко-экономическая составляющая использования мобильных телефонов, не проанализированы возможности внедрения этой формы телемедицинских технологий в практику. J. Wang и соавт. представлен обзор 16 статей, посвященных приложениям для смартфонов, предназначенным для поддержки больных диабетом, психическими расстройствами, избыточным весом, раком и т.п. [11]. По результатам обзора авторы пришли к заключению, что применение информационных технологий хотя бы частично помогает контролировать состояние здоровья пациентов с хронической патологией. Благодаря использованию телемедицинских технологий пациенты начинали чувствовать себя безопаснее, ощущали внимание врача, повышалась их приверженность рекомендациям, улучшался самоконтроль. Однако существующие в настоящее время информационные приложения не удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к системам удаленного мониторинга хронических больных. N. Pearsaud и соавт. провели апробацию приложения для планшетных компьютеров, обеспечивающего сбор жизненных показателей через подключаемые устройства, а также связь между врачом и пациентом в виде текстовых сообщений, у пожилых пациентов [12]. Были проведены обучающие курсы, и спустя 2 нед после начала использования телемедицинского комплекса пациенты смогли самостоятельно выполнять рекомендованные назначения. N. Archer и соавт. рассмотрели вопрос построения информационных систем для предоставления пользователям информации об их здоровье [13]. Авторы указывают на то, что по большей части системы ориентированы на врачей и не предполагают наличия «дружественного» интерфейса для обычных пользователей — пациентов. Согласно мнению авторов этой статьи, внедрение телемедицинских информационных систем приводит к значительной экономии средств бюджета здравоохранения, но к весьма незначительному улучшению качества медицинской помощи. R.F. Dixon и соавт. описана возможность катamnестического наблюдения пациентов с хронической патологией, выписанных после стационарного этапа на амбулаторное долечивание с помощью «виртуальных визитов» [14]. После выписки пациенты периодически заполняли специальный опросник на веб-сайте; результаты оценивал специалист. В итоге и пациенты, и врачи были удовлетворены как качеством оказанных услуг, так и количеством времени, затраченного на асинхронную телеконсультацию.

Большинство современных систем используют мобильные устройства (планшеты и смартфоны) под операционные системы Android или iOS) в качестве конечных узлов при взаимодействии с пользователем [12, 15–18]. Существуют также системы, использующие для тех же целей веб-интерфейс [14, 19, 20].

Существуют различные способы организации сбора жизненных показателей с помощью беспроводных локальных сетей [21–24]. Интегрированные в них датчики можно разделить на 2 группы: устройства, находящиеся на теле пациента, и устройства, устанавливаемые в жилых помещениях. К первой группе относятся тревожные кнопки, акселерометры, датчики пульса, частоты и объема дыхания, температуры тела, давления, пульсоксиметр, глюкометр, GPS-передатчик, а также имплантируемые устройства [25]. Вторая группа включает в себя датчики занятости кровати, концентрации газа, дыма, наличия

огня, датчики объема (выхода из помещения), веса. Различные комбинации этих датчиков позволяют оценивать уровень подвижности пациента, его общее физическое состояние, а в некоторых случаях — даже проводить специальную диагностику (например, определять начало эпилептического припадка с помощью датчика ритма дыхания и частоты пульса). Разработано и представлено приложение для смартфона, диагностирующее хронические болезни сердца и легких, в т.ч. хроническую обструктивную болезнь легких [26–29].

Удаленная коммуникация между врачом и пациентом обычно реализуется посредством текстовых сообщений [12, 16], голосовой или видеосвязи [16], своевременного оформления рецептов на лекарственные препараты [13, 30], напоминаний о выполнении рекомендаций [20], а также опросников [12, 14, 20]. Напоминания и опросники, как правило, составляют разработчики системы под различные случаи клинической практики.

Системы обычно строятся по трехзвенной архитектуре: сеть датчиков, локальное агрегирующее устройство (его роль зачастую выполняет смартфон) и центральный сервер. Локальное агрегирующее устройство отвечает за сбор и предварительную фильтрацию информации с датчиков, которая затем отправляется на центральный сервер [21, 31]. Аналогичным образом построены системы для стационаров [32–34].

S.T. Doherty и соавт. рассмотрена информационная система, состоящая из смартфона, сети беспроводных датчиков (GPS, ЭКГ, акселерометра и глюкометра) и центрального сервера [17]. Помимо сбора данных через датчики система предлагала пользователям заполнять дневник о составе и времени приема пищи. Апробация проведена с участием 40 пациентов в течение 3 сут. Среди проблем были выявлены следующие: нехватка емкости аккумулятора смартфона и пренебрежение пациентами необходимостью ведения дневника.

### Передача и анализ данных

Следующий важный момент — это организация процесса передачи данных с целью их хранения и анализа. Медицинская информационная система (МИС) с интегрированной в нее телемедицинской частью способна генерировать огромный поток данных. Подходы к решению этой проблемы включают простой анализ данных на локальном агрегирующем устройстве (смартфоне), сжатие и фильтрацию данных [18].

С целью упрощения интеграции различных компонентов от сторонних производителей для построения целостной МИС с учетом нужд конкретного лечебного заведения при разработке программной части применяется парадигма сервисно-ориентированного программирования [35–37]. Объектная модель данной предметной области имеет сложную структуру, поэтому для организации хранения данных естественно применять реляционные системы управления базами данных (СУБД), а для обмена информацией между разными системами — стандартизированные платформонезависимые протоколы, например, на основе языка разметки документов XML [38]. Следует также упомянуть систему MyOSCAR, ориентированную на интеграцию данных из нескольких источников и предоставление ее пациенту в удобной форме с возможностью управления правами доступа [30]. В качестве стандартов в этой области упоминаются Health Level 7 (Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM), разработанные в рамках инициати-

вы консорциума радиологов и ИТ-экспертов Integrating the Healthcare Enterprise [31].

С точки зрения интегрированности интеллектуального анализа данных с целью диагностики или прогнозирования обострений состояния пациента системы можно разделить на 3 группы:

- организующие сбор и не имеющие модуля анализа данных;
- не организующие сбора, но реализующие анализ данных для узкого спектра заболеваний;
- организующие сбор и реализующие анализ данных для узкого спектра заболеваний.

К первой группе относится подавляющее большинство указанных выше систем.

Ко второй группе можно отнести систему ALaRMS [39], предназначенную для прогнозирования риска наступления летального исхода при острых ситуациях в стационаре. В качестве рабочей модели применяется логистическая регрессия по возрасту, полу, набору диагнозов и данным лабораторных исследований в день поступления. Система, представленная A.G. Dunn и соавт., предназначена для оценки влияния отклонений от предписаний медицинских технологических процессов на неблагоприятные исходы в каждой конкретной клинике [40]. Задача решается с помощью многоагентного моделирования. Согласно позиции авторов, медицинские предписания могут быть нечетко сформулированы и, как результат, трактоваться по-разному. В ходе работы алгоритма генерируется множество возможных траекторий, по которым может пойти процесс лечения при различных нарушениях, и которые могут привести к нежелательным последствиям. При генерации траекторий различные варианты получаются за счет рассмотрения ошибок трех видов: умышленное отклонение, неумышленное отклонение и недопонимание (недополучена информация или сообщена неверная информация). Для каждого агента задается распределение вероятностей появления известных отклонений. Модель апробирована для анализа организационных причин возникновения неблагоприятных исходов, однако не применялась для прогнозирования возможных исходов, хотя авторы допускают такую возможность.

Третья группа — самая малочисленная. В первую очередь стоит упомянуть систему WANDA [15], ориентированную на наблюдение за пациентами с сердечной недостаточностью. Во время апробации системы пациенты пользовались весами, тонометрами, датчиками физической активности, соединенными со смартфоном по протоколу Bluetooth. На смартфон было установлено приложение, входящее в состав WANDA. Предсказание изменения состояния больных (улучшение или ухудшение симптомов) осуществлялось с помощью известных методов машинного обучения для классификации и регрессии (наивный Байесовский классификатор, «пять ближайших соседей», логистическая регрессия, метод голосования по интервалам признаков, деревья решений C 4.5 и др.). Признаковое пространство содержало такие характеристики эмпирических распределений вероятностей, как дневное изменение систолического и диастолического кровяного давления, дневное изменение веса, а также их вторые моменты, рассчитанные за более длительный период (3 и 7 сут). В качестве исходных данных для формирования эталонных значений самочувствия использовали результаты ежедневных опросов, а в качестве метрик качества — уровень ошибок первого и второго рода. V. Nepov и соавт. представлена одна из первых систем в области телемедицины, предназначенная

для сбора и анализа показателей пациентов нейрохирургических стационаров [19]. Система помогает врачам принимать решения, предоставляя функции специализированного поиска по истории болезни. В работе П.Е. Григорьева и соавт. рассмотрен аппаратно-программный комплекс мониторинга общего состояния человека, учитывающий разнообразные показатели: от активности нервной системы до гемодинамики [41]. E. Vavrinsky и соавт. описывается система поддержки принятия решений для удаленного мониторинга. В качестве исходных данных используют как сети датчиков, так и опросники и электронные медицинские карты [23]. В качестве рабочей модели применяют производственные правила. В ряде исследований проанализирована возможность интеграции системы удаленного мониторинга в решения класса «умный дом» [22, 42–45].

Исследование, проведенное Центром технологий по уходу за пожилыми людьми (Leading Age: Center for Aging Services Technologies) [46], указывает на следующие главные проблемы внедрения телемедицинских информационных систем:

- высокая стоимость, в т.ч. ввиду необходимости закупки специального оборудования;
- административная проблема в виде необходимости обучения и мотивирования как персонала, так и пациентов;
- отсутствие единой архитектуры, стека протоколов и, самое главное, аппаратно-программной платформы для интеграции систем на всех этапах процесса — от сбора данных до ее обработки, принятия решения и обратной связи с пациентом; это, в свою очередь, влечет необходимость специальной интеграции нескольких систем для каждого лечебного заведения с учетом его специфики (что также дополнительно увеличивает стоимость).

На вышеобозначенные проблемы указывают и авторы других работ [13].

Для уменьшения стоимости внедрения телемедицинских систем N. Persaud и соавт. предлагают размещение смартфонов с набором датчиком в общественных местах, чтобы пациентам не приходилось покупать все оборудование [12]. Однако такая схема применима в основном в лечебно-профилактических организациях (несколько точек сбора показателей на корпус или этаж), а также только для пациентов, способных самостоятельно передвигаться.

В России активно ведутся разработки в области удаленного мониторинга здоровья. Одной из них является сервис «Медархив» [47], который предназначен для информационной поддержки деятельности врачей и работает как площадка обмена медицинской информацией между врачом и пациентом. Одним из сервисов является удаленный сбор медицинской информации о пациенте. Сбор данных осуществляется путем заполнения персональных медицинских карт с помощью веб-портала или мобильных приложений. «Медархив» имеет возможность работать с двумя устройствами телемониторинга — кардиографом и тонометром. При обращении к разработчикам сервиса существует опция подключения и других устройств. В итоге врач может в удобном для него виде просматривать всю информацию о своих пациентах, включая динамику изменения показателей. Оценку состояния здоровья пациента на основе полученной информации врач делает самостоятельно.

Разработки в области удаленного мониторинга состояния здоровья ведутся также и компанией «ФОБОС» [48]. Для удаленного мониторинга был разработан аппаратно-

программный комплекс СИМОНЗ, предназначенный для удаленного мониторинга основных показателей здоровья человека с использованием беспроводных измерительных устройств, средств регистрации и передачи данных. Эта система работает с устройствами под управлением операционной системы Android 4.0+. С помощью СИМОНЗ можно фиксировать следующие параметры:

- артериальное давление;
- концентрацию глюкозы в сыворотке крови;
- насыщенность гемоглобина кислородом;
- температуру тела;
- ЭКГ;
- ЭЭГ;
- результаты пикфлоуметрии.

Группа компаний «АйТи» занимается разработкой системы дистанционного мониторинга здоровья «Монитор здоровья» [49]. Система предназначена для мониторинга пациентов с обострением сердечно-сосудистых и эндокринных заболеваний. Эта система может быть использована для решения следующих задач:

- мониторинг состояния здоровья пациентов с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы;
- мониторинг состояния здоровья пациентов с сахарным диабетом 1-го и 2-го типа;
- послеоперационное наблюдение;
- мониторинг пациентов с нефрологическими заболеваниями;
- мониторинг состояния здоровья больных, которым оказывается паллиативная медицинская помощь;
- ведение беременности.

Система может быть внедрена в медицинское учреждение или использоваться как удаленный сервис.

Компания «ФОРС» разработала платформу REMSMED для удаленного взаимодействия между врачами и пациентами [50]. Эта платформа включает в себя следующие компоненты:

- единый портал с доступом врачей и пациентов (содержит данные о состоянии здоровья пациентов и рекомендации врачей по их лечению);
- мобильное приложение для iOS и Android;
- многоканальную систему взаимодействия пользователей — текстовые сообщения, видео-конференцсвязь и документы (ЭКГ, УЗИ, рентгеновские снимки, результаты лабораторных исследований и т.д.);
- настраиваемую систему напоминаний о необходимых действиях пациента и предупреждений о тревожных

состояниях с доставкой уведомлений по электронной почте и SMS;

- настраиваемую экспертную систему предупреждений врачу о необходимости обратить внимание на пациента;
- систему интеграции с персональными медицинскими измерительными приборами;
- систему интеграции с МИС, используемой в лечебном учреждении.

Возможные сферы применения — кардиология, эндокринология, ведение беременности, педиатрия, сомнология, травматология, спортивная и профилактическая медицина.

Таким образом, обзор работ по теме подтверждает необходимость разработки технологической платформы для построения систем удаленного мониторинга, обладающей следующими характеристиками:

- модульная архитектура для упрощения интеграции с различными медицинскими информационными системами и сетями сбора жизненных показателей;
- аналитический модуль с возможностью достаточно простой настройки на мониторинг и управление рисками изменения состояния здоровья пациентов с широким спектром заболеваний.

### Архитектура системы мониторинга здоровья

Элементы архитектуры системы мониторинга здоровья представлены на рис.

Основными действующими лицами в системе являются врач, пациент и эксперт. Задача пациента — вовремя отправлять данные о состоянии своего здоровья. Сбор данных осуществляется путем заполнения пациентом специальных дневников: дневника здоровья, пищевого дневника и др. Информация, необходимая для контроля состояния здоровья пациента, вводится через интерфейс пользователя либо пациентом вручную, либо с помощью специальных медицинских устройств (мини-кардиограф, устройство для считывания значения артериального давления и др.). Эти устройства должны иметь сертификат, позволяющий использовать их в Российской Федерации, и возможность синхронизации с мобильным устройством. Взаимодействие с этими устройствами настраивают при помощи подсистемы синхронизации с медицинскими устройствами. Вся введенная пользователем информация сохраняется на сервере медицинского учреждения с помощью подсистемы удаленного сбора данных. Контролем своевременного сбора данных от пациентов и их обработкой занимается подсистема контроля состояния пациента. Через подсистему пациенту высылают уведомление о необходимости заполнить его электронные дневники в случаях, если он не делает этого вовремя. Оценку состояния больного осуществляют с использованием набора правил, который хранится в базе знаний. Если наблюдается незначительное ухудшение состояния больного, не требующее обращения к специалисту, то пациенту высылают рекомендации о том, что нужно сделать для улучшения состояния. Если состояние пациента требует обращения к врачу, ему отправляют уведомление о необходимости очной консультации со специалистом. Если возникает ситуация, требующая некоторых активных действий со стороны лечащего врача, то врач получает уведомления об этом. Все уведомления и рассылки осуществляются через подсистему уведомлений.

Ознакомиться с данными о состоянии здоровья пациента врач может с помощью интерфейса пользователя

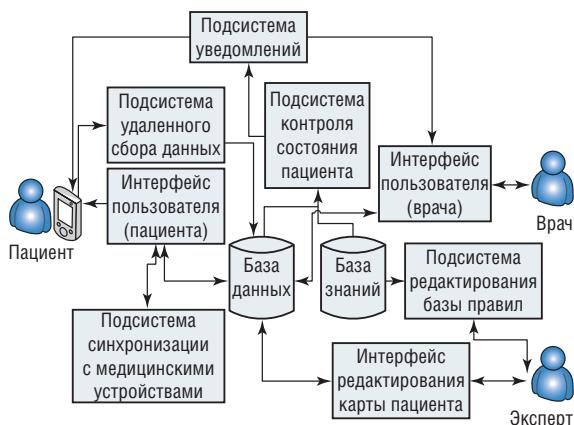


Рис. Общая архитектура системы мониторинга здоровья.

(врача). В отличие от интерфейса пользователя для пациента врачу предоставляется более полная информация о состоянии здоровья больного, включая динамику изменений значений отдельных параметров. Интерфейс пользователя (врача) предоставляет специалисту ряд инструментов для проведения очной консультации. В качестве таких инструментов выступают различные шкалы, калькуляторы и др. Они подбираются в соответствии с заболеванием пациента, а результаты исследований и расчетов записываются в базу данных.

Редактированием базы знаний и карт пациента занимается эксперт. Подсистема редактирования базы правил предоставляет эксперту набор инструментов для редактирования и тестирования правил, хранящихся в базе знаний. С помощью интерфейса редактирования карты пациента эксперт может редактировать параметры пациента, за которыми необходимо следить пациенту, создавать дневники, вводить шкалы и параметры, с которым работает врач во время очной консультации.

В дополнение ко всем описанным функциям в систему мониторинга здоровья добавляется возможность интеграции с МИС, установленной в медицинском учреждении. Возможность интеграции добавляется в интерфейс пользователя врача на тот случай, если врачу понадобится получить информацию из МИС.

### Заключение

Обзор основных разработок в области удаленного мониторинга здоровья пациентов показал, что несмо-

тря на достаточно большое число существующих систем удаленного мониторинга здоровья пациентов, почти все они обеспечивают только сбор данных о состоянии пациента, тогда как вся аналитическая часть ложится на плечи врача. Также продемонстрировано, что почти все современные разработки ориентированы на пожилых и взрослых людей. Помимо обзора существующих разработок в области удаленного мониторинга предложена архитектура интеллектуальной системы мониторинга и анализа здоровья пациентов. В предложенной архитектуре кроме функции сбора информации о пациенте также имеется подсистема контроля состояния пациента, предназначенная для автоматической оценки состояния. Дальнейшим перспективным направлением работ в этой области является разработка прототипа системы удаленного мониторинга состояния здоровья пациентов, ориентированной не только на взрослых и пожилых людей, но и на детей.

### Конфликт интересов

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 13-04-12055 «Разработка моделей, алгоритмов и экспериментальных программных средств комплексной системы подготовки индивидуальных программ управления рисками возникновения заболевания и анализа состояния здоровья на основе технологий удаленного медицинского мониторинга (на примере педиатрии)».

### ЛИТЕРАТУРА

- Vincenzo D.M. What is e-Health (2): The death of telemedicine? *J. Med. Int. Res.* 2001; 3 (2): 22.
- International Telecommunication Union. Implementing e-Health in Developing Countries: Guidance and Principles. *Geneva: ITU.* 2008. URL: [http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health\\_prefinal\\_15092008.PDF](http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health_prefinal_15092008.PDF). Geneva: ITU; 2008. URL: [http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health\\_prefinal\\_15092008.PDF](http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/e-Health_prefinal_15092008.PDF) (available: 16.10.2014).
- HIMSS SIG develops proposed e-Health definition. *HIMSS News.* 2003; 13 (7): 12.
- Eysenbach G. The role of e-Health and consumer health informatics for evidence-based patient choice in the 21st century. *Clin. Dermatol.* 2001; 19 (1): 11–17.
- Ball M.J., Lillis J. E-Health: transforming the physician/patient relationship. *Int. J. Med. Inform.* 2001; 61 (1): 1–10.
- Pagliari C., Sloan D., Gregor P., Sullivan F., Detmer D., Kahan J., Oortwijn W., MacGillivray S. What Is e-health (4): A Scoping Exercise to Map the Field. *J. Med. Int. Res.* 2005; 7 (1): 9.
- Ahern D.K., Kreslake J.M., Phalen J.M., Bock B. What is e-Health (6): Perspectives on the Evolution of e-Health Research. *J. Med. Inter.Res.* 2006; 8: e4.
- Oh H., Rizo C., Enkin M., Jadad A. What is e-Health (3): A Systematic Review of Published Definitions. *J. Med. Int. Res.* 2005; 7 (1) 32–40.
- Fingberg J., Hansen M., Hansen M., Krasemann H., Lo L.I., Probst T., Wright J. Integrating Data Custodians in e-Health Grids: A Digest of Security and Privacy Aspects. *GI Jahrestagung.* 2006; 1: 695–701.
- Holtz B., Lauckner C. Diabetes management via mobile phones: a systematic review. *Telemedicine and e-Health.* 2012; 18 (3): 175–184.
- Wang J., Wang Y., Wei C., Aaron N., Yuan A., Shan Y., Yuan C. Smartphone Interventions for Long term Health Management of Chronic Diseases. *Telemedicine and e-Health.* 2014, 20 (6): 570–583.
- Persaud N., Moffitt G., Kravette K., DeRoss A., Jean F., Gaur C., Gaur D. Wellness for older adults: Usability and benefits of telehealth monitoring. In: Proceedings of Student-Faculty Research Day, CSIS, Pace University. NY: *White Plains.* 2013. Retrieved from <http://csis.pace.edu/~ctappert/srd2013/a5.pdf> (Available: 16.10.2014).
- Archer N., Fevrier-Thomas U., Lokker C., McKibbin S. Straus Personal health records: a scoping review. *J. Am. Med. Inform. Association.* 2011; 18 (4): 515–522.
- Dixon R.F., Rao L. Asynchronous Virtual Visits for the follow up of Chronic Conditions. *Telemedicine and e-Health.* 2014, 20 (7): 669–672.
- Lan M., Samy L., Alshurafa N., Suh M, Ghasemzadeh H., Macabasco-O'Connell A., Sarrafzadeh M. WANDA: An end-to-end remote health monitoring and analytics system for heart failure patients. Proceedings of the Conference on Wireless Health. 2012. P. 11–19.
- Spaulding R. Kansas Care: e-Health Clinic Appointments Using iPad Minis between Multiple Professionals and Complex Patients in their Homes. *Am. Telemedicine Association.* 2012. URL: <http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/telemedicine-case-studies/case-study-full-page/kansas-icare-mhealth-clinic-appointments-using-ipad-minis-between-multiple-professionals-and-complex-patients-in-their-homes#.VD98VnVILmi> (Available: 16.10.2014).
- Doherty S.T., Oh P. A multi-sensor monitoring system of human physiology and daily activities. *Telemedicine and e-Health.* 2012; 18 (3): 185–192.
- Lee Y.G., Jeong W.S., Yoon G. Smartphone-based mobile health monitoring. *Telemedicine and e-Health.* 2012; 18 (8): 585–590.

19. Nenov V., Klopp J. Remote analysis of physiological data from neurosurgical ICU patients. *J. Am. Med. Inform. Association.* 1996; 3 (5): 318–327.
20. Magrabi F., Lovell N.H., Huynh K., Celler B.G. Home telecare: system architecture to support chronic disease management. Engineering in Medicine and Biology Society. Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual International Conference. *Amherst.* 2001. P. 3559–3562.
21. Mazzù M., Scalvini S., Giordano A., Frumento E., Wells H., Lokhorst K., Glisenti F. Wireless accessible sensor populations for monitoring biological variables. *J. Telemed. & Telecare.* 2008; 14 (3): 135–137.
22. Valero M.A., Vadillo L., Penalver A., Pau I. An implementation framework for smart home telecare services. *Future Generation Communication and Networking.* 2007; 2: 60–65.
23. Vavrinskya E., Teleka P., Donovalb M., Sladeka L., Daricekb M., Horineka F., Donovala D. Sensor system for wireless bio-signal monitoring. *Procedia Chemistry.* 2012; 6: 155–164.
24. Depari A., Flammini A., Rinaldi S., Vezzoli A. A portable multi-sensor system for non-invasive measurement of biometrical data. *Procedia Engineering.* 2012; 47: 1323–1326.
25. Бокерия О.Л., Испирян А.Ю. Мониторинг хронической сердечной недостаточности на дому. *Анналы аритмологии.* 2012; 2: 14–22.
26. Juen J., Cheng Q., Prieto-Centurion V., Krishnan J., Schatz B. Health Monitors for Chronic Disease by Gait Analysis with Mobile Phones. *Telemedicine and e-Health.* 2014; 20 (14): 1035–1041.
27. Winters J., Wang Y. Wearable Sensors and Telerehabilitation. *Engineering Med. & Biol.* 2003; 3: 56–65.
28. Prado M., Roa L., Reina-Tosina J. Virtual Center for Renal Support: Technological Approach to Patient Physiological Image. *Transact. Biomed. Engineering.* 2002; 49 (12): 1420–1430.
29. Paradiso R., Loriga G., Taccini N. A Wearable Health Care System Based on Knitted Integrated Sensors. *Transact. Inform. Technol. Biomed.* 2005; 9 (3): 337–344.
30. Chan D., Howard M., Dolovich L., Bartlett G., Price D. Revolutionizing patient control of health information. *Canadian Family Physician.* 2013; 59 (8): 823–824.
31. Stead L.F., Perera R., Lancaster T. Telephone counselling for smoking cessation. *Cochr. Database Syst. Rev.* 2013; 8: 2850.
32. Casas A., Troosters T., Garcia-Aymerich J., Roca J., Hernández C., Alonso A., Pozo F., de Toledo P., Antó J.M., Rodríguez-Roisín R., Decramer M. Integrated care prevents hospitalisations for exacerbations in COPD patients. *Eur. Respir. J.* 2006; 28: 123–130.
33. Hernandez C., Casas A., Escarrabill J., Alonso J., Puig-Junoy J., Farrero E., Vilagut G., Collvinent B., Rodriguez-Roisin R., Roca J. Home hospitalisation of exacerbated chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur. Respir. J.* 2003; 21: 58–67.
34. Ascom telecare IP Decentralized Architecture and Decision Logic. Ascom Information Sheet. 2008. URL: [http://www.ascom.fr/fr/ascom\\_telecare\\_ip\\_insert\\_081209.pdf](http://www.ascom.fr/fr/ascom_telecare_ip_insert_081209.pdf) (Available: 16.10.2014).
35. Ohe K. A hospital information system based on Common object request broker architecture (CORBA) for exchanging distributed medical objects an approach to future environment of sharing healthcare information. *Studies Health Technol. Inform.* 1997; 52: 962–964.
36. Vázquez-Leal H., Castañeda-Sheissa R., Martínez-Campo R., Blázquez-Domínguez C., Hernández-Martínez L. Implementation of a large scale hospital information infrastructure for multi-unit health care services. *J. Telemed. Telecare.* 2008; 14 (3): 164–166.
37. Hsieh S.H., Hsieh S.L., Cheng P.H., Lai F. E-Health and healthcare enterprise information system leveraging service oriented architecture. *Telemed. & e-Health.* 2012; 18 (3): 205–212.
38. Yoo S., Kim B., Park H., Choi J., Chun J. Realization of real-time clinical data integration using advanced database technology. *AMIA Annu Symp Proc.* 2003. P. 738–742.
39. Tabak Y.P., Sun X., Nunez C.M., Johannes R.S. Using electronic health record data to develop inpatient mortality predictive model: Acute Laboratory Risk of Mortality Score (ALaRMS). *J. Am. Med. Inform. Association.* 2013; 21 (3): 455–463.
40. Dunn A.G., Ong M.S., Westbrook J.I., Magrabi F., Coiera E., Wobcke W. A simulation framework for mapping risks in clinical processes: the case of in-patient transfers. *J. Am. Med. Inform. Association.* 2011; 18 (3): 259–266.
41. Григорьев П.Е., Килесса, Г.В., Хорсева Н.И., Овсянникова Н.М. Информационно-программное обеспечение для комплексного мониторинга и экспресс-тестирования психофизиологического состояния человека. *Кибернетика и вычислительная техника.* 2012; 167: 75–86.
42. Rutledge C.M., Haney T., Bordelon M., Renaud M., Fowler C. Telehealth: preparing advanced practice nurses to address healthcare needs in rural and underserved populations. *Int. J. Nurs. Edu. Scholarsh.* 2014; 11 (1): 1–9.
43. Schlachta-Fairchild L., Varghese S., Deickman A. Telehealth and telenursing are live: APN policy and practice implications. *J. Nurse Practitioner.* 2010; 6: 98–106.
44. Roca J., Garasen H., Grism A., Meya M., Alonso A., Gorman J., Burgos F., Hernández C., Barberan A., Cano I., Vontetsianos T., Milsis A., Vogiatzis G., Rovira J., Pellisé L., Ibern P., Garcia-Altés A., Codagnone Cristiano, Martínez-Roldan J. NEXES: supporting healthier and independent living for chronic patients and elderly. URL: [http://www.nexeshealth.eu/media/pdf/nexes\\_final\\_report.pdf](http://www.nexeshealth.eu/media/pdf/nexes_final_report.pdf) (Available: 16.10.2014).
45. Mallow J., Theeke L., Barnes E., Whetsel T., Mallow B. Using mHealth tools to improve rural diabetes care guided by the chronic care model. *Online J. Rural Nurs. Health Care.* 2014; 14: 43–65.
46. Leading Age CAST. Telehealth and Remote Patient Monitoring Provider Case Studies 2013. URL: [http://www.leadingage.org/uploadedFiles/Content/About/CAST/Resources/2013\\_CAST\\_Telehealth\\_and\\_Remote\\_Patient\\_Monitoring\\_\(RPM\)\\_Case\\_Studies.pdf](http://www.leadingage.org/uploadedFiles/Content/About/CAST/Resources/2013_CAST_Telehealth_and_Remote_Patient_Monitoring_(RPM)_Case_Studies.pdf) (Available: 16.10.2014).
47. Медархив. 2014. URL: <http://medarhiv.ru/> (дата обращения: 16.10.2014).
48. Система удаленного мониторинга. 2014. URL: <http://www.fobosmed.ru> (дата обращения: 16.10.2014).
49. Система удаленного мониторинга «Монитор здоровья». 2014. URL: <http://zdrav24.ru> (дата обращения: 16.10.2014).
50. Система удаленного мониторинга REMSMED. 2014. URL: <http://www.fors.ru> (дата обращения: 16.10.2014).

#### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Намазова-Баранова Лейла Сеймуровна**, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора — директор НИИ ПП и ВЛ Научного центра здоровья детей

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2, стр. 1, тел.: +7 (495) 967-14-14, e-mail: [namazova@nczd.ru](mailto:namazova@nczd.ru)

**Суворов Роман Евгеньевич**, аспирант лаборатории 0-2 «Динамические интеллектуальные системы» Института системного анализа РАН

Адрес: 117312, Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 9, тел.: +7 (499) 135-90-20, e-mail: [rsuvorov@isa.ru](mailto:rsuvorov@isa.ru)

**Смирнов Иван Валентинович**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории 0-2 «Динамические интеллектуальные системы» Института системного анализа РАН

Адрес: 117312, Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 9, тел.: +7 (499) 135-90-20, e-mail: [ivs@isa.ru](mailto:ivs@isa.ru)

**Молодченков Алексей Игоревич**, инженер-исследователь лаборатории 0-2 «Динамические интеллектуальные системы» Института системного анализа РАН

Адрес: 117312, Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 9, тел.: +7 (499) 135-73-10, e-mail: [aim@isa.ru](mailto:aim@isa.ru)

**Антонова Елена Вадимовна**, доктор медицинских наук, заведующая отделом прогнозирования и планирования научных исследований Научного центра здоровья детей

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, тел.: +7 (495) 967-15-66, e-mail: [antonova@nczd.ru](mailto:antonova@nczd.ru)

**Вишнёва Елена Александровна**, кандидат медицинских наук, заведующая отделом стандартизации и клинической фармакологии Научного центра здоровья детей

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, тел.: +7 (499) 134-03-92, e-mail: [vishneva@nczd.ru](mailto:vishneva@nczd.ru)

**Смирнов Владимир Иванович**, кандидат экономических наук, заместитель директора по информационным технологиям НИИ ППиВЛ Научного центра здоровья детей

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, тел.: +7 (499) 134-23-96, e-mail: [support@nczd.ru](mailto:support@nczd.ru)