

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

## **VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «МЕДЭЛЕКТРОНИКА - 2010»**

### **СРЕДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

8-9 декабря 2010 г. Минск

### **РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО МЕТОДА ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ АУСКУЛЬТАТИВНЫХ ФЕНОМЕНОВ**

*Д.В.Кудрицкий, М.В.Гольцев, А.В.Блатун*

*Белорусский государственный медицинский университет, пр. Дзержинского, 83, БГМУ, каф.  
медицинской и биологической физики, 220116, г. Минск, Беларусь, тел. +375 17 2719629  
E-mail: mgoltsev@mail.ru*

Abstract. The purpose of the investigation is the development of the optimal method of auscultation sounds objectification. The research was divided in several steps: analysis of the existing analogues; development of the optimal by specificity, sensitivity and availability method of registration, processing and visualization of the auscultation phenomena; determination of the characteristics of the auscultation phenomena; databases and application manuals of the method creating; introduction in medical practice. As the result of the research the device was developed, the pilot model was created and the original software was designed.

Метод аускультации используется в различных направлениях медицины для диагностики заболеваний органов дыхания, пороков сердца и определения функциональной активности кишечника. Однако, в связи с развитием инструментальных методов исследования, значение аускультации было снижено, что связано в первую очередь с субъективизмом метода. Так, при оценке наличия дополнительных дыхательных шумов частота совпадений их оценки между двумя врачами достигает не более 47% [1]. Кроме того, на воспринимаемый звук влияет сам стетоскоп, различия в характеристиках которого наблюдаются не только у разных моделей, но даже у приборов из одной партии [2]. Применение систем аппаратной аускультации является основным способом объективизации восприятия аускультативных феноменов, позволяющим проводить их точную регистрацию и анализ, что стало возможным с развитием вычислительной техники и программного. Использование ещё с начала 70-х годов XX века компьютерной техники для записи дыхательных шумов позволило преодолеть такие трудности аппаратной аускультации, как взаимодействие звуковых волн и большой объем информации [3]. В настоящее время в медицинской практике наиболее часто используется обработка сигналов во временной области, хотя спектральный анализ часто может быть более информативным и специфичным.

Целью работы являются разработка и создание оптимального способа объективизации аускультативных феноменов человека в норме и при патологии.

Задачи исследования: изучение существующих методов; разработка оптимального по специфичности, чувствительности и доступности метода регистрации, обработки и визуализации аускультативных феноменов; определение характеристик аускультативных феноменов в норме и при патологии; создание баз данных и рекомендаций по использованию метода; внедрение в медицинскую практику.

Для выполнения задач исследования был разработан и создан опытный образец цифрового фонендоскопа, сопряженного с мобильным телефоном с операционной системой Windows Mobile 5.0 (рисунок 1). В качестве датчика использовался электретный микрофон. Максимальная погрешность АЧХ составила 0,9% на частоте 14,2 кГц (большинство полезных сигналов имеют частоту ниже 3 кГц). Частота дискретизации звукового сигнала составила 44,2 кГц, разрешение АЦП – 16 бит.

Принципиальная схема оборудования была разработана с помощью пакета программного обеспечения Proteus 7.2. Программное обеспечение было создано в среде разработки Labview 8.6.

С целью установления диагностических критериев было проведено исследование, в котором приняло участие 139 человек 19 – 72 лет (средний возраст  $35,2 \pm 16,1$ ) давших информированное согласие на проведение исследования. В контрольную группу вошли 50 здоровых человек 20 – 57 лет (средний возраст  $31,1 \pm 12,3$ ). Наличие заболевания у пациентов было подтверждено инструментальными методами исследования.

В случае диагноза пневмонии проводилось картирование легких по методу аускультативной перкуссии (Рис.1) Для диагностики приобретенных пороков сердца аускультация проводилась в общепринятых точках (Рис. 2). Для диагностики обструктивных нарушений проводился анализ звука спокойного трахеального дыхания и форсированного выдоха (Рис. 3). В случае пневмонии чувствительность метода составила 92%, специфичность 92% (хи-квадрат Пирсона 61,89, хи-квдрат Йетса 58,53, фи-квадрат 0,70330). В случае обструктивных заболеваний чувствительность метода составила 92%, специфичность 90% (хи-квадрат Пирсона 46,67, хи-квдрат Йетса 43,21, фи-квадрат 0,63068). В случае приобретенных пороков сердца чувствительность метода составила 93%, специфичность 98% (хи-квадрат Пирсона 64,34, хи-квдрат Йетса 60,35, фи-квадрат 0,83556).

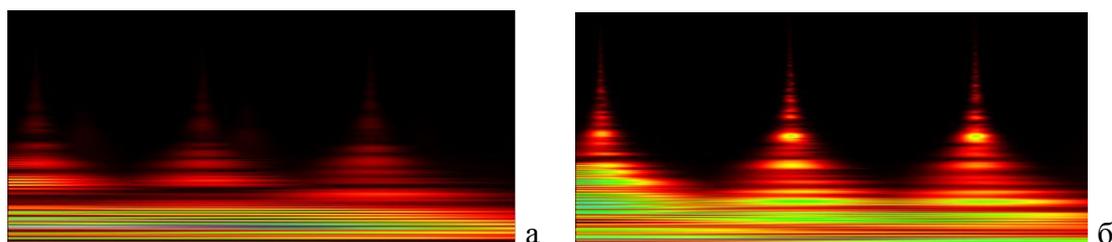


Рисунок 1 – Сонограммы перкуторных звуков легких пациента  
а - акустический отклик над здоровым легким; б - акустический отклик над очагом воспаления

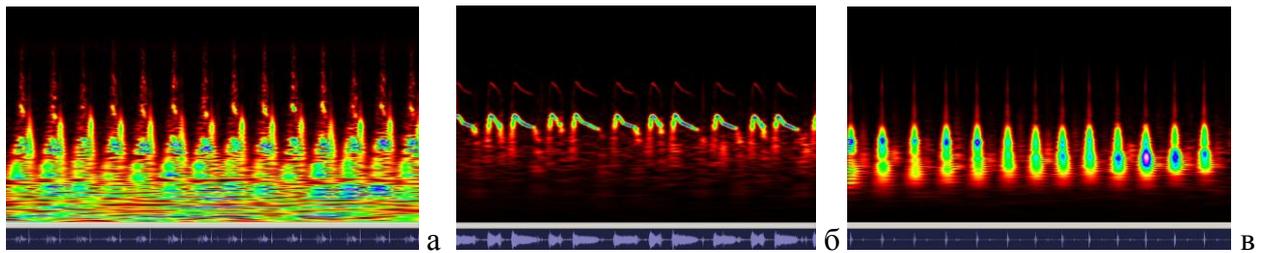


Рисунок 2 – Сонограммы пациента с патологиями сердца  
 а - с аортальным стенозом над проекцией аортального клапана;  
 б – с недостаточностью аортального клапана над проекцией аортального клапана;  
 в – митральный стеноз

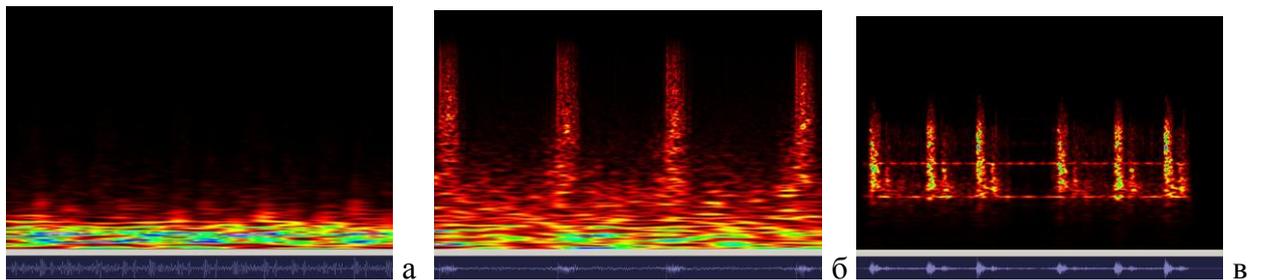


Рисунок 3 – Сонограммы дыхательных шумов пациента  
 а - везикулярное дыхание в норме; б – влажные хрипы; в – сухие хрипы

Статистический анализ проводился в пакете программ Statistica 8. С точки зрения авторов, наиболее оптимальным является анализ звукового сигнала с использованием вейвлет-преобразования и визуализация в качестве двумерных сонограмм, где значения амплитуды передаются цветом.

Результаты проведенных исследований сопоставимы с большинством схожих исследований [4,5,6,7]. В ходе работы было разработано и создано оборудование для объективизации аускультативных феноменов и соответствующее программное обеспечение к нему. На основании полученных в работе данных были предложены методики и диагностические критерии для диагностики некоторых заболеваний легких и сердца. Метод и оборудование обладают достаточными параметрами чувствительности и специфичности, по характеристикам соответствует зарубежным аналогам и значительно выигрывает у последних по ценовым показателям как в производстве, так и в эксплуатации и имеют широкие возможности по модернизации в зависимости от поставленных задач.

#### Литература

1. Workum F.T., Cholford S.K., Debono E., Murphy R.L.H. //Am. Rev. Respir. Dis. - 1982. - Vol. 126. - P. 347-353.
2. A.I. Itskovich, E. Yu. Shumarova, V.I. Korenbaum // Pacific Medical Journal, 2005, No. 2, p. 11-13.
3. Kraman S.S., Hamm G. Ann. Intern. Med. - 1999. - Vol. 21, No. 12. - P. 963-967.
4. Батищев Э.М., Бойко И.А., Коренбаум В.И., Костив А.Е., Кулаков Ю.В., Мокеев Д.Н., Почкутова И.А., Тагильцев А.А. Акустическая интраскопия легких на основе спектрального анализа перкуторных звуков // Вестн. нов. мед. технологий. 2003. Т. 10, № 1–2. С. 8–9.
5. Кулаков Ю.В., Малышенко И.Ю., Коренбаум В.И. Возможности комбинированной бронхофонографии в диагностике пневмоний // Пульмонология. 2002. Т. 12, № 5. С. 29–32.
6. Коренбаум В.И., Кулаков Ю.В., Тагильцев А.А. Новые акустические методы исследования системы дыхания человека // Вестн. нов. мед. технологий. 1996. Т. 4, № 3. С. 87–89.
7. Rangayyan, R.M and Lehner ,R.J (1988). Phonocardiogram signal analysis : a review.CRC Critical Reviews in Biomedical Engineering 15 (3) , 211-236. (s)

