

# О Сетях Мобильного Мониторинга Здоровья Пациентов

Рамиз Шыхалиев

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан  
*ramiz@science.az*

**Аннотация**– Мобильный мониторинг здоровья пациентов является очень важным с точки зрения предоставления людям медицинских услуг независимо от места, времени и причины. В статье рассматриваются вопросы использования мобильного мониторинга здоровья пациентов и описывается внедрение имеющихся беспроводных мобильных технологий для решения этих вопросов.

**Ключевые слова**– мониторинг здоровья пациентов, беспроводные сенсорные сети, беспроводные нательные сенсорные сети, беспроводные технологии.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в области оказания медицинских услуг имеются некоторые трудности, так как в медицинских организациях не хватает персонала, растут затраты на лечение, вместе с тем возрастают требования к качеству лечения и т.д. Для того чтобы в таких условиях повысить и поддерживать высокий уровень медицинских услуг, организации переходят от традиционной медицины к электронной, автоматизированной и сетевой медицине, где сети играют ключевую роль. Такие услуги, как электронная регистрация, телемедицина, мобильная медицина, невозможно осуществлять без использования сетей. Использование сетей позволяет собирать, хранить, управлять медицинскими данными и передавать их на большие расстояния. При этом возможны уменьшение врачебной ошибки, повышение точности диагноза и качества лечения. Интернет стал связывать различные медицинские сети, так что пользователи могут получить медицинскую информацию по всему миру. С помощью Интернета врачи могут получить доступ к ежедневным сводкам из различных центров по контролю и профилактике заболеваний, заболеваемости и смертности. Вместе с тем в области электронной медицины появляются все новые услуги, которые требуют высокоскоростной и надежной сетевой коммуникационной среды.

Обычно люди, имеющие некоторые медицинские проблемы, должны периодически посещать врачей для медицинских осмотров, однако в большинстве случаев они не хотят или не могут своевременно пойти к врачу. Мобильная медицина позволяет независимо от места, времени и причины предоставлять медицинские услуги. Вместе с тем она помогает провести мониторинг здоровья пациентов. Широкое распространение систем мониторинга здоровья пациентов позволяет врачам удаленно осуществлять непрерывный мониторинг состояния пациентов и устанавливать точный диагноз.

Мобильный мониторинг здоровья пациентов является интеграцией беспроводных мобильных технологий и технологий мониторинга состояния здоровья. Последние технологические достижения в области беспроводных сетей, интеграция и миниатюризация микроэлектроники, датчиков и Интернет дали возможность удаленно осуществлять измерение, обработку и передачу данных о важных функциях организма пациента. Это в свою очередь позволит проводить профилактику и раннее выявление заболеваний, а также контроль хронических заболеваний у пациентов в амбулаторных условиях [1, 2]. Применение мобильных технологий помогает обеспечивать оперативность коммуникаций между пациентами и врачами, а также онлайн передачу информации о состоянии пациента.

В статье рассматриваются различные сетевые подходы к мобильному мониторингу здоровья пациента.

## II. СЕТИ МОБИЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

В литературе описаны различные подходы к мобильному мониторингу здоровья пациента. При этом используются различные аппаратные и архитектурные решения [3], различные платформы сенсорных сетей [4] и технологии беспроводных сетей [5].

Наиболее перспективным подходом к мобильному мониторингу здоровья пациентов является использование беспроводных сенсорных сетей [6, 7]. Одним из видов беспроводных сенсорных сетей являются так называемые беспроводные нательные сенсорные сети – WBAN (Wireless Body Area Networks), которые значительно увеличивают возможность систем мобильного мониторинга здоровья пациентов [8–10].

WBAN являются сетью датчиков, носимых или имплантируемых в тело пациента [11, 12]. Эти датчики собирают необходимую информацию о состоянии здоровья пациента. Для каждого пациента может быть использована группа датчиков, которые могут посылать собранную информацию лидеру группы, лидеры групп могут также обмениваться друг с другом информацией. В свою очередь лидеры групп передают агрегированную информацию, полученную от групп датчиков, центральному контроллеру, отвечающему за передачу данных пациента персональному компьютеру, или на мобильный телефон (или персональному цифровому помощнику – personal digital assistant – PDA) врача. В таких сетях могут быть использованы различные протоколы беспроводной связи, такие как Bluetooth, WLAN (wireless LAN) (802.11) или

ZigBee, причем протокол Bluetooth может быть использован для передачи данных на короткое расстояние.

Беспроводные сенсорные сети, а также сенсорные “ad hoc” сети могут быть развернуты среди мобильных пациентов так, чтобы обеспечить динамическую архитектуру передачи данных о здоровье пациентов врачам. Использование сенсорных “ad hoc” сетей намного облегчает проведение мониторинга состояния здоровья пациентов врачами. При подключении сенсоров к каждому пациенту, а также к врачам наблюдение за состоянием здоровья пациентов может быть более эффективным, поскольку каждый сенсор, подключенный к пациенту, имеет конкретную задачу (например, измерение кровяного давления, температуры и т.п.). Полученная мобильная сенсорная “ad hoc” сеть позволяет отслеживать и наблюдать за пациентами и врачами. Собранные данные могут быть переданы в режиме реального времени в больницу, клинику или центральное хранилище данных через LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network), Интернет или сотовую сеть. Вместе с тем при нахождении пациентов на большом расстоянии от центрального сервера для передачи данных могут быть использованы датчики ближайшего соседа. Возможность доступа врачей к этой информации позволяет оценить состояние здоровья пациентов и поставить более точный диагноз. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций врачи могут автоматически связаться с пациентами при помощи своих портативных персональных цифровых помощников (PDA) или сотового телефона.

В области исследования медицинских сенсорных сетей существует множество научных работ. Эти работы в основном посвящены разработке носимых медицинских датчиков [13, 14, 15], инфраструктуры для мониторинга пациентов в условиях повседневной работы [16] и в домашних условиях [17], а также в больнице [18]. Имеются также работы по интеллектуализации систем мобильного мониторинга здоровья пациентов [19], в которых для сбора данных пациентов используются WBAN сети. Система позволяет осуществлять интеллектуальный анализ данных, прогнозировать состояние здоровья пациентов и обеспечивает обратную связь с ними через мобильные устройства.

Большинство нынешних проектов в области мониторинга здоровья пациентов сосредоточено на носимых устройствах. Эти проекты осуществлялись различными государственными органами и частными организациями и охватывают различные области здравоохранения, а именно: ЭКГ-мониторинг (электрокардиограмма-мониторинг); мониторинг уровня глюкозы; мониторинг обнаружения рака; мониторинг здоровья пожилых людей и т.д. К этим проектам можно отнести HealthGear [20], iCarea [21], MobiHealth [22], Ubimon [23], Vital Jacket [24] и т.д.

HealthGear система разработана фирмой Microsoft и состоит из множества датчиков, подключенных к мобильному телефону через Bluetooth. Система является носимой и позволяет в режиме реального времени

осуществлять мониторинг здоровья пациента и проводить анализ физиологических сигналов.

iCarea была разработана школой программного обеспечения Даляньского технологического университета Китая и является системой мобильного мониторинга состояния здоровья пожилых людей. Используемые в этой системе датчики беспроводные и смартфоны могут осуществлять удаленный мониторинг пожилых людей в любое время в любом месте и предоставлять специализированные услуги для каждого человека на основе состояния их здоровья. При обнаружении аварийной ситуации смартфон автоматически предупреждает окружающих пациента людей о необходимости вызова скорой помощи. Система также играет роль медицинской информационной системы, которая предоставляет коммуникационную платформу и базу данных медицинских знаний для сотрудничества семьи обслуживаемых пациентов с врачами.

MobiHealth представляет собой мобильный проект здравоохранения, который финансируется Европейской комиссией. Система позволяет пациентам быть полностью мобильными при прохождении непрерывного мониторинга состояния здоровья за счет использования UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) и GPRS (General Packet Radio Service) сетей.

Ubimon был предложен кафедрой вычислительной техники Имперского колледжа науки, техники и медицины Лондона. Целью данного проекта является решение вопросов, связанных с использованием носимых и имплантируемых датчиков для распределенного мобильного мониторинга. Основными функциями системы являются лечение больных с аритмией сердца и их послеоперационный мониторинг.

Vital Jacket является мобильным интеллектуальным устройством в виде жакета, которое способно провести непрерывный мониторинг ЭКГ и частоты сердечных сокращений. Система может отправить данные через Bluetooth персональному цифровому помощнику (PDA) и одновременно сохраняться в памяти системы.

### III. БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Существует множество разнообразных беспроводных и мобильных технологий, которые могут быть использованы при создании сетей мобильного мониторинга здоровья пациентов. К ним можно отнести WLAN (стандарт IEEE 802.11), GSM (Global System for Mobile), GPRS (General Packet Radio Service), UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) и WiMAX (стандарт IEEE 802.16a) технологии, которые обеспечивают передачу данных между узлами (сенсорами) и удаленными станциями. При этом такие стандарты беспроводной связи, как IEEE 802.15.1 (т.е. Bluetooth) [25] и IEEE 802.15.4 (т.е. Zigbee) [26], используются для малых расстояний внутри так называемых датчиковых сетей – BAN сетей (Body Area Networks) или датчиковых сенсорных сетей – BSN сетей (Body Sensor Networks). Bluetooth является радиочастотным стандартом (RF – Radio Frequency), работает в диапазоне 2,4 ГГц и имеет малое энергопотребление и низкую

стоимость. Стандарт Zigbee используется в тех случаях, когда требуется низкая стоимость и требования к скорости передачи информации являются не такими высокими.

При мониторинге здоровья пациентов важным является их точная идентификация, так как неточная идентификация может иметь серьезные последствия для их здоровья. Так что от точной идентификации пациентов зависят точная и быстрая идентификация лекарственных препаратов, подготовка и распространение рецептов, правильное введение необходимых доз лекарств пациентам и т.д. Поэтому при создании сетей мобильного мониторинга здоровья пациентов применяется такая технология беспроводной связи, как радиочастотная идентификация (Radio Frequency Identification – RFID) [27]. Для этого в системах мониторинга состояния здоровья пациентов используются датчики тела с RFID-меткой и для считывания RFID-меток используются специальные устройства. Использование RFID-технологии позволит врачам просто и быстро идентифицировать лекарственные препараты и пациентов, выписывать рецепты, правильно вводить необходимые дозы лекарств пациентам и т.д.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современной медицине используются передовые технологии и новые научные разработки, чтобы обеспечить раннее выявление наиболее опасных для жизни заболеваний. Основная инновация состоит в использовании информационных технологий, и в частности мобильных и беспроводных технологий, в мониторинге здоровья пациентов и оказании медицинской помощи. Мобильная беспроводная инфраструктура мониторинга здоровья пациентов поддерживает полную мобильность на протяжении всей жизни больного.

В данной статье исследуются беспроводные технологии, используемые для мобильного мониторинга здоровья пациентов, а также эффективность таких решений в оказании медицинской помощи.

Применение мобильных беспроводных технологий обеспечивает точный сбор и онлайн передачу врачам информации о здоровье пациентов для принятия эффективных клинических решений по их лечению. Беспроводные технологии могут также снизить затраты на медицинское обслуживание и улучшить качество обслуживания.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] E. Dishman, Inventing Wellness Systems for Aging in Place, IEEE Computervol. 37, no. 5, pp. 34–41, 2004.  
[2] R. S. H. Istepanian, E. Jovanov and Y. T. Zhang, Guest Editorial Introduction to the Special Section on M-Health: Beyond Seamless Mobility and Global Wireless Health-Care Connectivity, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 8, no. 4, pp. 405–414, 2004.  
[3] C. Otto, A. Milenković, Corey Sanders, Emil Jovanov, System architecture of a wireless body area sensor network for ubiquitous health monitoring, Journal of Mobile Multimedia, vol. 1, no.4, pp. 307–326, 2006.  
[4] V. Shnayder, B. Chen, K. Lorincz, T. Fulford-Jones and M. Welsh, Sensor networks for medical care, Technical report TR-08-05, Division of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, 2005.

[5] X. Shen, N.Kato, X.in, Wireless Technologies for e-healthcare, IEEE Wireless Communications, 2010, pp. 10–11.  
[6] T.Sheltami, A.Mahmoud and M. Abu-Amara, Warning and monitoring medical system using sensor networks, Proc. of the 18th National Computer Conference, Riyadh, Saudi Arabia, 2006, pp. 63–68.  
[7] J. A. Stankovic, Wireless Sensor Networks for In-Home Healthcare: Potential and Challenges High Confidence Medical Device Software and Systems (HCMDSS) Workshop, Philadelphia, PA, 2005.  
[8] L. Wolf and S.Saadaoui, Architecture Concept of a Wireless Body Area Sensor Network for Health Monitoring of Elderly People, Proc. of Consumer Communications and Networking Conference 4th IEEE, 2007, pp. 722–726.  
[9] T. O’Donovan, J.O’Donoghue, C.Sreenan, P.O’Reilly, D.Sammon, K.O’Connor, A Context Aware Wireless Body Area Network (BAN), Proc. of the Pervasive Health Conference, 2009, pp. 1–8.  
[10] K.Yazdandoost et al., Channel Model for Body Area Network (BAN), Proc. of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2008, pp. 1549–1552.  
[11] Y. Hao and R. Foster, Wireless body sensor networks for health-monitoring applications, Physiological Measurement, 2008, vol. 29, no. 11.  
[12] A. van Halteren, D.Konstantas, R.Bults, K.Wac, N.Dokovsky, G.Koprnikov, V.Jones and I.Widya, Mobihealth: ambulant patient monitoring over next generation public wireless networks, Stud Health Technol Inform, 2004, vol. 106 pp.107–122.  
[13] B. Lo and G. Z. Yang, Key technical challenges and current implementations of body sensor networks, In Proc. 2nd International Workshop on Body Sensor Networks (BSN 2005), 2005.  
[14] E. Shih, V. Bychkovsky, D. Curtis and J. Guttag, Demo abstract: Continuous, remote medical monitoring, In Proc. Second Annual International Conference on Embedded Networked Sensor Systems, 2004.  
[15] G.-Z. Yang et al., Body Sensor Network Node. [www.doc.ic.ac.uk/vip/ubimon/bsn\\_node/index.html](http://www.doc.ic.ac.uk/vip/ubimon/bsn_node/index.html).  
[16] D. Konstantas, V.Jones, R.Bults and R.Herzog, Mobihealth – innovative 2.5/3g mobile services and applications for healthcare, Proc. of the Eleventh IST Mobile and Wireless Telecommunications Summit, 2002.  
[17] E. Dishman. Inventing wellness systems for aging in place, IEEE Computer, 2004, vol.37 no. 5, pp. 34–41.  
[18] K.V.Laerhoven, B.P.Lo, J.W.Ng, S.Thiemjarus, R.King, S.Kwan, H.-W.Gellersen, M.Sloman, O.Wells, P.Needham, N.Peters, A.Darzi, C.Toumazou and G.-Z.Yang, edical healthcare monitoring with wearable and implantable sensors, Proc. Sixth International Conference on Ubiquitous Computing, 2004.  
[19] R. Shahriyar, Md.F.Bari, G. Kundu, S.I.Ahamed and Md.M.Akbar, Intelligent Mobile Health Monitoring System (IMHMS), International Journal of Control and Automation, 2009, vol.2, no.3, pp. 13–27.  
[20] N. Oliver and F.Flores, HealthGear: A Real-Time Wearable System for Monitoring and Analyzing Physiological Signals, International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2006, pp. 3–5.  
[21] Z.Lv, F.Xia, G.Wu, L.Yao, Z.Chen, iCare: A Mobile Health Monitoring System for the Elderly, Proc. of the IEEE/ACM Int'l Conference on Green Computing and Communications & Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing, 2010, pp. 699–705.  
[22] [www.mobihealth.org](http://www.mobihealth.org)  
[23] [www.ubimon.net](http://www.ubimon.net)  
[24] <http://limserver.com/vitaljacket/index.php>  
[25] [www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com)  
[26] [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)  
[27] V.Thayananthan, A.Alzahrani, RFID-based Body Sensors for e-Health Systems and Communications, Proc. of the fourth international conference on e-health, telemedicine, and social medicine, 2012, pp. 237–242.