

УДК 004.383::612.211

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РЕСПИРАЦИИ*Ефимович В.Ф., Царик В.А., Старосотников В.Д.**Брестский государственный технический университет,
г.Брест, Республика Беларусь**Научные руководители: Булюк В.В. – заведующий лабораторией, доцент кафедры ЭВМиС,
Журавский В.И. – доцент кафедры ЭВМиС*

Аннотация. В работе показана возможность создания микроконтроллерной системы измерения ряда физиологических функций дыхания человека. Создание системы актуально в связи с необходимостью оперативной диагностики легких при заболеваниях и, в первую очередь - COVID-19, а также для диагностики состояния системы дыхания спортсменов. Разработанная микроконтроллерная система контроля респирации (дыхания) состоит из: спиротестера, мобильного устройства (телефона с операционной системой Android) и программного обеспечения. Максимальная продолжительность теста – 10 секунд с дискретностью измерения 0,1 сек. Диапазон измеряемого дифференциальным датчиком давления – 0...20 кПа. Устройство имеет OLED дисплей и энергонезависимую память, в которой хранятся 5 последних снятых значений вдоха/выдоха. Приложение для Android-смартфонов обеспечивает создание базы данных пациентов с сохранением результатов испытаний и выводом данных в виде графиков (спирограмм), вычислением по каждому из них максимальных значений давления, установление реферативных значений.

Ключевые слова: микроконтроллерная система, респирация, спирометрия, спиротестер, спирограмма.

Введение. Человечество за всю его историю сталкивалось со множеством заболеваний, эпидемий и пандемий. Одна из них – пандемия COVID-19 – показала, насколько опасными могут быть вирусы, как быстро они могут распространяться, а также насколько быстро поражаются лёгкие человека. Заболевания дыхательных путей и легочной ткани в большинстве случаев вызывают изменения функциональных параметров дыхания. Таким образом, исследуя функциональное состояние респираторной системы, можно получить представление о характере патологического процесса в бронхах и легких. [1] Каждый день делать флюорографию или рентгеновскую компьютерную томографию не представляется возможным, к тому же это не безвредно для человека. Для оценки ряда важнейших функций легких можно использовать возможности спирометрии. Спирометрия, или спирография, – один из признанных методов оценки легочной функции, метод исследования функции внешнего дыхания, включающий в себя измерение объёмных и скоростных показателей дыхания [2]. Спирометрия легких может быть использована при периодическом индивидуальном контроле для оценки достигнутых показателей респирации у спортсменов, оперативном определении профпригодности для некоторых сфер деятельности человека.

Анализ существующих аналогов показал, что многие из этих устройств имеют чрезмерно большой список измеряемых показателей, сложные компьютерные приложения для работы с ними, а также, зачастую, отсутствие приложений для смартфонов, что ухудшает их потребительские свойства, а также имеют высокую стоимость. Отсюда появилась необходимость в разработке такого спирометра, который имел бы компактные размеры, небольшой вес, достаточный набор измеряемых параметров респирации, конкурентное соотношение цена-качество, простое и удобное приложение для смартфонов.

Основная часть Разработанная микроконтроллерная система контроля респирации (дыхания) состоит из: спиротестера, мобильного устройства (телефона с операционной системой Android) и программного обеспечения. Использование подобного сочетания для аппаратной части является в настоящий момент востребованным и технически оправданным при разработке портативных биометрических систем [3].

Максимальная продолжительность теста может достигать 10 секунд с дискретностью измерения 0,1 сек. Диапазон измеряемого дифференциальным датчиком давления – 0...20 кПа. Устройство имеет энергонезависимую память, в которой хранятся 5

последних снятых значений вдоха/выдоха. Подключение к телефону или персональному компьютеру может осуществляться по шине USB. Зарядка встроенного аккумулятора происходит при подключении к шине спирометра. Имеется также система контроля заряда батареи.

Спиротестер осуществляет измерение давления вдоха (инспирации) и выдоха (экспирации) испытуемого, после чего можно подключить устройство к телефону и записать в приложение SpiroTest записанные в памяти спирометра значения. Измеряемые параметры: максимальное давление инспирации (MIP) и максимальное давление экспирации (MEP), на стадии реализации – SMIP, SMEP. Он разработан на базе микроконтроллера Atmega 328. Применение микроконтроллеров этой серии для медицинской техники имеет ряд преимуществ, таких как помехозащищенность (благодаря наличию специального режима работы), достаточный объем ОЗУ. В составе контроллера Arduino это позволяет использовать простую среду программирования Arduino IDE, которая находится в свободном доступе. Для индикации данных пользователю используется OLED-дисплей на самом устройстве. Внешний вид микроконтроллерной системы представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид микроконтроллерной системы измерения респирации

Для обеспечения безопасности испытуемого, предотвращения заражения при контакте после предыдущего пациента, спирометр укомплектован сменными клапанами-мундштуками, которые необходимо заменить для каждого нового испытуемого. Использованные мундштуки могут повторно применяться после стерилизации. Планируется также добавление опции ультрафиолетовой обработки поверхностей и воздуха внутри блока в целях обеззараживания.

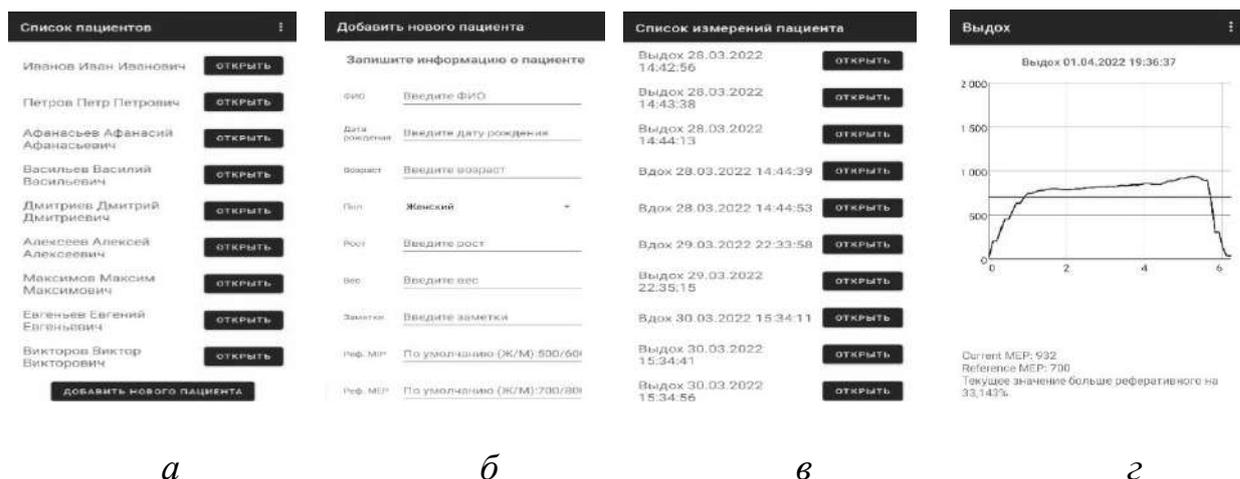


Рисунок 2 – Изображение окон приложения SpiroTest: главного окна (а); окна добавления пациента (б); окна со списком измерений пациента (в); окна с графиком конкретного измерения (г)

Приложение для Android смартфонов было спроектировано в среде разработки Android Studio. Она обладает такими преимуществами, как современный визуальный редактор макетов, удобный и быстрый эмулятор устройств, анализатор APK-файлов, интеллектуальный редактор кода, гибкая система сборки и др. Это позволяет разрабатывать более качественные Android-приложения, проводить их отладку прямо на компьютере. Android Studio распространяется на безвозмездной основе.

Мобильное приложение предназначено главным образом для медицинского персонала учреждений здравоохранения (далее будет объяснено почему). Главный экран представляет собой список пациентов из базы данных (рисунок 2, а). В окне добавления нового пациента можно ввести необходимую информацию о нём (рисунок 2, б), после чего приступить непосредственно к измерению показателей. Снятые значения будут отнесены к конкретному испытуемому с пометкой, когда оно было сделано (рисунок 2, в), а также с графическим отображением этого измерения – спирограммой (рисунок 2, г). Окно с графиком содержит ознакомительную информацию о текущем значении относительно нормы.

Заключение. Таким образом, был разработан конкурентноспособный аналог зарубежным устройствам контроля дыхания человека. Устройство позволяет отслеживать респираторные показатели лёгких человека, является компактным, портативным, простым и удобным в использовании. В связи с планируемыми исследованиями физиологических особенностей пациентов и определением оптимальных параметров контроля респирации в дальнейшем прибор и приложение будут совершенствоваться, а их функционал – расширяться.

Список литературы

1. Чикина, С.Ю. Спирометрия в повседневной врачебной практике / С.Ю. Чикина, А.В. Черняк // Лечебное дело. – 2007. – 2.2007. – С. 29.
2. Спирометрия – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Спирометрия>. – Дата доступа: 07.04. 2022.
- 3 Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Биометрическая измерительная система для оценки состояния пользователя ПК. // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018): материалы международной научной конференции. Минск, БГУИР, 25 октября 2018 г. – С. 166–167.

UDC 004.383::612.211

RESPIRATION MICROCONTROLLER MEASUREMENT SYSTEM

Efimovich V.F., Tsarik V.A., Starosotnikov V.D.

*Brest State Technical University,
Brest, Republic of Belarus*

*Scientific supervisors: Busliuk V.V. – associate professor of the department of computers and systems,
Zhuravsky V.I. – associate professor of the department of computers and systems*

Annotation. The paper shows the possibility to create a microcontroller system for measuring a number of physiological functions of human respiration. The creation of the system is relevant due to the need for prompt diagnosis of the lungs in diseases and, first of all, in COVID-19, as well as for diagnosing of the respiratory system state of athletes. The developed microcontroller respiratory monitoring system consists of: a spirotester, a mobile device (a phone with an Android operating system) and software. The maximum duration of the test is 10 seconds with a measurement discreteness of 0.1 seconds. The range of pressure measured by the differential sensor is 0...20 kPa. The device has an OLED display and a non-volatile memory to store last 5 inspiration or expiration values. The application for Android smartphones provides the creation of a database of patients with the preservation of test results and the output of data in the form of graphs (spirograms), the calculation of maximum pressure values for each of them, and allows to set reference values.

Keywords: microcontroller system, respiration, spirometry, spirotester, spirogram.