

Удаленный мониторинг состояния пациента скорой помощи

В.А. Петраевский, Е.А. Кузьменко, А.К. Марков

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Статья посвящена решению задачи удаленного мониторинга состояния пациента скорой помощи с использованием реанимационного монитора. Описаны отслеживаемые параметры состояния пациента. Проанализированы готовые решения удаленного мониторинга за состоянием здоровья. Предложено программное обеспечение для визуализации и анализа информации жизненно важных показателей состояния человека.

Ключевые слова: удаленный мониторинг, монитор пациента, состояние здоровья, пациент скорой помощи, диагностика здоровья, степень тяжести, оценка состояния.

Введение

При разработке систем удаленного мониторинга состояния здоровья большое внимание уделяется вопросу обеспечения непрерывного длительного мониторинга состояния здоровья для своевременного оперативного выявления функциональных нарушений организма и оказания экстренной медицинской помощи в эпоху развития биотехнологий в медицине [1-2]. Такие системы используются для мониторинга за дыхательной системой [3]; удаленного выявления эпизодов фибрилляции предсердий [4], гипертензии [5], эпилептического приступа, бронхиальной астмы, которые в течение десятков секунд должны выявить опасные для жизни человека нарушения и сформировать воздействие для нормализации состояния организма [6].

В настоящее время процедура принятия решения о помещении пациента в отделение больницы занимает некоторое время, которое может быть критичным для многих ситуаций, требующих экстренного лечения. В процессе перемещения больного, врачу скорой помощи необходимо проанализировать множество данных о пациенте и проинформировать врача приемного покоя о его текущем состоянии, жалобах и т.д. Для снижения затрат времени на оформление документов и повышения обоснованности

принимаемых решений по оказанию медицинской помощи в стационаре необходимо реализовать возможность удаленного мониторинга состояния пациента. Данные, поступающие с реанимационного монитора, должны быть обработаны и переданы врачу стационара как можно раньше. В связи с этим появляется задача разработки комплексного подхода к обработке информации систем мониторинга состояния больного. Для ее решения необходимо формализовать описание данных о состоянии пациента, выбрать алгоритм их анализа и разработать систему для автоматизации процедур передачи данных.

Особенности удаленного мониторинга пациента скорой помощи

Как правило, в качестве источников данных о состоянии больного используются датчики, которыми укомплектован реанимационный монитор: датчики температуры тела, датчик частоты пульса, датчик частоты сердечных сокращений (ЧСС); датчик измерения давления; датчик измерения сатурации крови кислородом (SpO_2); датчик измерения частоты дыхания (ЧД); электрокардиограмма (ЭКГ).

На основе обзора литературных источников были проанализированы существующие на данный момент системы схожего назначения. В работе [7], описана система мониторинга, основанная на технологии Zigbee. Разработанная авторами технология позволяет определять в реальном времени температуру тела, частоту сердечных сокращений и другие параметры пациента и передавать их в центр наблюдения по беспроводной сети. Результаты экспериментальных исследований показали, что ошибка измерений очень незначительна, что отвечает требованиям стандартов. Похожие решения представлены в работах [8-9]. Как правило, архитектура подобных систем мониторинга состоит из сетей передачи данных, удаленного сервера, блоков управления/мониторинга, мобильного блока обслуживания, мониторинга биомедицинских сигналов от нескольких

пациентов [10]. Многочисленные исследования в этой области показывают, что современные достижения информационных технологий и прежде всего развитие беспроводной связи позволяют обеспечить необходимую гибкость и точность удаленного мониторинга. Вместе с тем существует проблема адаптации существующих решений к конкретным условиям и снижения затрат при внедрении подобных систем.

Структура комплекса удаленного мониторинга состояния пациента скорой помощи

Предлагаемая система состоит из трех основных частей: аппаратные компоненты в машине скорой помощи, веб-сайт и SQL-сервер в больнице (рис.1).

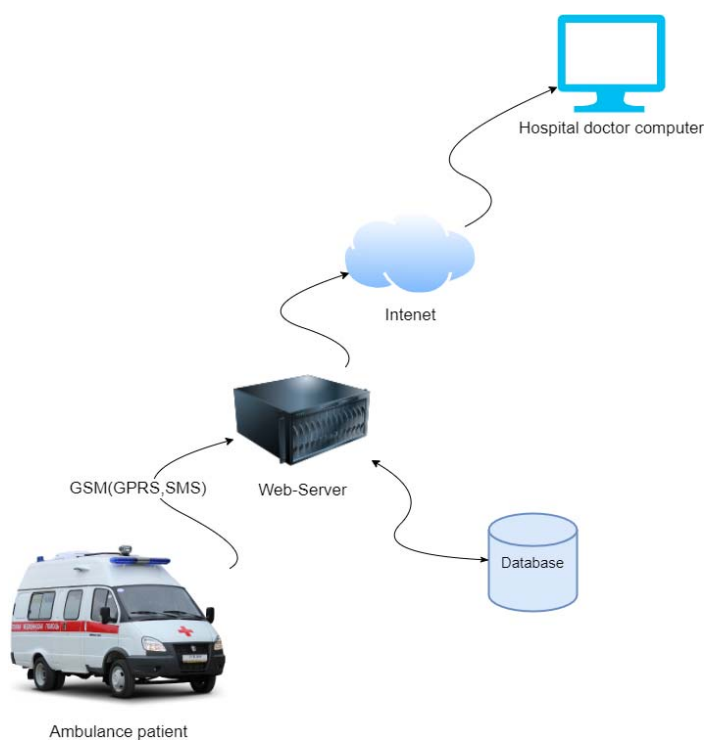


Рис. 1. – Архитектура системы

К пациенту скорой помощи подключается монитор пациента, которым оборудована каждая машина скорой помощи в РФ в соответствии с (ГОСТ 33665-2015 «Автомобили скорой медицинской помощи. Технические требования и методы испытаний»). Блок датчиков состоит из нескольких

биосенсоров, объединенных в реанимационном мониторе. С датчиков поступают следующие данные: частота сердечных сокращений (ЧСС); давление в манжете; значение SpO_2 ; частота пульса; значение частоты дыхания (ЧД); показание температуры тела; электрокардиограмма (ЭКГ). После чего полученные измерения передаются на сервер. Врач стационара получает данные о состоянии пациента, критических отклонениях, а также результаты анализа, связанные с оценкой степени тяжести состояния.

В рамках данной статьи описана реализация программы для пользования врачом больницы, на основе эмулированных входных данных о состоянии пациента скорой помощи по отслеживаемым величинам.

Для реализации графического интерфейса (GUI) использован язык Python.

Алгоритм работы программы

После получения данных с реанимационного монитора, происходит формирование массива параметров состояния больного: [ЧСС (уд/мин), давление (мм.рт.ст), SpO_2 (%), ЧД (дых/мин), температура ($^{\circ}C$)]. Каждое значение отображается в соответствующем поле в главном окне программы. Помимо этого, врачу больницы доступно отображение информации об отклонении отслеживаемых величин от нормального значения (таблица №1).

Таблица № 1

Диапазон исследуемых значений и их отклонение

Значение	Диапазон измерения	Нормальное значение	Отклонение
Частота сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя	от 15 до 300 уд/мин.	от 60 до 90 уд/мин	< 60 уд/мин > 90 уд/мин
Давление в манжете	от 0 до 300 мм рт. ст.	116/72 мм рт. ст.- 159/85 мм рт. ст.	<116/72 мм рт. ст. >159/85 мм рт. ст.

SpO ₂	от 0 до 100%	Сатурация 97% = 97% частичное давление O ₂	Сатурация 90% = 60% частичное давление O ₂ (опасность) Сатурация 80% = 45% частичное давление O ₂ (тяжелая гипоксия)
Частота дыхания (ЧД)	от 0 до 150 дых/мин.	От 16 до 20 дых/мин	>30 дых/мин
Температура тела	от +0 до +50 °С	От +35,5 до +37,2 °С	<35,0 □ >37,2 □

Реализована возможность определения шокового состояния пациента, в качестве диагностики шока используется шоковый индекс Альговера. Шоковый индекс Альговера - это отношение частоты сердечных сокращений (ЧСС) за 1 минуту к величине систолического давления. На основе расчета индекса отображается информация о примерном объеме кровопотери в % содержании от всего объема циркулирующей крови (таблица №2).

Таблица № 2

Степень шокового состояния при помощи индекса Альговера

Степень шокового состояния	Значение шокового индекса Альговера	Объем кровопотери (% от ОЦК)
Нормальное	0.5	10%
I-степень	0.8-0.9	20%
II-степень	0.9-1.2	30%
III-степень	1.3 и выше	40%

Главное окно программы (рис. 2) позволяет выбрать пациента, состояние которого необходимо отслеживать, из списка. В соответствующих полях отображается информация, полученная с реанимационного монитора. По нажатию кнопки «Обновить» в поле с каждым значением добавляется текущее значение каждого параметра. В случае отклонения одного или нескольких значений от нормы, программа выделит это значение желтым

цветом. Кнопка «Выход» позволяет сохранить полученные данные в файл и закрыть интерфейс программы.

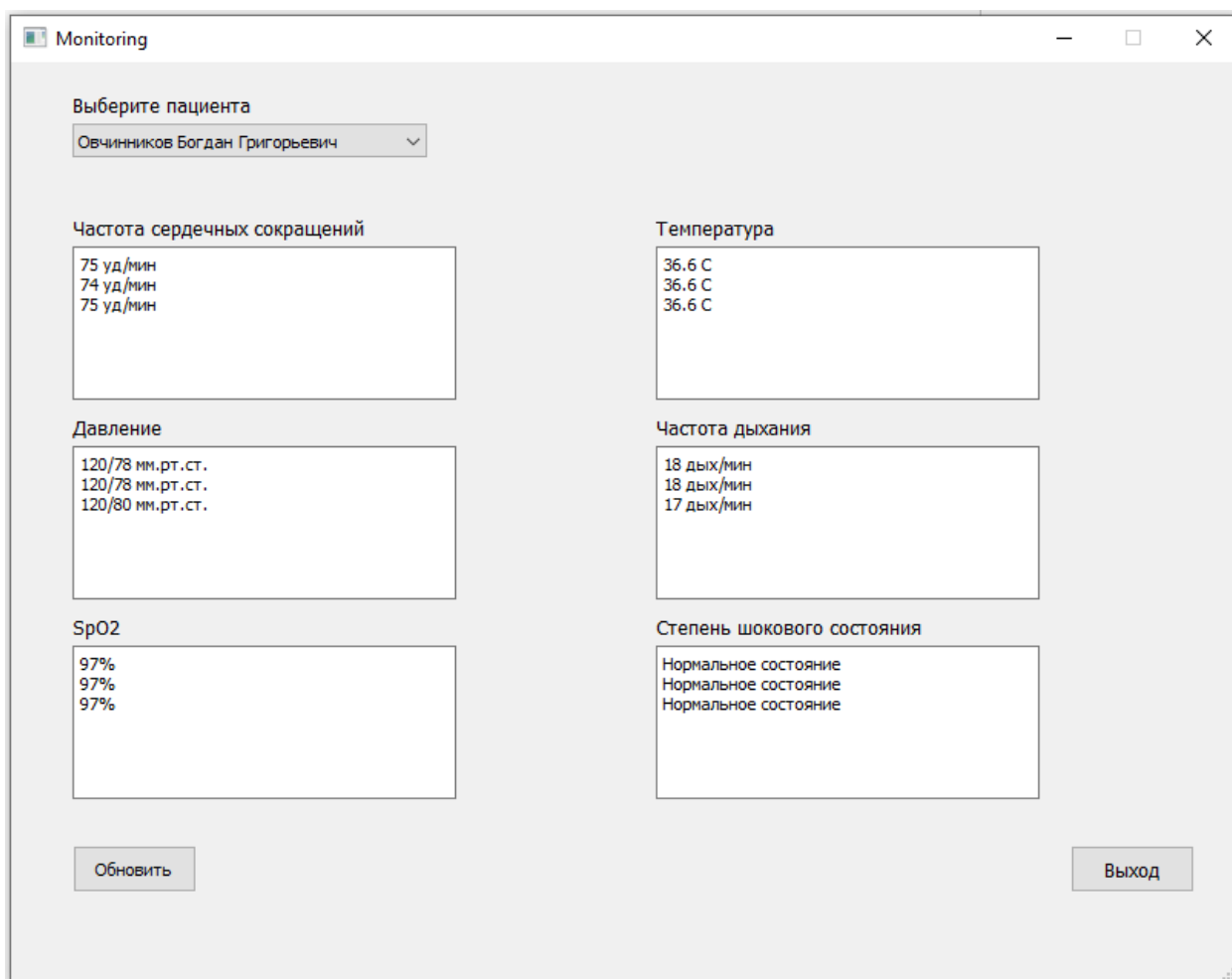


Рис. 2. – Интерфейс программы

Выводы

В статье рассмотрена система удаленного мониторинга состояния пациента скорой помощи. Разработано программное обеспечение, позволяющее в реальном времени отслеживать жизненно важные показатели пациента скорой помощи. Программа способна уведомлять врача в случае ухудшения состояния пациента, анализируя значения отслеживаемых параметров.

Литература

1. Marin J. M., Carrizo S. J., Vicente E., Agusti A. G. Long-Term Cardiovascular Outcomes in Men with Obstructive Sleep Apnoea Hypopnoea with or Without Treatment with Continuous Positive Airway Pressure: an Observational Study. *The Lancet*. 2005. № 365. pp. 1046–1053.
2. Никулина М.А. Биотехнологии в медицине и современный социум: биоэтический аспект // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/667
3. Тараканов С.А., Кузнецов В.И., Кузнецов А.О. Длительный мониторинг дыхания человека // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2017
4. Logan B., Healey J. Robust Detection of Atrial Fibrillation for a Long Term Telemonitoring System. *Computers in Cardiology*. 2005. № 32. pp. 619–622.
5. Albaghdadi M. Baroreflex Control of Long-Term Arterial Pressure. *Rev Bras Hipertens*. 2007. № 4. pp. 212–225.
6. Sechang O., Hyeokjun K., Vijay V. Ubiquitous Health Monitoring System for Diagnosis of Sleep Apnea with Zigbee Network and Wireless LAN. *Nanotechnology in Engineering and Medicine*. 2011. № 2 (2). pp. 218-230.
7. Minghui W., Qing X. The Design of Wireless Medical Monitoring Network Based on ZigBee. *Network Computing and Information Security*. 2012. №4. pp. 705–713.
8. Bhandari P., Dalvi K., Chopade P. Intelligent accident-detection and ambulance-rescuesystem. *International journal of scientific & technology research*. 2014. № 3. pp. 67-70.
9. Abo-Zahhad M., Sabahm. A., Elnahas O. A Wireless Emergency Telemedicine System for Patients Monitoring and Diagnosis. *International Journal of Telemedicine and Applications*. 2014. № 4. pp. 167-171.



10. Liang X., Barua M., Chen L., Lu R., Shen X., Li X., Enabling Pervasive Healthcare Through Continuous Remote Health Monitoring. IEEE transaction on Wireless Communications. 2012. №6. pp. 10–18.

References

1. Marin J. M., Carrizo S. J., Vicente E., Agusti A. G. The Lancet. 2005. № 365. pp. 1046–1053.
2. Nikulina M.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/667
3. Tarakanov S.A., Kuznecov V.I., Kuznecov A.O. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2017
4. Logan B., Healey J. Computers in Cardiology. 2005. № 32. pp. 619–622.
5. Albaghdadi M. Rev Bras Hipertens. 2007. № 4. pp. 212–225.
6. Sechang O., Hyeokjun K., Vijay V. Nanotechnology in Engineering and Medicine. 2011. № 2 (2). pp. 218-230.
7. Minghui W., Qing X. Network Computing and Information Security. 2012. №4. pp. 705–713.
8. Bhandari P., Dalvi K., Chopade P. International journal of scientific & technology research. 2014. № 3. pp. 67-70.
9. Abo-Zahhad M., Sabahm. A., Elnahas O. A International Journal of Telemedicine and Applications. 2014. № 4. pp. 167-171.
10. Liang X., Barua M., Chen L., Lu R., Shen X., Li X., Enabling Pervasive Healthcare Through Continuous Remote Health Monitoring. IEEE transaction on Wireless Communications. 2012. №6. pp. 10–18.