

УДК 004.77

## РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ МЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ZIGBEE

Аль-Дхамари Д.Х.<sup>1</sup>, Безуглов Д.А.<sup>1</sup>, Шевчук П.С.<sup>1</sup>, Енгибарян И.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия (344011, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), e-mail: [jalal\\_exe@mail.ru](mailto:jalal_exe@mail.ru)

В последнее время системы дистанционного мониторинга за состоянием здоровья пациентов получили значительное развитие. Увеличивающееся число стареющего населения, высокая стоимость медико-санитарной помощи, играют большую роль в необходимости в обеспечении дистанционного мониторинга за состоянием пациентов. В данной статье разработана беспроводная система дистанционного управления и контроля мышечной активности и температуры у больных пациентов на основе ZigBee. Система может предоставить информацию о состоянии здоровья пациента в режиме реального времени. Предлагаемая система может посылать тревожные сообщения о критическом состоянии больного к специалисту или к врачу. Предлагаемая система может также рассылать отчеты к системе мониторинга пациентов. Эти отчеты могут быть использованы лечащим врачом, чтобы дать необходимые врачебные советы из любой точки мира в любое время.

Ключевые слова: ZigBee, LabView, Arduino, система сбора данных, датчик мышечной активности.

## DEVELOPMENT OF A WIRELESS REMOTE CONTROL SYSTEM AND CONTROL MUSCLE ACTIVITY AND TEMPERATURE ON THE BASIS OF ZIGBEE

Al-Dkhamari D.K.<sup>1</sup>, Bezuglov D.A.<sup>1</sup>, Shevchuk P.S.<sup>1</sup>, Engibaryan I.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>"Don State Technical University", Rostov-on-Don, Russia (344011, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1), e-mail: [jalal\\_exe@mail.ru](mailto:jalal_exe@mail.ru)

Recently, remote monitoring systems for patients' health has received considerable development. The increasing number of aging population, the high cost of health care, play an important role in the need for secure remote monitoring of patients. This article is designed wireless remote control system and control muscle activity and temperature in patients patients based on ZigBee. The system can provide information about the health status of the patient in real-time. The proposed system can send alarm messages about the critical condition of the patient to a specialist or doctor. The proposed system can also generate reports to monitor patients. These reports can be used by the attending physician to provide medical advice from anywhere at any time.

Keywords: ZigBee, LabView, Arduino, Data acquisition, muscle activity sensor

За последние годы системы дистанционного мониторинга за состоянием у больных пациентов и пожилых людей привлекли значительное внимание. Увлечения числа стареющего населения оказывает влияние на весь мир [1, 2]. Для поддержки здоровья стареющего населения мы должны решать задачи модернизации системы здравоохранения с ограниченными ресурсами. Несмотря на многочисленные новаторские достижения в сфере здравоохранения за последние годы, расходы на здравоохранение по-прежнему очень высокие, и они стали проблемой, даже для развивающихся стран [2, 3, 4].

Одна из первых работ по системам дистанционного медицинского обслуживания была предложена в [4, 5]. Предлагаемая система подходит для пациентов, пенсионеров и других

людей, которые нуждаются в непрерывном мониторинге за их здоровьем. Система может контролировать ЭКГ сигналы у пациентов на основе протокола установления сеанса (SIP) и сети ZigBee. Система состоит из беспроводного датчика ЭКГ, ZigBee модуль, SIP реестра, прокси-сервера, сервера баз данных и беспроводных устройств. Проблема одновременного мониторинга биомедицинских сигналов от нескольких пациентов была решена в [5, 6]. Предлагаемая сеть основана на стандарте IEEE 802.15.4 и технологии ZigBee. Авторы предложили оптимизированный протокол маршрутизации от источника для управления нагрузки на сети.

**Цель работы:** разработка системы дистанционного управления и контроля за некоторыми основными биомедицинскими параметрами, такими как мышечная активность и температура. Пациенты могут обслуживаться, не выходя из дома. Лечащий врач может отслеживать состояние пациентов из удаленного местоположения, сокращая время нахождения пациента в больнице. Система снижает затраты на обеспечение медицинской помощи. Система разработана с помощью технологии ZigBee. Основная часть этой системы была реализована с помощью графического языка программирования LabView.

#### **Методика построения системы**

В работе применялись два биомедицинских датчика, прикрепленных к телу пациента для контроля температуры и изменений в мускульных усилиях у больных пациентов. Датчики преобразуют физиологические изменения в биомедицинские сигналы. Микроконтроллер считывает данные с датчиков и управляет передачей данных на блок мониторинга. Приемник модели Xbee получает данные и передает их к блоку локального контроля. Блок мониторинга может отображать, записывать и анализировать данные. Он может рассылать отчеты, а также тревожные сообщения к специалистам медицинского учреждения. Блок-схема системы показана на рис. 1. Передача данных может осуществляться с помощью проводных или беспроводных каналов. Предлагаемая система может быть подключена к сети интернет. Система может обеспечивать непрерывный контроль за состоянием здоровья у пациентов в течение двадцати четырех часов в день. Система может рассылать тревожные сообщения специалистам о любом критическом состоянии пациента.

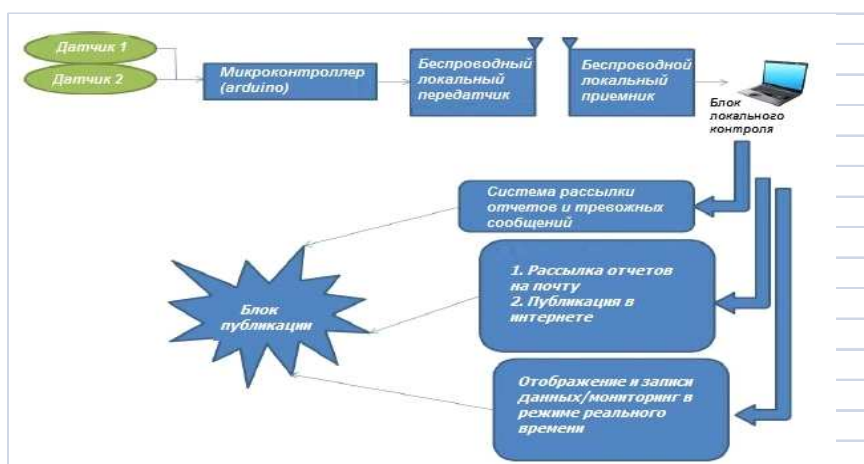


Рис.1. Блок-схема системы дистанционного управления и контроля температуры и мышечной активности у больных пациентов

Система измеряет физические параметры у пациентов с помощью двух различных датчиков, как показано на Рис. 2(а). Микроконтроллер принимает сигналы от датчиков и обрабатывает их перед передачей в модуль ZigBee передатчика.

Блок-схема системы приема показана на рис.2(б) Антенна принимает данные, затем данные передаются на компьютер для отображения. Блок контроля рассылает отчеты через интернет к заинтересованными специалистами здравоохранения.

На рис.3(а) показаны блок-схемы алгоритма измерения температуры. В работе применялся датчик температуры типа LM35. Датчик генерирует аналоговое напряжение в зависимости от температуры тела у пациента. Выходное напряжение датчика линейно пропорционально температуре тела. Схемотехника датчика герметизирована и не подвергается окислению. LM35 генерирует более высокое выходное напряжение, чем термоэлемент. Датчик может измерять температуру и генерировать сигнал, который посылается к микроконтроллеру.



Рис.2. (а) Блок-схема системы передачи, (б) Блок схемы системы приема

Затем данные передаются с помощью ZigBee на ПК. Датчики соединяются к порту ввод/вывод микроконтроллера. Выходное напряжение преобразуется в температуру, с помощью АЦП. Датчик температуры измеряет температуру и преобразует ее в электрический сигнал. Электрический сигнал обрабатывается с помощью микроконтроллера и системы LabView, затем отображается на блоке контроля. Мы устанавливаем нормальную температуру тела пациента в диапазоне 36 – 40 градусов. Если показания температуры менее 36 или больше 40 градусов, то рассылается сигнал тревоги к врачу.

Датчик мышечной активности обнаруживает изменения мышечной силы и преобразует его в переменное резистивное значение. Локальный блок контроля преобразует резистивное значение в электрический сигнал. Основная задача датчика мышечной активности состоит в измерении мышечной силы. В некоторых случаях, мышечная сила у пожилых людей, которые не в состоянии двигаться или инвалидов уменьшается в течение некоторого периода времени, датчик посылает предупреждающее сообщение лечащему врачу. Блок-схем алгоритма измерения мышечной активности показан на рис.3(б). Передатчик передает сигнал к приемнику. Приемник передает данные в блок контроля для графического отображения. Если показания меньше, чем 150 или более 500, то рассылается тревожное сообщение специалисту.

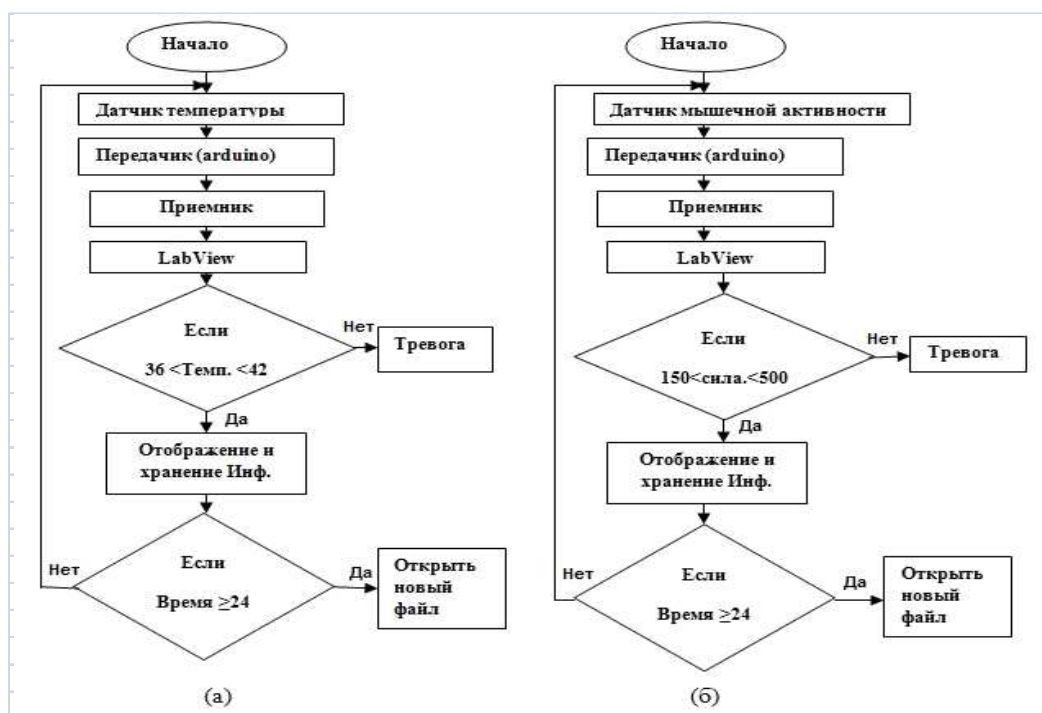


Рис.3. (а) блок схемы алгоритма измерения температуры, (б) блок схемы алгоритма измерения мышечной активности

### Результаты работы

Предлагаемая система обеспечивает непрерывной контроль температуры и мышечной активности у больных пациентов. Сигналы, генерируемые датчиками, обрабатываются микроконтроллером. Обработанные данные передаются по радиоканалу ZigBee. Полученные данные передаются на компьютер. Этапы работы системы: (а) датчики прикрепляются к телу пациента, (б) датчики начинают измерять температуру, мышечную активность, (в) программа передает полученные данные по беспроводному каналу к компьютеру. Лицевая панель системы показана на рис.4.

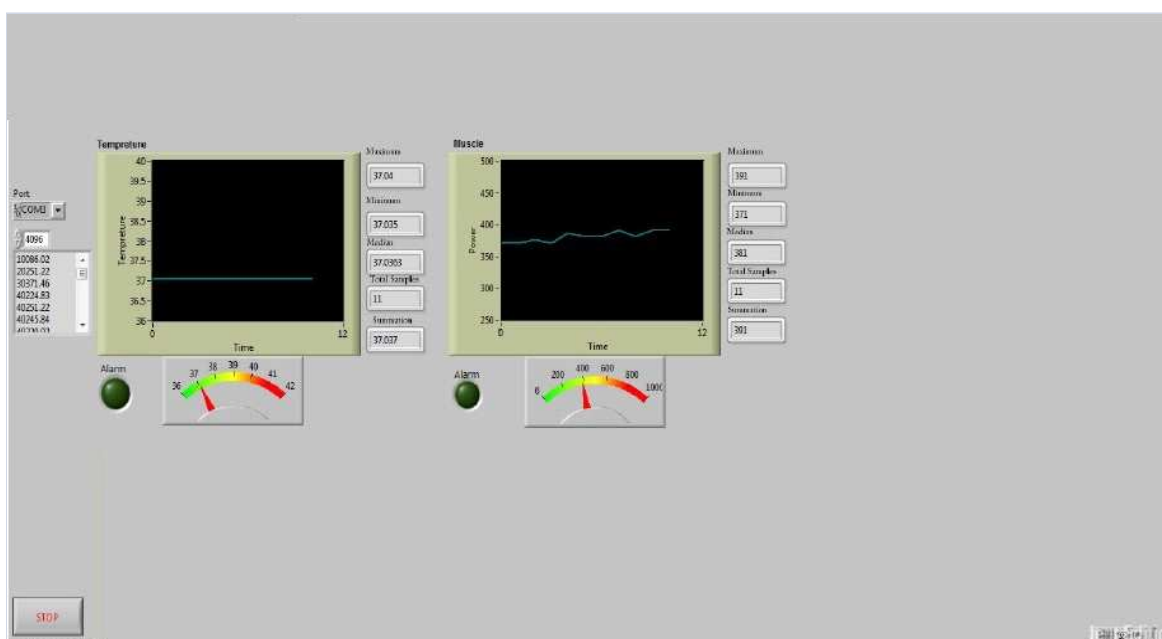


Рис.4. Лицевая панель LabView

На рис.4. слева отображается график изменения температуры тела пациента. Как видно, температура находится в нормальном диапазоне с 8:35 утра до 9:01 утра, и это означает, что температура тела пациента находится в пределах нормы.

На рис.4. справа показан график изменения мышечной активности. График показывает коэффициент нагрузки на мышцы у пациента в течение некоторого периода времени. На графике этот коэффициент у пациента варьируется между 200 и 310 (с 8:40 утра до 9:01 утра). Изменение указывает на то, что пациент находится в движении, и следовательно, сила нагрузка на мышцы увеличивается со временем.

### Заключение

В работе разработана система дистанционного управления и контроля за некоторыми основными биомедицинскими параметрами, такими как мышечная активность и температура. Результаты испытаний показывают, что система может измерять температуру тела пациента и силу мышечной активности с достаточной точностью. Система основана на ZigBee, поэтому она имеет низкое энергопотребление и низкую стоимость. Большая часть системы была реализована с помощью программы LabView с возможностью подключения к сети интернет. Система способна хранить физиологические данные пациента в течение 24 часов в сутки и семь дней в неделю. В будущем предлагаемая система может быть расширена с помощью

включения в нее нескольких дополнительных датчиков, которые могут измерить такие физиологические параметры, как уровень глюкозы в крови и артериального давления.

### Список литературы

1. Безуглов Д.А., Рытиков С.Ю., Швидченко С.А., и др. Выделение контуров изображений в информационных и управляющих системах с использованием метода вейвлет-преобразования // Нелинейный мир. - 2012. Т. 10. - № 11. - С. 846-852.
2. Иванова А.В. К вопросу о глобальных дисбалансах в мировой экономике // Социально-экономическое состояние России: пути выхода из кризиса. – 2009. - № 6. – С. 16-22
3. Решетников А. В. Экономика здравоохранения: учебное пособие для вузов / А.В. Решетников, В. М. Алексеева, Е. Б. Галкин – М.: ООО «Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2007. – 271 с.
4. Щепин О. П., Трегубов Ю.Г., Роговина А.Г., Плясунова Э. Я. Современные проблемы организации медицинской помощи населению // Проблемы социальной гигиены и истории медицины. – 2008. - № 2. – С. 31-35.
5. Н. Viswanathan, В. Chen, and D. Pompili, “Research challenges in computation, communication, and context awareness for ubiquitous healthcare,” Communications Magazine, IEEE, vol. 50, no. 5, pp. 92–99, 2012.
6. Juang J.Y., and Lee, J.W., “ ZigBee Device Access Control and Reliable Data Transmission in ZigBee Based Health Monitoring System”, In the Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Communication Technology, February , Guagwan-Do, 2008, pp. 795-797

### Рецензенты:

Звездина М.Ю., д.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой «Радиоэлектроника», Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону.

Габриэлян Д.Д., д.т.н., профессор, заместитель начальника научно-технического комплекса «Антенные системы» по науке, Федеральный научно-производственный центр ФГУП «РНИИРС», г. Ростов-на-Дону.