

Е.С. ТАРАНТОВА, К.В. МАКАРОВ

**Проектирование информационной  
системы для проведения  
телереабилитации**

УДК 004.9

Муромский институт  
(филиал) ФГБОУ ВО  
«Владимирский  
государственный  
университет имени  
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г. Муром

*В статье предлагается проект телереабилитационной системы с учетом сформулированных требований и критериев. Приведена структура телереабилитационной системы и описан функционал программного обеспечения.*

### **Введение**

Реабилитация людей является важной задачей на сегодняшний день, так как при различных заболеваниях и состояниях пациента все реабилитационные мероприятия (РМ) направлены на максимальное восстановление качества жизни пациента. Большинство пациентов проходят реабилитационную программу (РП) после операции, болезни или травмы для восстановления двигательной активности, поэтому в большинстве случаев к средствам реабилитации относят физические упражнения. Именно они позволяют вернуть человека к прежней жизни. В качестве упражнений в реабилитации используются динамические движения: дозированная ходьба, бег, прыжки, ходьба по лестнице, езда на велосипеде; а для отдыха – статические позы: стоит, сидит, лежит. Окружающая среда пациента также играет роль в его восстановлении.

### **Постановка задачи**

Телереабилитация – комплекс реабилитационных мероприятий, которые предоставляются пациенту дистанционно посредством телекоммуникационных и компьютерных технологий [1].

Телереабилитация подразумевает постоянный мониторинг данных о физической активности человека, мониторинг его функционального состояния, контроль правильности выполнения программы РМ, коррекцию РП, оценку изменений в состоянии пациента.

Дистанционное выполнение РП позволит использовать позитивные элементы естественной среды жизни пациента для его скорейшего восстановления, снизить количество транспортировок пациента в поликлинику, сократить финансовые затраты пациента, повысить уровень реабилитации в городах и сельской местности, где не хватает квалифицированных специалистов.

Таким образом, актуальной является разработка телемедицинской системы, позволяющей с помощью доступных устройств, с одной стороны принимать информацию о состоянии пациента и передавать ее врачам для анализа в графическом виде, а с другой – передавать пациентам врачебные рекомендации, напоминать о выполнении физических упражнений в рамках РМ. Одним из требований к инструментальным средствам мониторинга физической активности является их мобильность.

### **Обзор систем-аналогов**

В [2] приводится описание системы дистанционного мониторинга здоровья на основе носимых датчиков.

Для сбора физиологических данных и данных о физической активности человека используются датчики, которые позволяют контролировать состояние пациента. Датчики размещаются в зависимости от цели мониторинга. Беспроводная связь используется для передачи данных на мобильный телефон и обратно удаленному центру через Интернет. Таким образом, врачи могут дистанционно контролировать состояние пациента.

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций система посылает сигнал тревоги членам семьи и в поликлинику. Члены семьи и лица, осуществляющие уход, получают предупреждения и в случае, когда пациент нуждается в помощи.

Для мониторинга состояния пациента необходимо, чтобы собранные данные передавались на удаленный сервер для анализа.

При проведении домашнего мониторинга, данные могут передаваться на удаленный сервер через Интернет. Кроме того, наличие мобильного интернета означает, что мониторинг здоровья можно осуществлять и за пределами домашней обстановки.

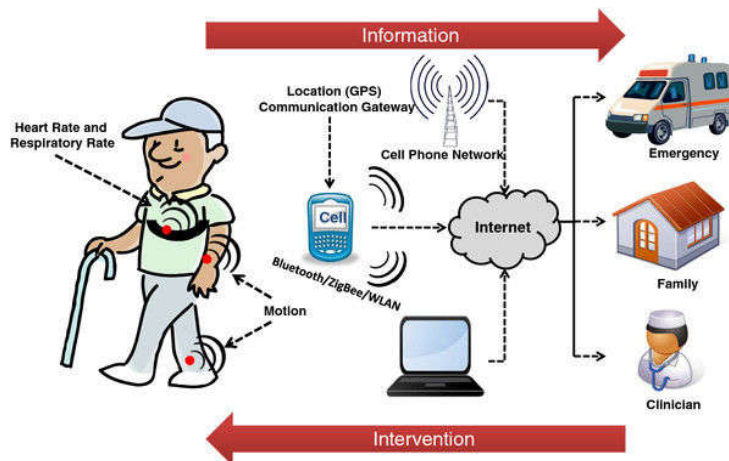


Рис. 1. Система дистанционного мониторинга здоровья [2]

В [3] решают подобную задачу и предлагают модульную систему мониторинга активности. Базовая система состоит только из акселерометра и гироскопа, которые входят в состав смартфона. Смартфон должен располагаться на поясе пациента. В зависимости от цели мониторинга могут быть также добавлены датчики с другими функциональными возможностями.

Основной целью мобильной платформы является мониторинг повседневной активности пациента путем сбора и обработки данных с датчиков. Также смартфон позволяет обеспечить мгновенную обратную связь с врачом.

Для решения своих задач врач использует веб-приложение, которое позволяет ему просматривать и редактировать записи пациента, определять индивидуальную программу РМ для пациентов, определять и загружать учебные материалы для каждого из своих пациентов, просматривать сводку выполненных действий пациента в течение дня.

В [4] проектируют систему мониторинга состояния здоровья пациентов с обструктивными заболеваниями легких.

Предлагаемая архитектура системы представляет собой классическую трехзвенную архитектуру, состоящую из клиентской части (мобильное приложение пациента) и серверной части.

Серверная часть включает сервер приложения автоматизированного рабочего места (АРМ) медицинского персонала и сервер базы данных.

На сервере приложений производится анализ и обработка данных согласно заложенным алгоритмам.

Результаты сравнения аналогов по выделенным критериям сведены в таблицу 1. Ни одна из систем целиком не удовлетворяет заявленным критериям. В проектируемой системе будут учтены все необходимые требования.

Таблица 1

**Результаты сравнения аналогов с проектируемой системой**

<b>Сравниваемые разработки</b> <b>Критерии сравнения</b>	<b>S. Patel, H. Park, P. Bonato [2]</b>	<b>Attila Reiss [3]</b>	<b>Глазова Анна Юрьевна [4]</b>	<b>Проектируемая система</b>
Дистанционный контроль над пациентом	+	+	+	+
Мониторинг на основе носимых датчиков	+	+	+	+
Уведомления пользователей о ходе лечения	+	+	-	+
Возможность крепления датчиков в различные места	-	-	-	+
Возможность оперативного взаимодействия с врачом	+	-	+	+
Возможность формирования врачом индивидуальной программы лечения	-	+	-	+
Автоматический сбор данных с датчиков	+	-	-	+
Визуализация результатов мониторинга	-	+	-	+
Сбор и хранение личных данных о пациенте	-	+	+	+

Таким образом, с точки зрения современных тенденций в развитии телемедицинских систем интерес представляет мониторинг показателей с помощью носимых устройств.

В качестве устройства для распознавания физической активности в [2] и [3] применяется смартфон, который включает в себя акселерометр и гироскоп. В зависимости от цели мониторинга могут быть добавлены дополнительные датчики.

Использование смартфона удобно при проведении телереабилитации, так как его можно использовать не только для распознавания физической активности пациента, но и для уведомления о необходимости выполнения РМ, их изменениях, общения с врачом, и в целом для осуществления обмена данными между системой и пациентом.

В [3, 4] используется клиент-серверная архитектура, состоящая из мобильного приложения пациента и серверной части, включающей в себя веб-приложение и сервер базы данных.

### Структура информационной системы

В основу проектирования структуры телереабилитационной системы будут положены результаты обзора систем-аналогов. Обобщенная схема телереабилитационной системы представлена на рисунке 2.

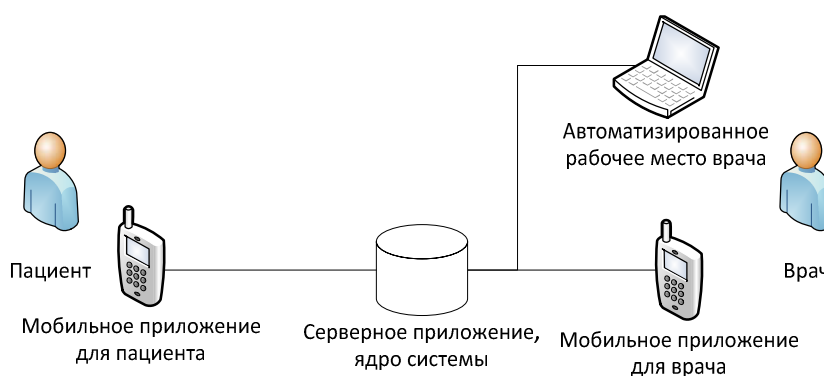


Рис. 2. Обобщенная схема телереабилитационной системы

Пациент, после личного посещения поликлиники и постановки диагноза, имеет возможность зарегистрироваться в системе. При регистрации пациент должен будет внести в систему необходимые личные данные, выбрать лечащего врача и указать диагноз.

После регистрации у пользователя системы будет логин и пароль, которые он будет использовать при входе в свой личный кабинет.

Программное обеспечение сервера представляет собой многопользовательское веб-приложение с реляционной базой данных. Пациент и врач после авторизации имеют определенный уровень доступа к записям, хранящимся на сервере.

Пациент и врач в любой момент времени имеют возможность редактировать личные данные, добавить недостающие сведения и удалить личный кабинет.

Врач на своем АРМ знакомится с диагнозом и личными данными пациента. После этого врач формирует индивидуальную программу медицинской реабилитации для пациента.

Данные с АРМ врача (запланированные РМ в рамках РП) синхронизируются с данными на сервере.

Мобильное приложение пациента после процедуры синхронизации с сервером получает РМ.

Пациент, закрепив смартфон на теле, выполняет назначенные врачом РМ. Модуль классификации физической активности в мобильном приложении пациента по показаниям акселерометра и гироскопа распознает, какой вид физической активности выполняет пациент. Смартфон синхронизируется с базой данных и осуществляет передачу выполненного вида активности и времени ее выполнения. После выполнения РМ пациент ставит оценку своей физической нагрузки.

Опираясь на классифицированный вид физической активности, врач может контролировать выполнение пациентом РМ, то есть степень соответствия между поведением пациента и РМ.

По полученной оценке физической нагрузки пациента врач может оценивать эффективность РП. После завершения РП врач заполняет карту пациента.

В таблице 2 представлены основные функции мобильного и серверного приложений.

Функционал программного обеспечения системы

<b>Функции мобильного приложения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получение РМ;</li> <li>– автоматический сбор данных с датчиков;</li> <li>– расчет признаков для классификации активности;</li> <li>– классификация активности;</li> <li>– обмен сообщениями;</li> <li>– уведомления пользователя о ходе лечения;</li> <li>– сбор и хранение данных;</li> <li>– отображение данных о пользователе;</li> <li>– визуализация хода выполнения РМ;</li> <li>– визуализация шкалы физической нагрузки.</li> </ul>
<b>Функции серверного приложения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сбор результатов мониторинга;</li> <li>– сбор и хранение данных;</li> <li>– анализ результатов мониторинга;</li> <li>– визуализация результатов мониторинга;</li> <li>– формирование предупреждений пациенту в случае некорректного выполнения РМ.</li> </ul>

Для обеспечения данного функционала была спроектирована структура системы, которая представлена на рисунке 3.

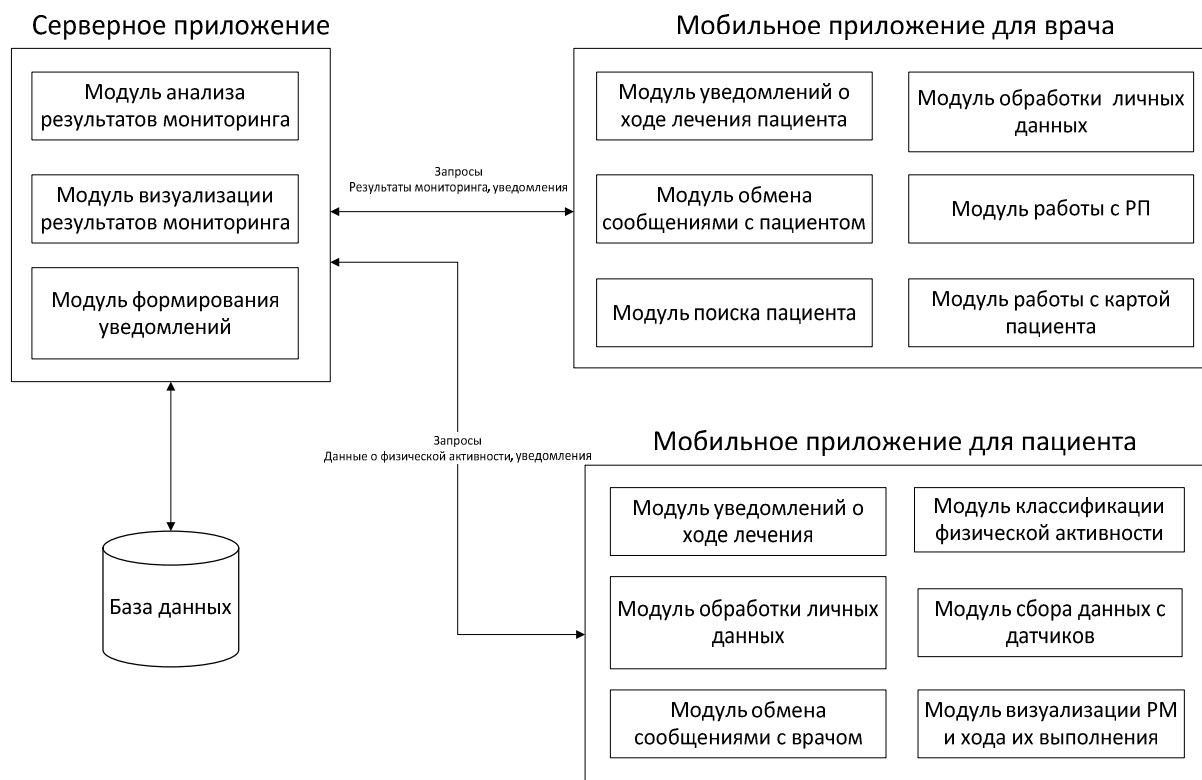


Рис. 3. Структура телереабилитационной системы

## Заключение

Таким образом, была спроектирована информационная система мониторинга данных о физической активности человека при проведении телереабилитации с помощью носимых устройств.

В качестве устройства для мониторинга физической активности было решено использовать смартфон, в состав которого входят акселерометр и гироскоп.

В состав программного обеспечения системы будут входить мобильные приложения для врача и пациента, а также серверное приложение.

Описан функционал программного обеспечения с учетом сформулированных требований к телереабилитационной системе. Спроектирована структура системы и описан сценарий прохождения реабилитации с помощью данной системы.

Телереабилитационная система позволит повысить оперативность контроля проведения реабилитации людей, повысить качество предоставления реабилитационных услуг, снизить финансовые затраты на реабилитацию и уровень смертности.

## Литература

1. Владзимирский А.В., Лебедев Г.С. Телемедицина.-М.: ГЭОТАР – Медиа, 2018. 576 с
2. S. Patel, H. Park, P. Bonato, L. Chan and M. Rodgers “A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation,” *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2012 - <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-21>.
3. Attila Reiss. Personalized mobile physical activity monitoring for everyday life: Thesis for the Degree of Doctor of Engineering, September 2013.
4. Глазова Анна Юрьевна. Система и метод мониторинга пациентов с хроническими обструктивными заболеваниями легких: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург 2017.