

## ИНФОКОММУНИКАЦИИ

# Применение инфокоммуникационных технологий в системах удаленного ухода за больными с умственными ограничениями

## Information and communication technologies application in remote care systems for patients with intellectual disabilities

**Ключевые слова:** удаленный уход – remote care; мониторинг здоровья – health monitoring; телемедицина – telemedicine.

В статье рассмотрены современные возможности инфокоммуникационных технологий ухода на дому за людьми с ограничениями, не позволяющими им быть полностью самостоятельными. Представлен авторский подход к решению задачи непрерывного амбулаторного мониторинга физиологического состояния таких людей.

The article considers the capabilities of modern infocommunication technologies of home care for people with reduced capabilities, not allowing them to be fully independent. The author's approach to solving the task of continuous dispensary monitoring of such people's physical state is introduced.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в развитых странах наблюдается тенденция к увеличению продолжительности жизни, а техногенные факторы проявляются в различных мутациях и болезнях, что приводит к увеличению количества людей с отклонениями, не позволяющими им жить самостоятельно. Это приводит к соответствующему увеличению количества людей, для которых требуется присмотр и уход. В результате этого родственникам человека с ограничениями либо работникам социальных служб приходится в лучшем случае довольствоваться периодическими визитами к нему, но не редки случаи, требующие постоянного присутствия рядом.

Обеспечить новые возможности по удаленному уходу за людьми с отклонениями позволяют современные измерительные и информационно-коммуникационные технологии. Применение таких технологий позволяет снизить нагрузку

### ТАРАКАНОВ / TARAKANOV S.

**Сергей Александрович**

(k.v.tarakanov@gmail.com)

кандидат технических наук,  
директор Центра медицинского, экологического  
приборостроения и биотехнологий (ЦМЭПиБТ),  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский  
университет информационных технологий, механики  
и оптики (НИУ ИТМО),  
г. Санкт-Петербург

### КУЗНЕЦОВ / KUZNETSOV V.

**Владимир Игоревич**

(primpuls@gmail.com)

генеральный директор ООО «Кардио-патруль»,  
г. Санкт-Петербург

### КАРМАНОВ / KARMANOV A.

**Андрей Геннадьевич**

(karmanov.nip@gmail.com)

кандидат технических наук, доцент,  
зам. зав. кафедрой ГИС,  
НИУ ИТМО,  
начальник Центра ситуационного анализа  
ЗАО «Институт телекоммуникаций»,  
г. Санкт-Петербург

### ГАЙДУКОВ / GAIDUKOV V.

**Вадим Сергеевич**

(v.s.gaidukov@gmail.com)

аспирант ЦМЭПиБТ,  
НИУ ИТМО,  
г. Санкт-Петербург

на тех, кто непосредственно принимает участие  
в уходе, а также на медицинских специалистов.  
Кроме того, становится возможным вовремя отслеживать  
ухудшение физического состояния больного и принимать соответствующие меры.

### ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

В связи с развитием возможностей современной  
электроники на рынке развитых стран постепенно

появляются различные решения для удаленного ухода за больными с ограничениями. Рассмотрим их более подробно.

Простейшие системы удаленного мониторинга физической активности базируются на нескольких датчиках присутствия, сенсорах движения и датчиках открытия дверей, устанавливаемых в жилом помещении [1, 2]. Информация от этих устройств стекается на персональный компьютер с возможностью отправки их в интернет, программное обеспечение системы в удобной форме представляет «лентопись» событий. На основе этих данных можно следить за двигательной активностью мониторируемого, вовремя обнаруживать отклонения в поведении. Некоторые подобные системы предоставляют возможность реализовать на основе получаемых данных различные функции ухода. Например, система мониторинга больных с ограничениями умственных способностей австралийского производителя AceTek Systems [2] снабжена такими функциями, как включение освещения, когда пациент встает с постели, включение и выключение отопления во время бодрствования и т.п., также система может самостоятельно отправлять экстренные сигналы заинтересованным лицам при отклонениях в поведении. Основным недостатком таких систем является невозможность обеспечения постоянного контроля за больным в результате использования «пассивных» систем мониторинга, напрямую не связанных с параметрами жизнедеятельности человека. Используемые в таких системах датчики не могут обеспечить непрерывный контроль за больным, не покрывая всей зоны его перемещений. При этом текущий статус активности больного оценивается только на основании косвенных данных от установленных в доме сенсоров, что может привести к ложным срабатываниям или утере важной диагностической информации. Если же пациент покидает территорию дома, то контроль за ним теряется полностью.

Некоторые технологии, применяемые в системах типа «умный дом» (например, [3]) позволяют также существенно облегчить присмотр и уход за человеком с ограничениями. Применяемые в таких системах датчики задымления, затопления, наличия бытовых газов, дифференциального измерения комнатной температуры и др. вовремя могут сигнализировать о случившихся или потенциальных бытовых проблемах. Однако такие решения не предоставляют никакой диагностической информации о больном, необходимой для оценки параметров его повседневной деятельности и его общего функционального состояния. Такие данные являются крайне важными, учитывая

повышенную степень риска для здоровья больных с умственными ограничениями вследствие неспособности их контроля ситуации при взаимодействии с окружающей средой.

Также существует ряд систем, помимо измерительных функций реализующих когнитивную стимуляцию человека, что крайне актуально для людей с психическими отклонениями. Так система ухода за больными с умственными ограничениями Aladdin [4], помимо регистрации данных тонометра, шагомера и напольных весов, предоставляет ряд компьютерных развивающих игр и возможность ведения списка ежедневных задач. Данная система имеет ограниченные возможности для удаленного мониторинга, так как поддерживает только ручной способ ввода и передачи данных. Это также создает дополнительную нагрузку на сиделку или родственника больного, которые вынуждены тратить большое количество времени на самостоятельную регистрацию, обработку и отправку диагностических данных специалистам.

Доступные на сегодняшний день технологии удаленного мониторинга физиологических параметров, таких как пульс или ЭКГ на основе стационарных или носимых на теле устройств позволяют по-иному подойти к задаче ухода и контроля [5–8]. Здесь решения различаются, в основном, вариантами исполнения измерительной части и требуют ручной отправки зарегистрированных параметров. Получаемые от измерительных приборов данные о работе сердца позволяют уже не просто реагировать на негативные события, но и заранее регистрировать приближение к ним. В данном случае проблемными факторами является ограниченность набора контролируемых приведенными типами устройств параметров (в лучшем случае такие устройства позволяют контролировать не более двух физиологических параметров, авторы же данной статьи придерживаются мнения, что достаточным будет являться контроль как минимум трех параметров жизнедеятельности человека), невозможность непрерывного мониторинга текущего состояния больного.

#### **СИСТЕМА УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЛЮДЕЙ С УМСТВЕННЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ**

Проанализировав существующие решения, авторы статьи предложили свой подход к обеспечению одновременно удобного и информативного удаленного контроля состояния людей с умственными ограничениями. Разработанное устройство мониторинга имеет возможность регистрировать частоту пульса, ЭКГ в трех отведениях и ритм дыхания наравне с записью параметров двигательной активности (количество шагов, изме-

# ИНФОКОММУНИКАЦИИ

нения положения тела, падения и т.п.). Измененные параметры в автоматическом режиме отправляются на компьютер врача посредством промежуточного оборудования (центр удаленного контроля – ЦУК). Обмен данными между регистратором событий пациента и компьютером для ретрансляции/анализа данных производится в режиме реального времени по схеме в соответствии с рис. 1.

Синими стрелками на рис. 1 обозначены каналы передачи данных между устройствами, входящими в состав системы мониторинга. Носимый регистратор пациента связан с мобильным телефоном, используемым в качестве ретранслятора информации, беспроводным каналом передачи данных по технологии Bluetooth (применение данной технологии обусловлено низкой стоимостью ее реализации и сокращением расходов электроэнергии при передаче данных). Использование мобильного телефона в качестве ретранслятора связано с необходимостью постоянного контроля активности и показателей жизнедеятельности наблюдаемого человека в любой локации (больной с умственными ограничениями может выйти из сферы контроля ухаживающего по различным причинам). С помощью мобильного телефона с оператором ЦУК или врачом всегда может связаться сиделка или родственник больного для получения дополнительных консультаций. Следующим звеном цепи передачи данных является участок мобильный телефон – оборудование сотового оператора с использованием каналов сотовой связи. Передача осуществляется непрерывно пакетами, формируемыми с помощью программного обеспечения мобильного устройства, по любой из поддерживаемых техно-

логий беспроводной пакетной передачи данных (GPRS, EDGE, 3G). В целях исключения потерь данных создается резервная копия информации, передаваемой в режиме реального времени, записываемая на SD-карту мобильного телефона. После подтверждения доставки данные стираются с карты памяти по прошествии установленного промежутка времени. С терминалом ЦУК оборудование оператора сотовой связи сопряжено посредством Интернет-соединения.

ЦУК обеспечивает прием, промежуточную обработку поступающих данных и ситуационный анализ. Задача операторов центра – постоянный мониторинг событий, происходящих с обладателем носимого регистратора, фиксация событий, угрожающих состоянию мониторируемого, передача информации врачу в штатном режиме или его экстренное оповещение в случае угрозы здоровью пациента. Деятельность операторов опирается на выходные данные специализированного программного обеспечения (ПО), реализующего алгоритмы визуального отображения поступающей от пациентов информации, автоматического распознавания отклонений контролируемых параметров от нормы и критических состояний больных и сигнализации о таких состояниях визуального и звукового типов, автоматической (с возможностью дополнения операторами) генерации отчетов о событиях мониторинга для медицинских специалистов. Взаимодействие операторов центра с ПО сервера обработки поступающей информации построено по схеме типа «Клиент – Сервер» (рис. 2).

На основе отчетов и сообщений, поступающих из ЦУК, врач принимает решения о необходимости и составе действий по предотвращению



**Рис. 1.** Схема обмена данными между узлами системы удаленного контроля состояния людей с умственными ограничениями

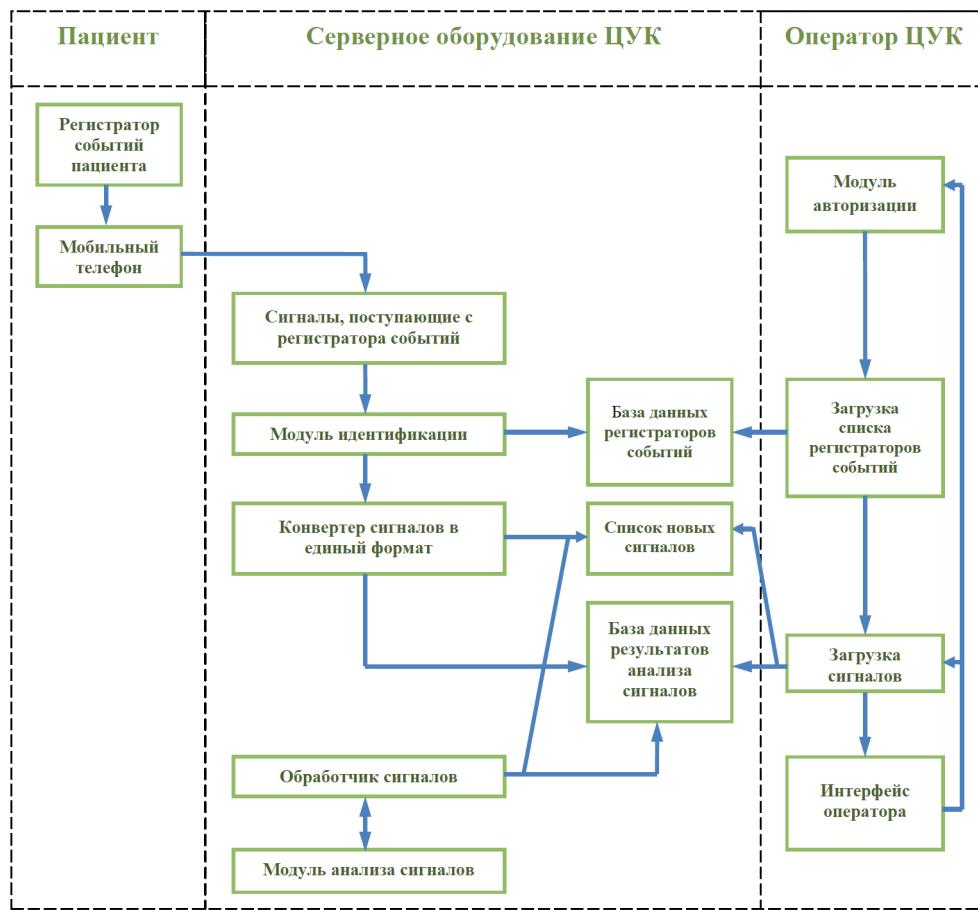


Рис. 2. Схема взаимодействия участников системы удаленного контроля состояния людей с умственными ограничениями



Рис. 3. Регулирование потоков данных в случае обрыва основного канала связи

# ИНФОКОММУНИКАЦИИ

критических состояний или устранения текущих проявлений/последствий нарушений жизнедеятельности больных.

В случае отсутствия связи между устройством-регистратором и оборудованием ЦУК регулирование потоков данных обеспечивается по схеме, приведенной на рис. 3.

Задачей операторов в данном случае является своевременное реагирование на отсутствие сигнала и получение необходимой для ситуационного анализа информации по альтернативным каналам связи параллельно с передачей врачу последней актуальной информации по состоянию пациента.

Используемая схема автоматической передачи данных о пациенте в удаленный центр ситуационного анализа и предоставления обработанной информации оператору позволяет достичь высокой скорости реакции на происходящие с мониторируемым события без необходимости постоянного присутствия рядом с ним, соответственно, избежать дополнительной нагрузки на сиделку/родственника, осуществляющих уход за больным, а также на самого больного за счет двухступенчатой системы обработки данных и принятия решений (оператор ЦУК и врач).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены современные возможности инфокоммуникационных технологий ухода на дому за людьми с ограничениями, не позволяющими им быть полностью самостоятельными, приведены принципиальные подходы, позволяющие снизить нагрузку на родственников, социальных работников или медицинских специалистов. Представленный авторский подход к решению задачи амбулаторного мониторинга таких людей позволяет снизить нагрузку на ухаживающих за больными, обеспечить оперативность реагирования на изменения в состоянии их здоровья за счет организации непрерывного контроля их состояния, в частности, применения автоматических алгоритмов обработки полученных в ходе мониторинга данных.

## Литература

1. *Just Checking*. URL: <http://www.justchecking.co.uk/> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
2. AceTek Systems. Dementia monitoring. URL: <http://acetek.com.au/services/dementia-monitoring/> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
3. Telehealthcare – supporting people to live safely and independently at home: an Australian pilot program. URL: <http://www.lifelinkresponse.com.au/wp-content/uploads/2010/10/Telehealthcare-report-Feros.pdf> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
4. ALADDIN. Guide to the ALADDIN system for carers. URL: [http://www.aladdin-project.eu/files/ALADDIN%20user%20guide%20v1%201%20%20without\\_pers\\_info.pdf](http://www.aladdin-project.eu/files/ALADDIN%20user%20guide%20v1%201%20%20without_pers_info.pdf) (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
5. Medicomp. The most advanced ambulatory cardiac monitoring solutions. URL: <http://www.medicompinc.com/> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
6. Polar. URL: <http://www.polar.com/en> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
7. Портативный электрокардиограф CardioJet. URL: <http://cardiojet.ru/> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.);
8. Инкарт. Полный Холтер "Кардиотехника-04-8 (M)". URL: <http://www.incart.ru/text.jsp?id=10074> (Дата обращения: 17 декабря 2013 г.).