

7. Заполненный гипсовой смесью цилиндр накрыть дюралюминиевой крышкой, расположив ее смазанной поверхностью к поверхности цилиндра.

8. Закрепить на металлической плите магнитную стойку. Установить на ней головку индикатора так, чтобы его измерительный наконечник контактировал с небольшим натягом (1,5-2 мм) с поверхностью дюралюминиевой пластины. Совместить стрелку индикатора с нулевым показанием шкалы.

9. Зафиксировать по часам время начала исследуемого процесса.

10. Снять показания индикатора через каждые 15 минут в течении 1 часа затвердевания гипса.

11. Построить график величины относительно расширения гипса за время его затвердевания.

12. Вычислить линейное расширение образца при его затвердевании в %.

Определение нагревания гипса в процессе затвердения происходит по следующей методике.

Сразу после выполнения пункта 9 предыдущего раздела с помощью инфракрасного термометра СН 8380 провести измерение температуры поверхности цилиндра, за время затвердевания в нём гипса.

Значение измеряемой температуры, которое необходимо занести в протокол с учетом времени с начала затвердевания гипса в цилиндре. В течение последующих 15 минут с начала затвердевания гипса через каждые 2 минуты измерить температуру поверхности цилиндра. По полученным данным найти зависимость значения температуры поверхности цилиндра за время затвердевания в нем гипса.

Литература

1. В.Н. Трезубов, Л.М. Мишнёв, Е.Н. Жулёв, В.В. Трезубов. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение: учебник для студентов. – М. «МЕДпресс-информ», 2011. – С. 21–22, 230–233.
2. ГОСТ 31568-2012 (ISO 6873:1998) гипсы стоматологические. Общие технические условия.

УДК 616.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-АКУСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ЗВУКОВ ЧЕЛОВЕКА

Зайцева Е.Г., Чернецкий М.В., Шевель Н.А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Одним из наиболее распространенных методов диагностики заболеваний органов дыхания на начальной стадии является аускультация. Традиционная методика аускультации предусматривает анализ дыхательных звуков человека специалистом с использованием стетоскопа или фонендоскопа. При этом качество диагностики определялось в первую очередь квалификацией и опытом специалиста.

В настоящее время вместо традиционных акустических усилителей звука, имеющих в стетоскопе и фонендоскопе, стало возможным использовать микрофон. Соответственно возникла возможность записывать звуки дыхания, передавать их на большие расстояния, транслировать, обрабатывать и сохранять. В результате были созданы большие базы данных, анализ которых позволил наряду с традиционным выслушиванием звуков дыхания, но уже дистанционно, без контакта с пациентом, создавать программные средства для автоматического анализа [1]. Применение одновременно нескольких микрофонов при увеличении громкости записывающего устройства позволило решать задачи локализации источников патологических шумов дыхания [2, 3]. Вышеперечисленные достижения в области аускультации позволили повысить качество диагностики пульмонологических заболеваний.

Возможность дистанционного анализа звуков дыхания позволяет увеличить оперативность диагностики, т. к. врач может прослушать эти звуки, не присутствуя рядом с пациентом, а после их передачи через устройство воспроизведения. При этом необходимо решить проблему определения положения точек для аускультации на поверхности грудной клетки без присутствия врача рядом с пациентом. Очевидно, что расположение точек для аускультации однозначно связано с анатомией грудной клетки, а именно расположением ребер. Таким образом, зная координаты определенных (назовем их базовыми) точек грудной клетки возможно вычислить координаты точек для аускультации.

Положение базовых точек можно определить, используя первичный преобразователь для определения ускорений, например, аксельрометр, дважды продифференцировав его показания, после чего возможно рассчитать координаты точек аускультации. Зная координаты этих точек, возможно совместить преобразователь акустического сигнала в электрический с текущей точкой с помощью соответствующих изображений на устройстве воспроизведения. С использованием предложенной выше концепции была разработана методика записи и анализа звуков дыхания, не требующая обязательного присутствия врача при записи звуков.

Процесс записи и анализа осуществляется в 6 этапов с помощью устройства, представленного на рис. 1 и состоящего из двух узлов (записи и анализа).

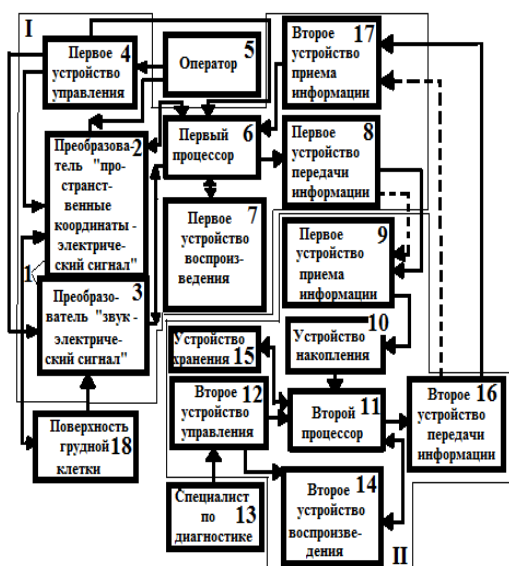


Рисунок 1 – Схема устройства анализа звуков дыхания

Устройство содержит блок 1 конструктивно жестко связанных преобразователей «пространственные координаты объекта – электрический сигнал» 2 и «звук – электрический сигнал» 3, первое устройство управления 4 для связи оператора 5 с элементами устройства, первый процессор 6 для координации работы оператора по позиционированию базовых, первичных и дополнительных контрольных точек, записи звуков дыхания, передачи информации в другие элементы устройства, устройство воспроизведения 7 для воспроизведения необходимой информации при позиционировании блока 1 преобразователей и записи звуков дыхания, первое устройство 8 для кабельной и/или беспроводной передачи, первое устройство 9 для кабельного и/или беспроводного приема информации от устройства передачи 8, устройство 10 накопления данных, второй процессор 11 для координации через второе устройство управления 12 действий специалиста 13 по диагностике, обработки и передачи поступившей информации в другие элементы устройства, второе устройство воспроизведения 14 для воспроизведения необходимой информации специалисту 13 визуальной информации и прослушивания специалистом 13 звуков дыхания, также устройство 15 хранения информации, поступающей со второго процессора 11, второе устройство 16 для кабельной и/или беспроводной передачи информации со второго процессора 11 во второе устройство 17 для кабельного и/или беспроводного приема этой информации, передаваемой оттуда в первый процессор 6.

Блок 1 преобразователей, первое устройство управления 4, первый процессор 6, первое устройство 7 воспроизведения, первое проводное и/или беспроводное устройство 8 передачи информации, второе проводное и/или беспроводное устройство 17 приема информации конструктивно могут быть объединены в первый общий узел I, а первое проводное и/или беспроводное устройство 9 приема информации, второе проводное и/или беспроводное устройство 16 передачи информации, устройство накопления информации 10, второй процессор 11, второе устройство воспроизведения 14, второе устройство 12 управления и устройство 15 хранения информации могут быть конструктивно объединены во второй общий узел II.

В рамках реализации способа на первом этапе осуществляется определение координат точек на поверхности грудной клетки 18, где следует производить запись звуков дыхания. Оператор 2 через первое устройство управления 4 и первый процессор 6 инициирует на первом устройстве воспроизведения 7 воспроизведение изображения блока 1 преобразователей «пространственные координаты объекта – электрический сигнал» 2 и «звук – электрический сигнал» 3 (изображение точки преобразователей) и изображения и изображения базовых точек на поверхности грудной клетки 18, куда оператору необходимо установить блок преобразователей. Затем оператор 5 поочередно перемещает блок 1 преобразователей в базовые точки на поверхности грудной клетки 18 до того момента, пока на первом устройстве воспроизведения не произойдет совмещение изображений точки преобразователей и базовой точки. После позиционирования оператор 5 через первое устройство управления 4 на первый процессор 6 подает сигнал об осуществлении позиционирования. После окончания позиционирования по всем базовым точкам первый процессор 6 обрабатывает полученную от преобразователя информацию и на первом устройстве 7 визуального воспроизведения формирует изображения первичных контрольных точек, в которых необходимо осуществлять первичную запись сигнала преобразователем 2 «звук – электрический сигнал».

На втором этапе реализации способа осуществляется первичная запись звуков дыхания и передача информации для анализа. Оператор 5 перемещает блок 1 преобразователей по поверхности грудной клетки 18 до того момента, пока на первом устройстве 7 воспроизведения не произойдет совмещение изображений точки преобразователей и соответствующей первичной контрольной точки. При совмещении этих точек первый процессор 6 инициирует запись звуков дыхания преобразователем 2 «звук – электрический сигнал», обрабатывает полученный электрический сигнал, передает его на первое устройство

8 беспроводной и/или кабельной передачи информации с одновременным воспроизведением сигнала для оператора 5 на первом устройстве 4 воспроизведения о переходе к измерению другой точке либо об окончании измерений. Цикл первичных измерений звуков дыхания повторяется для остальных точек до момента, когда измерения проведены во всех точках, при этом одновременно первое устройство 8 беспроводной и/или кабельной системы связи по кабелю и/или по системе беспроводной связи передает информацию в первое приемное устройство 9, откуда она поступает в устройство накопления 10, а затем во второй процессор 11.

Третий этап реализации способа предусматривает сравнение параметров записанной информации с их нормальными значениями и принятие решения о переходе на четвертый или шестой этап. На третьем этапе второй процессор 11 передает на второе устройство 14 воспроизведения из устройства накопления информацию о записанных звуках дыхания, транслируемую в звуковой форме, которую прослушивает и анализирует специалист 13 по диагностике. Одновременно вторым процессором 11 производится сравнение параметров записанной информации с нормальными значениями, поступающими во второй процессор 11 из устройства 15 хранения.

В случае отклонения параметров записанной информации от нормальных значений вторым процессором 11 инициируется выполнение четвертого этапа, являющегося повторением второго и третьего этапа исследований для дополнительных точек. Второй процессор 11 на втором устройстве 14 воспроизведения формирует изображения дополнительных точек, подлежащих анализу, причем при необходимости специалист 13 по диагностике изменяет положение этих точек через второе устройство 12 управления и второй процессор 11. Второй процессор 11 через второе проводное и/или беспроводное устройство 16 передачи информации, второе проводное и/или беспроводное устройство 17 приема информации и первый процессор 6 осуществляет передачу информации на первое устройство 7 воспроизведения о положении точек поверхности грудной клетки 18, где необходимо осуществить дополнительную запись звуков дыхания, после чего повторяется второй этап реализации способа для дополнительных точек поверхности грудной клетки 18 и ввод полученной информации через второй процессор 11 в устройство 15 хранения.

Второй процессор 11 передает на второе устройство 14 воспроизведения из устройства накопления информацию о записанных звуках дыхания, транслируемую в звуковой форме, которую прослушивает и анализирует специалист 13 по диагностике. Одновременно вторым процессором 11 производится сравнение параметров

записанной информации с нормальными значениями, поступающими во второй процессор 11 из устройства 15 хранения.

Затем вторым процессором автоматически инициируется пятый этап, где осуществляется окончательное сравнение параметров записанной информации с нормальными значениями и установление рекомендаций по дальнейшим действиям специалистом 13 по диагностике. Второй процессор 11 передает на второе устройство 14 воспроизведения информацию в звуковой форме о записанных звуках дыхания. Эта информация анализируется специалистом 13 по диагностике. Одновременно специалистом 13 по диагностике через второе устройство 12 управления во втором процессоре 11 осуществляется инициация сравнения параметров записанной информации нормальным значениям, поступающим во второй процессор 11 из устройства хранения 15. После осуществления сравнения второй процессор 11 передает на второе устройство 14 воспроизведения информацию о соответствии параметров записанной информации норме, на основании которого, а также на основании анализа специалистом 13 по диагностике информации в звуковой форме о записанных звуках дыхания устанавливаются рекомендации по дальнейшим действиям. Затем специалист 13 вводит через второе устройство управления 12 во второй процессор 11 вместе с информацией о результатах прослушивания записанных звуков дыхания рекомендации по дальнейшим действиям, в также в случае необходимости дополнительную информацию. Окончательные результаты сравнения параметров информации, результаты прослушивания, рекомендации по дальнейшим действиям и дополнительная информация при ее наличии отображаются на первом устройстве воспроизведения 7, поступая туда от второго процессора 11 через второе проводное и/или беспроводное устройство 16 передачи информации, второе проводное и/или беспроводное устройство 17 приема информации и первый процессор 6, после чего вторым процессором 11 инициируется сигнал к переходу на шестой этап.

Шестой этап заключается в сохранении результатов записи и анализа звуков дыхания и завершении процедуры исследований. Полученная при измерениях и обработке информация вторым процессором 11 передается в устройство 15 хранения информации, затем вторым процессором 11 вырабатывается сигнал об окончании процедуры диагностики, поступающий во-первых, на второе устройство 14 воспроизведения, а также вместе с информацией о результатах прослушивания записанных звуков дыхания в дополнительных точках и рекомендациях по дальнейшим действиям через второе проводное и/или беспроводное устройство 16 передачи информации, второе проводное и/или беспроводное устройство 17

приема информации и первый процессор 6 на первое устройство 7 воспроизведения, после чего через первое устройство управления 4 производится отключение устройства записи и анализа звуков дыхания.



Рисунок 2 – Макет узла записи

Для реализации метода был создан макет узла записи, представленный на рис. 2. В качестве преобразователя «звук – электрический сигнал» использовалось сочетание фонендоскопа с микрофоном, через усилитель соединенным с мобильным телефоном, имеющим встроенный аксельрометр.

Для эффективного использования методики и устройства записи и анализа звуков дыхания в рамках концепции «интеллектуальная среда обитания» необходимо организационное и программное согласование согласованного функционирования узла записи звуков, находящегося рядом с пациентом, и узла анализа, с которым должен работать специалист по диагностике.

Литература

1. Горбачев, С.В. Улучшение точности распознавания бронхолегочных заболеваний на основе фазовременного анализа бронхофонограмм / С.В. Горбачев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/2. – С. 18–24.
 2. Способ диагностики кардиологических заболеваний с помощью фонокардиографии. Патент RU 2229265. Оpubл. 27.05.2004.
- Дьяченко, А.И. Респираторная акустика (обзор) / А.И.Дьяченко, А.Н.Михайловская // Труды ИОФАН. – 2012. – Т. 68. – С. 136–181.