

цесса тестирования. Результаты проведенных тренировок удобно сохранять на облачном сервере – это позволит пользователям получать доступ к исследованиям с любого устройства, а также предоставит возможность вести базу данных пользователей. Сервис авторизации и регистрации пользователей позволит каждому пользователю иметь свой набор сохранённых результатов, а также разграничить доступ к базе данных.

Список цитированных источников

1. Стабилометрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стабилометрия_\(исследование_позы\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стабилометрия_(исследование_позы)). – Дата доступа: 02.04.2022.
2. Старосотников, В. Д. Стабилоплатформа с микроконтроллерным управлением / В. Д. Старосотников, В. А. Царик // Электронные системы и технологии: сборник материалов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18–22 апреля 2022 г. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 321–323.
3. Gyroscope Bluetooth Version BWT901CL. SPECIFICATION [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://wiki.wit-motion.com/english/lib/exe/fetch.php?media=bluetooth_inclinometer:bwt901cl:docs:bwt901cl_user_manualv1.0pdf.pdf. – Дата доступа: 02.04.2022.
4. jMonkeyEngine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JMonkeyEngine> – Дата доступа: 02.04.2022.

УДК 629.359

Ефимович В. Ф.

Научные руководители: к. т. н., доцент Костюк Д. А.;

доцент кафедры Буслюк В. В.

ПРОБЛЕМАТИКА СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ РЕСПИРАЦИИ

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.

Спирометрия – один из первых методов оценки легочной функции, точнее – измерения легочных объемов при различных дыхательных маневрах, как спокойных, так и форсированных. Спирометрия показана для выявления обструктивных и рестриктивных нарушений, установления причины различных респираторных симптомов, нарушений газообмена, изменений других показателей, определения риска оперативного вмешательства, оценки физического состояния пациента, оценки эффективности лечения бронхолёгочной патологии [1].

В 1846 году была опубликована первая статья доктора Джона Хадчинсона о спирометрии и, в частности, его приборе – спирометре. Для измерения этим устройством испытуемый вдыхал или выдыхал воздух из прибора с ограниченным газовым пространством. После этого строили график зависимости объема лёгких от времени, то есть спирограмму «объем-время».

Позднее появился альтернативный способ, при использовании которого способа необходимо измерять поток воздуха и время. Объем в этом случае рассчитывается умножением потока на время, а затем строится спирограмма

«поток-объём». В настоящее время на смену прибору Д. Хадчинсона пришли приборы, измеряющие именно поток воздуха [2].

Проведём сравнительный анализ современных спирометров от различных производителей.

Спирометр Spirodoc MIRSP01 от итальянской компании MIR (рисунок 1а) – это портативный профессиональный спирометр, имеющий множество измеряемых параметров, сенсорный монитор, эргономичный дизайн, а также некоторые дополнительные функции, такие как измерение пульса, уровня кислорода в крови (с помощью дополнительного модуля, который может идти в комплекте с прибором), измерение параметров и анализ сна, а также тест шестиминутной ходьбы. Также в комплекте идёт программное обеспечение для персонального компьютера, коммуницировать с которым устройство может с помощью USB-порта. Есть возможность подключения к периферийным устройствам через Bluetooth.

Компьютерный спирометр MiniSpir Light MIRmS-RU-1 от компании MIR является «облегченной» версией предыдущего спирометра. Имеет урезанную версию ПО для ПК и такой же большой арсенал измеряемых параметров.

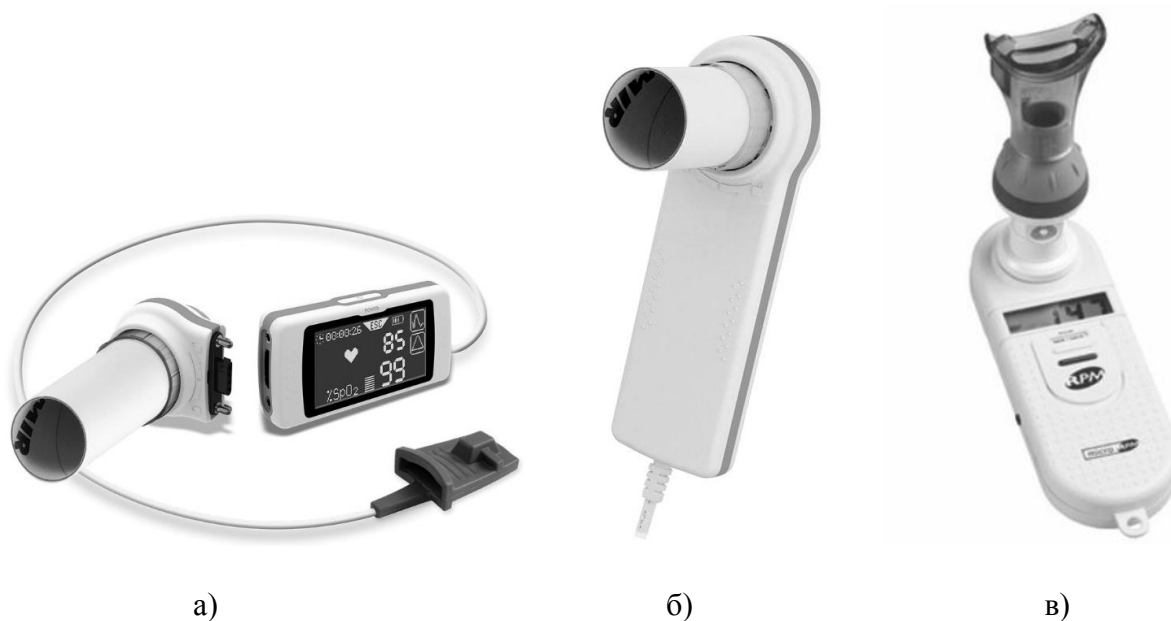


Рисунок 1 – Спирометры Spirodoc MIRSP01 (а), MiniSpir Light MIRmS-RU-1 (б) и Micro RPM (в)

Питание устройства, а также его соединение с компьютером осуществляется через порт USB. Внешний вид устройства показан на рисунке 1б.

Спирометр Micro RPM американской компании Vyairе (рисунок 1в) измеряет максимальное инспираторное и экспираторное давление, а также назальное инспираторное давление. Устройство работает от батареек и может быть использовано вместе с программным обеспечением Puma.

Спирометр BTL-08 SPIRO PRO производства Чехии предназначен для проведения тестов и управления записями пациентов. Результаты теста видны на экране, а также могут быть распечатаны или экспортированы на ПК. Внешний вид спирометра показан на рисунке 2а. Подходит для обследований в педиатрии. Записанные данные можно сравнить с предыдущими обследованиями.



а)

б)

Рисунок 2 – Спирометры BTL-08 SPIRO PRO (а) и MicroLab CareFusion (б)

Спирометр MicroLab CareFusion от компании Vyair – портативное устройство с цветным сенсорным экраном и принтером (рисунок 2б). Имеет дополнительные функции пульсоксиметрии и звуковых сигналов. Присутствует анимационный тест для детей.

Результаты сравнения приборов сведены в таблицу.

Таблица – Характеристики устройств контроля дыхания

Характеристики	MIR SPIRODOC MIRSP01	MIR MIN- ISPIR LIGHT MIRmS-RU-1	Micro RPM (Vyair)	BTL-08 SPIRO PRO	MicroLab Care- Fusion (Vyair)
Работа от аккумулятора, электросети или др.	От аккумулятора, электросети	От USB порта	От батареек	От электросети	От аккумулятора, электросети
Измеряемые параметры	FVC, FEV1, PEF, FEF, FET, FIVC, PIF, VC, ERV, IC, VT, VE и др.	FVC, FEV1, FEF, FIVC, VC и др.	MIP, MEP, SNIP	FVC, FEV, PIF, FIV, SVC, VC, TV и др.	VC, FEV, FVC, PEF, MEP, MVV, FIVC, FET и др.
Программное обеспечение (ПК/смартфон)	ПК	ПК (до Windows Vista)	ПК	–	ПК
Сенсорный экран/кнопки	+	–	–	–	+
Дополнительные функции (пульсоксиметр, счётчик шагов и др.)	+	–	–	+	+
USB, Bluetooth	USB, Bluetooth	USB	–	USB	Mini USB
Точность измерения показателей, %	±2...5	±3...5	±3	±5	±3
Измерение потока, л/с	±16	±16	–	±16	–
Частота дискретизации, Гц	–	–	–	1000	–
Вес, грамм	100	65	175	3200	630
Стоимость, бел. руб.	≈ 4040-4700	≈ 4500	≈ 4700	≈ 6700	≈ 6600

К положительным аспектам данных приборов и других аналогов можно отнести следующее: многие из них предназначены для проведения измерений у детей, ПО имеет тесты или игры для детей, высокая точность измерений, эргономичный дизайн и некоторые другие функции.

Каждое из рассмотренных устройств предоставляет свой функционал, часть из которого общая для всех систем, однако есть некоторые особенности реализации. Как видно из таблицы, некоторые из устройств имеют обширный список измеряемых параметров, что может оказаться излишним. Здесь можно отметить также то, что производители устройств не указывают в открытых источниках информацию о способе измерения параметров и особенно их нормирования. Для некоторых параметров не существует универсальной формулы, которая подошла бы для всех случаев, а показатели нормы могут для жителей разных регионов. Из-за этого целесообразно было бы добавить функцию ручного внесения и/или изменения нормальных показателей.

Многие из спирометров ориентированы на работу совместно с персональным компьютером, что в некоторых случаях делает устройство непригодным для работы без ПК. Это может стать решающим фактором, например при вызове врача на дом. Для улучшения таких характеристик, как портативность и удобство, необходимо обеспечить работу со смартфонами. Это решит перечисленные проблемы.

К отрицательным качествам рассмотренных устройств следует также отнести отсутствие возможности подключения и передачи данных по сети Wi-Fi.

Большая часть компьютерного ПО для работы со спирометрами – очень сложная база данных с большим количеством параметров и настроек. Это может затруднить освоение программы как медицинскими работниками, так и простыми пользователями. Очень сложный интерфейс программы может послужить причиной возникновения ошибок.

На сегодняшний день спирометрия является наиболее простым и распространённым методом функциональной диагностики, и при этом не имеет особых противопоказаний. Поэтому является актуальной разработка мобильного устройства, ориентированного на совместное использование со смартфоном, обладающее минимально полезным набором параметров и, в следствие этого, менее сложным интерфейсом, позволяющим упростить применение спирометра.

Список цитированных источников

1. Чикина, С. Ю. Спирометрия в повседневной врачебной практике / С. Ю. Чикина, А. В. Черняк // Лечебное дело. – 2007. – № 2. – С. 29.
2. Физиология дыхания / А. Г. Чучалин [и др.] // РНИМУ им. Н.И. Пирогова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://do.rsmu.ru/fileadmin/user_upload/mbf/c_fiziologii/Glava_Fiziologija_dykhanija.pdf. – Дата доступа: 13.04.2022.