

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ПРИБОРА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ**

**Томашевский Р.С., Гура Ю.М.**

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Промышленная и биомедицинская электроника», Украина, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21; тел.: +38(057) 7076237, 7076937

Периодическая диагностика органов дыхания позволяет своевременно выявить нарушения функции внешнего дыхания (ФВД), которые часто приводят к необратимым патологическим изменениям и различного рода заболеваниям. Именно поэтому внедрение в медицинский технологический процесс таких скрининговых методов диагностики, как спирометрия и пневмотахометрия является чрезвычайно актуальным. Для решения этой задачи необходимо обеспечение лечебно-профилактических учреждений современными, недорогими техническими средствами диагностики.

В лаборатории биомедицинской электроники Национального технического университета «ХПИ» по заказу фирмы «РАДМИР ДП» АО НИИРИ проводятся работы по созданию портативного прибора для тестирования ФВД. Данная разработка осуществляется в сотрудничестве с кафедрой фтизиатрии и пульмонологии ХМАПО.

Цель данной работы состоит в анализе технических задач, которые должны быть рассмотрены и решены в процессе разработки портативного прибора для тестирования ФВД. К таким задачам могут быть отнесены: выбор аналога прибора, соответствующего требованиям современной спирометрии; выбор датчика для измерения расхода и объема вдыхаемого и выдыхаемого воздуха; разработка интерфейса, обеспечивающего удобство пользования прибором; разработка источника электропитания, обеспечивающего надежность и безопасность эксплуатации прибора; выбор микроконтроллера и разработка программно-математического обеспечения, которые позволят определять все основные показатели ФВД и сравнивать их с должными величинами.

Сравнительный анализ портативных приборов таких зарубежных фирм, как Micro Medical LTD (Англия), Medical International Research (Италия) и SCHILLER (Швейцария), позволил установить, что лучшими по критерию «качество/цена» оказались приборы Spirobanc и Spirobanc II (фирма MIR, Италия), которые и были выбраны в качестве аналогов. Эти приборы отличаются возможностью проводить дыхательные тесты, как на вдохе, так и на выдохе, сохранять результаты тестирования в памяти и сравнивать их с должными величинами. В приборах предусмотрена возможность подключения к персональному компьютеру.

При выборе датчика измерения расхода и объема для портативного прибора особое внимание уделялось чувствительности, погрешности измерения, линейности передаточной характеристики, величине пневматического сопротивления, быстродействию и надежности, возможности определения направления потока. В процессе исследований были рассмотрены датчики пе-

ременного перепада давления, турбинного типа, термокондуктометрические и ультразвуковые датчики. Сравнение достоинств и недостатков указанных датчиков позволило сделать следующий вывод: в отечественном портативном приборе наиболее целесообразно использовать тахометрический метод и применить датчик турбинного типа. Такой датчик имеет линейную передаточную характеристику, довольно низкое пневматическое сопротивление и высокую точность, хорошие массогабаритные показатели. Кроме того, данный тип датчика позволяет проводить измерения, как на вдохе, так и на выдохе. Влияние инерционности датчика может быть учтено за счет программно-математической коррекции результатов измерения.

Для упрощения процесса эксплуатации в портативном приборе разработан пользовательский интерфейс, основными элементами которого (кроме программного обеспечения) являются жидкокристаллический дисплей (две строки по 16 символов), совмещенный с цветовой шкалой отклонений, и кнопки с двойными функциями. Такой интерфейс позволяет выбирать режим работы прибора, вводить данные о поле, росте и возрасте пациента, просматривать и оценивать результаты тестов, контролировать состояние памяти, текущее время, аккумуляторную батарею и т.д.

С целью обеспечения электробезопасности пациента и медицинского персонала в приборе в качестве источников питания используется два последовательно соединенных гальванических элемента с суммарным напряжением 1,2-3,0 В. Надежность работы прибора при изменении напряжения гальванических элементов достигается путем использования повышающего широтно-импульсного преобразователя с отрицательной обратной связью со стабилизированным выходным напряжением 5 В.

Для реализации заложенных функций в качестве управляющего элемента прибора был выбран микроконтроллер ATmega 88V со следующими параметрами: напряжение питания 1,8-5,5 В, EEPROM – 512, Flash – 8К, тактовая частота – 16 МГц. Программное обеспечение прибора позволяет:

- определять основные показатели ФВД и сравнивать их с должными величинами по Р.Ф. Клементу с учетом пола, роста и возраста пациента;
- оценивать по цветовой шкале уровни отклонения ЖЕЛ (жизненная емкость легких) и ОФВ1 (объем форсированного выдоха за первую секунду) от нормы (по Л.Л. Шику и Н.Н. Канаеву);
- хранить в памяти прибора результаты тестов 10 пациентов со всеми определенными показателями ФВД;
- измерять ПОС (пиковая объемную скорость) в режиме пикфлоуметра с фиксацией времени тестирования;
- осуществлять передачу полученных данных на персональный компьютер с целью дальнейшего хранения или печати.

Решение указанных задач позволило разработать портативный прибор для тестирования ФВД и изготовить его действующий макетный образец. На рис.1 приведен внешний вид макетного образца прибора с комплектом принадлежностей: мундштуки, одноразовая турбина, носовой зажим.



Рис. 1. Внешний вид макетного образца портативного прибора для тестирования ФВД с комплектом принадлежностей

Экспериментальные исследования макетного образца прибора показали, что при измерении скорости потока вдыхаемого и выдыхаемого воздуха в диапазоне от 0,1 до 14 л/с погрешность измерения составила не более 5 %, а при измерении объема в диапазоне 0,1-8 л – не более 3 %.

В заключение можно добавить, что для исключения передачи инфекции от больного пациента к здоровому в приборе может быть использован бактерицидный фильтр, устанавливаемый перед датчиком. Легкая и быстрая дезинфекция прибора достигается за счет использования одноразовых мундштуков и турбин.