

УДК 534.7+621.391.8

Компьютерная аускультация — новый метод объективизации характеристик звуков дыхания

В. Т. Гринченко, А. П. Макаренко, А. А. Макаренко
Институт гидромеханики НАН Украины, Киев

Резюме

В статье приведено краткое описание нового акустического компьютерного многоканального фonoспирографического комплекса «КоРА-03М1». С помощью комплекса проведены циклы исследований больных пневмокониозом и хроническим обструктивным заболеванием легких. Результаты исследований позволили запатентовать способы неинвазивной, экологически безопасной диагностики указанных заболеваний.

Ключевые слова: ХОБЛ, пневмокониоз, звуки дыхания, электронная аускультация, сенсоры, фonoспирографический комплекс.

Клин. информат. и Телемед.
2010. Т.6. Вып.7. с.31–36

Введение

Аускультация — это выслушивание звуков жизнедеятельности человека. Данный метод диагностики является наиболее простым и широко распространенным в медицинской практике методов функционального состояния организма человека.

На протяжении многих веков аускультация звуков сердца и легких, оставалась искусством, основанным на опыте врача, его качественном, субъективном восприятии звуковых явлений и сопоставлении, выслушиваемых звуков со слуховыми образами, сформированными в процессе практического опыта [1]. С появлением стетоскопов и стетофонендоскопов объективизация диагностических признаков, а именно, выявление соответствия акустических образов с состоянием здоровья человека, стала составной частью диагностики. Научный и практический интерес к аускультации, обусловлен большим объемом информации, содержащихся в звуках, генерируемых системами организма в процессе жизнедеятельности [2]. В организме человека постоянно функционируют сердечно-сосудистая, бронхолегочная, лимфатическая, мочеполовая, желудочно-кишечная и другие системы. При их работе происходит перенос, соответствующих субстанций: крови, воздуха, лимфы, мочи, пищи и газов, в процессе нестационарного движения, впоследствии чего, происходит генерация звуков. Появление морфологических, физико-механических артефактов в соответствующих транспортных путях указанных систем приводят к изменению акустических характеристик звуковых феноменов.

Развитие акустоэлектроники стимулировало применение электронных средств аускультации, а цифровая обработка звуковых сигналов вывели аускультацию на качественно новый научный уровень и позволяют осуществлять количественную оценку звуковых образов [3, 4].

Сенсоры, используемые для электронной аускультации

Из основ классической акустики известно, что звуковой процесс характеризуется двумя переменными: звуковым давлением и колебательной скоростью звуковой волны. В отличие от аудиотехники, распространение звука и регистрация его с поверхности тела (биотканей) человека малоизучены. В аудиовиброметрии регистрация звука производится датчиками звукового давления — микрофонами или электроакустическими преобразователями колебательного ускорения — акселерометрами [5]. Серийно выпускаемые микрофоны и акселерометры непригодны для регистрации звуков жизнедеятельности с поверхности тела человека. Для корректной регистрации звуков жизнедеятельности необходимы специализированные электроакустические преобразователи, в конструкции которых должны быть предусмотрены особенности приема звуков с биотканей, взаимодействие массы сенсора

с виброакустическим полем биотканей, возможность надежного крепления сенсора к поверхности тела [6]. Поэтому для регистрации звуков жизнедеятельности с поверхности тела разработаны специализированные микрофоны и акселерометры [7]. В ИГМ НАН Украины были разработаны и созданы специальные пьезокерамические сенсоры — акселерометры. Отличительной способностью данных сенсоров является высокая чувствительность к колебательной скорости, линейная АЧХ в широком диапазоне частот 20–2000 Гц, при малых весогабаритных параметрах, что позволило использовать их для регистрации звуков дыхания человека, интенсивность сигналов которых очень низкая.

Другой достаточно сложной задачей, решение которой позволило приемлемую для аускультации помехозащищенность сенсоров был борьба с помехами различной природы: звуковой, вибрационной и электромагнитной. Для решения этой задачи был выполнен цикл исследований позволивший произвести классификацию помех, выявить их источники, найти пути снижения помех, и в конечном итоге осуществить техническую реализацию результатов этих исследований в конструкции сенсоров [8]. Все выше указанное привело к повышению соотношения сигнал/помеха в 10–15 раз. Эти работы проводились с учетом особенностей регистрации звуков с биотканей при помеховой обстановке помещений медицинских учреждений, в процессе электронной аускультации пациентов [9–14].

В целом, эффективность технических средств электронной аускультации определяется знанием и пониманием акустических вопросов измерительной техники, методов борьбы с помехами, способом обработки и селекции полезной информации, на фоне многофакторной помеховой обстановки в процессе регистрации звуков дыхания.

Методы анализа звуков дыхания

В работе [40] впервые с помощью электронного устройства было выявлено количественное соответствие между субъективными вербальными моделями звуков дыхания и объективными акустическими характеристиками, полученными при спектральном анализе звуков дыхания (быстрое преобразование

Фурье). С развитием электронных средств аускультации возрос практический и научный интерес к более детальному изучению спектров [15–18]. Спектральный анализ звуков дыхания позволил определить диапазоны частот, характерные для тех или иных аускультативных признаков, разработать алгоритмы адаптивной и ранговой классификации звуков дыхания, которые, с определенной степенью вероятности, выявляют в спектрах артефакты, характерные для конкретного вида заболевания бронхолегочной системы [19].

При всей привлекательности и простоте спектрального анализа ему присущ существенный недостаток. Информация в процессе регистрации звуков дыхания накапливается, после чего производится осреднение, которое нивелирует неявно выраженные аускультативные признаки, что снижает вероятность выявления заболевания бронхолегочной системы.

Накопленный опыт электронной аускультации стимулировал обработку звуков дыхания использование спектрально-временного и корреляционного анализа, или привлечение более сложных методов. К таким методам следует отнести многопараметрический способ обработки звуков дыхания [20, 21]. Идея метода состоит в проведении статистического количественного перекрестного сравнения между сигналами, регистрируемыми в разных точках грудной клетки: характеристик взаимных спектров, огибающих временных зависимостей, функций когерентности, спектров мощности, мгновенных спектров и огибающих временных зависимостей дыхательных циклов, их фаз, при спокойном и форсированном дыхании. Метод успешно апробирован в клинических условиях, его результаты приведены в работе [20]. Автоматическое обнаружение и распознавание сухих хрипов, на основе анализа автокорреляционных функций, путем формирования искусственного сигнала, имитирующего частотный состав фрагмента звуков дыхания, содержащий сухой хрип, предложен в работе [21]. Развитие электронных средств аускультации идет по двум направлениям. По первому направлению — это разработка и создание компьютерных многоканальных систем, с синхронной многоканальной регистрацией звуков жизнедеятельности, цифровой обработкой, с вычислением количественных значений временных, спектральных, спектрально-временных и корреляционных характеристик, с визуализацией информации, хранением и архивированием результатов обследования, при необходимости автоматизированным анализом мониторингом состояния бронхолегочной

системой пациентов. Это достаточно сложные акустические компьютерные системы [22–25].

Второе направление — по сути, модернизация биомеханического одноканального стетофонендоскопа, конструкцию которого дополняют электроакустическим преобразователем звука — микрофоном или акселерометром, и системой простейшей компьютерной обработки, где используются для этой цели встроенный компьютерный чип или карманный персональный компьютер (КПК), которые расширяют возможности и повышают эффективность существующих стетофонендоскопов [26, 27]. Основную роль анализа и объективизации звуковых феноменов в этих устройствах выполняет мозг диагноста.

3. Особенности фоноспирографического комплекса «КоРА-03М1»

В результате многолетних научных исследований по изучению физических процессов генерации, распространения, регистрации и обработке звуков дыхания человека [4, 19–21], проведения совместных с клиницистами работ по аускультации звуков дыхания, [28–33], а так же опыт зарубежных коллег позволили разработать и создать компьютерный 4-х канальный фоноспирографический комплекс «Кора-03М1» в Институте гидромеханики НАН Украины (отдел гидродинамической акустики).

Рисунок 1 и блок-схема комплекса приведенная на рис. 2, представляет общий вид и упрощенную схему комплекса «КоРА-03М1». Комплекс позволяет синхронно регистрировать звуки дыхания в диапазоне частот 20–2000 Гц. Чувствительность оригинальных пьезокерамических сенсоров — акселерометров составляет 14 мВс/м². Их АЧХ линейна в диапазоне частот 50–1100 Гц. Масса сенсоров не превышает 12 грамм. Комплекс оснащен одноканальным электронным стетофонендоскопом, у которого регистрация звуков осуществляется оригинальным контактным микрофоном [34], а прослушивание звуков выполняется с помощью головных телефонов. Для самотестирования предусмотрено устройство состоящее из генератора сигналов, акустического

излучателя с рабочей частотой 1000 Гц и автономного блока питания.

Результаты тестирования визуализируются на дисплее, в виде спектра мощности с дискретным сигналом на указанной частоте по всем 4-м каналам.

Программа, используемая в фоноспирографическом комплексе, включает четыре программных пакета, которые работают с операционными системами Windows 98/NT/2000/.

Первый пакет обеспечивает синхронную регистрацию, ввод и запись информации со всех четырех каналов комплекса в файл на жестком диске. Уровни входящих сигналов и частоты их дискретизации варьируются.

С помощью второго пакета осуществляется анализ звуков дыхания пациента любого из каналов: прослушивается фонограмма, вычисляются спектры мощности сигналов, фоноспирограммы, фазовый спектр и функция когерентности между любыми каналами, и их визуализация, кроме того предусмотрена экспресс-классификация состояния дыхательной системы, в целом, или отдельного правого или левого легкого пациента по критериям «норма», «патология» и «рекомендовано дополнительное обследование», а также архивировать звуки дыхания и их характеристики в цифровой форме.

Третий пакет программ формирует базу, регистрируемых звуков дыхания. Он программно связан с базой данных электронных медицинских карточек пациентов, которые формируются программой «Department» из системы «TherDep4s», разработанной для автоматизации многопрофильной больницы (распространяется бесплатно).

Все характеристики звуков дыхания могут быть распечатаны на принтере в виде жестких полихромных копий либо архивированы на жестком диске компьютера. Комплекс позволяет многократно прослушивать зарегистрированные звуки жизнедеятельности пациентов.

Комплекс разработан и изготовлен в соответствии с техническими условиями Госстандарта Украины, и отвечает всем требованиям по электрической, экологической, гигиенической безопасности, и допущен МОЗ к применению в медицинских учреждениях Украины для аускультативной диагностики бронхолегочной системы человека.

Функциональный принцип цифровой аускультации компьютерного фоноспирографического комплекса «КоРА-03М1» приведен на схеме (рис. 3). Звуки дыхания, регистрируются четырьмя акселерометрами, которые приклеиваются двухсторонним лейкопластырем к грудной клетке.

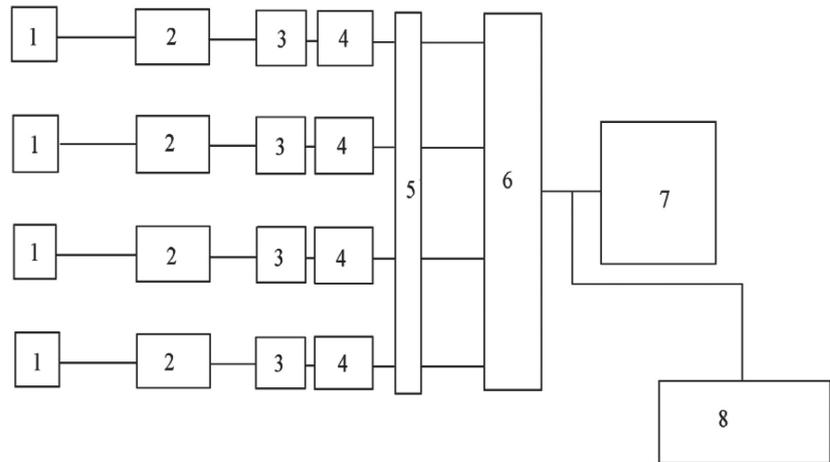


Рис. 2. Блок-схема компьютерного фоноспирографического комплекса «КоРА-03М1».



Рис. 3. Функциональная схема работы фоноспирографического комплекса «КоРА-03М1».

Акселерометры преобразуют колебательное ускорение поверхности тела, вызываемое звуками дыхания, в переменное электрическое напряжение, которое затем усиливается, фильтруется и оцифровывается и подаются на процессор компьютера, где с помощью специального программного продукта обрабатываются. В результате цифровой обработки диагност получает временные, спектральные и корреляционные зависимости синхронно зарегистрированных звуков дыхания всех четырех каналов, а также экспресс-информацию о состоянии бронхолегочной системы в целом или отдельных легких.

Исследованиями установлено, что наиболее информативным и адекватно отображающим звуки дыхания является «мгновенных спектров», как функция времени. Под «мгновенным спектром» понимается спектр, осредненный за интервал δt , существенно меньший, чем интервал времени δT , характерный для изучаемого процесса. Для звуков дыхания в качестве интервала δT выбирают время одного дыхательного цикла (вдох-пауза-выдох-пауза). В этом случае характерное время осреднения δt не превышает 5,0–10,0% времени дыхательного цикла. Это обычная спектрограмма, которую в акустике принято называть «фоноспирограмма» (фонозвук; спиро-дыхание; грамма-рисунок) [35, 36]. Фоноспирограмма отображает «мгновенные спектры» во времени в полихромной цветовой гамме от 0 дБ (минимальный уровень – темно-синий) до темно-красного – 50 дБ.

Результаты исследований характеристик звуков дыхания

Исследования звуков дыхания проведенные на комплексе «КоРА-03М1» показали, что трансформация звуковых образов в визуальные, позволяет эффективно и достоверно объективизировать аускультативные признаки, характеризующие конкретный вид бронхолегочного заболевания. К основным достижениям авторов в области компьютерной диагностики следует отнести:

- в клинических условиях успешно апробирован новый акустический неинвазивный экологически безопасный метод многоканальной компьютерной аускультации звуков дыхания, основанный на применении разработанного фоноспирографического комплекса «КоРА-03М1».

- сформированы в клинических условиях электронные базы звуков дыхания пациентов верифицированных стандартными методами (здоровых людей, больных пневмокониозом, больных хронической обструктивной болезнью легких и контрольных групп для каждого из указанных видов заболеваний) всего более 1100 звуковых образов.

- реализованные в комплексе «КоРА-03М1» адаптивный и ранговый алгоритмы обработки звуков дыхания позволили с учетом анализа диагностических аускультативных признаков с вероятностью не менее 0,96 классифицировать состояние бронхолегочной системы пациентов, в целом, и отдельно каждый из легких по трем критериям «норма», «патология», «рекомендовано дополнительное обследование».

- вычисление временных, спектральных, спектрально-временных и корреляционных зависимостей указанных групп обследованных пациентов выявила и объективизировала аускультативные признаки характерные для конкретного заболевания легких. Результатом исследований стали патенты авторов «Способ диагностики пневмокониозов» [37], «Способ диагностики ХОБЛ» [38], «Способ многопараметрической диагностики» [39]. В качестве иллюстраций на рисунках 4 приведены фоноспирограммы звуков дыхания здорового человека, большого пневмокониозом и большого ХОБЛ.

- анализ аускультативных признаков и знание процессов аэродинамики дыхательной системы человека послужили основой для разработки физических моделей процессов генерации дополнительных звуков дыхания (аускультативные признаки), порождаемые морфологическими изменениями в бронхах, бронхиолах и паренхиме легких, вследствие патологических процессов, происходящих в них.

- метод компьютерной аускультации звуков дыхания и комплекс «КоРА-03М1» разрешены МОЗ Украины к применению в практической медицине для диагностики бронхолегочных заболеваний. Проведены квалификационные испытания позволяют серийный выпуск указанного комплекса на Украине. Отдельные образцы комплекса успешно эксплуатируются в ведущих НИИ и клиниках страны.

Заключение

1. Разработан новый акустический компьютерный экологически безопасный метод аускультации и объективизации (диагностики) состояния бронхолегочной системы человека.

2. Разработан, создан и сертифицирован оригинальный компьютерный многоканальный фоноспирографический комплекс «КоРА-03М1».

3. С помощью комплекса «КоРА-03М1» проведены циклы исследований звуков дыхания больных пневмокониозом и ХОБЛ, позволившие запатентовать способы акустической диагностики указанных заболеваний легких людей.

4. Образцы комплекса успешно работают в клиниках ведущих НИИ АМН Украины.

Литература

1. Большая Советская Энциклопедия: в 30 т. / [ред. Прохоров А. М.]. – М.: Советская энциклопедия, 1969–1978. Т.1. – 3-е изд. – 1969. – 483 с.
2. Губергриц А. Я. Непосредственное исследование больного. / А. Я. Губергриц – М.: Медицина, 1972. – 376 с. (Методы диагностики внутренних болезней).
3. Проблемы регистрации и классификации шумов дыхания человека / И. В. Вовк, В. Т. Гринченко, Л. Г. Красный, А. П. Макаренко // Акустический журнал. – 1994. – 40, № 1. С. 50–56.
4. Шумы дыхания человека: объективизация аускультативных признаков / И. В. Вовк, В. Т. Гринченко, С. Л. Дахов, В. В. Крыжановский, В. Н. Олійник // Акустичний вісник. – 1999. – Т. 2, № 3. – С. 11–32.
5. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара / ред. Ключева В. В. – М.: Машиностроение, 1978. – 447 с. – (Измерительная техника).
6. Олійник В. Н. Частотные искажения, вносимые контактными датчиками при одно и двухканальной регистрации шумов дыхания / В. Н. Олійник // Гидромеханика. – 1997. – Вып. 71. – С. 89–97.
7. Measurement of respiratory acoustic signals: comparison of sensor / H. Pasterkamp, S. S. Kraman, R. D. Defrain, G. R. Wodicka // Chest. – 1993. – V. 104 (5). – P. 1518–1525.
8. Олійник В. Н. Рациональне проектування п'єзоакселерометрів для вимірювань на піддатливих поверхнях / В. Н. Олійник // Акустичний вісник. – 1998. – Т. 1, № 3. – С. 54–65.
9. Grotberg J. B. Pulmonary flow and transport phenomena // Annual Rev. Fluid Mech. – 1994. – 7. – P. 529–571.

10. Iyer V. K., Ramamoorthy P. A., Ploysongsang Y. Reduction of heart sounds from lung sounds by adaptive filtering // *IEEE Trans. Biomed. Eng.* – 1986. – ВМЕ – 33, N 12. – P. 1141–1148.
11. Gnitecki J., Zahra M. K., Moussavi Z. Separating Heart Sounds from Lung Sounds // *IEEE Engineering in medicine and biology magazine.* – 2007. – January-february. – P. 20–29.
12. Петелин Р. Ю., Adobe Audition. Обработка звука для цифрового видео. / Р. Ю. Петелин, Ю. В. Петелин. – СПб.: БХВ, 2003. – 400 с. – (Методы обработки сигнала).
13. Рудницький А. Г. Двухканальна обробка сигналу для розділення дихальних і серцевих шумів / А. Г. Рудницький // *Акустичний журнал.* – 2001. – Т. 47, № 3. – С. 413–421.
14. Крыжановский В. В. Модельные исследования спектрально корреляционных характеристик шумов дыхания в респираторном тракте человека / В. В. Крыжановский // *Акустичний вісник.* – 1998. – Т. 1, № 4. – С. 33–46.
15. Зислин Д. М. Объективное исследование дыхательных шумов с помощью частотного анализа / Д. М. Зислин, В. В. Розенблат, Е. И. Лихачева // *Терапевт. архив.* – 1969. – 41, № 11. – С. 108–112.
16. Спектральний аналіз важливіших аускультативних ознак / И. П. Замотаев, Н. А. Магазаник, Л. А. Водолазский, В. А. Голиков, О. И. Щедрина // *Клин. мед.* – 1974. – 52, № 5. – С. 97–101.
17. An accurate recording system and its use in breath sound spectral analysis / G. Charbonneau, J. L. Racineux, M. Sudraud, E. Tuchais // *J. Appl. Physiol.* – 1983. – 55. – P. 1120–1127.
18. Вовк И. В. О потенциальной эффективности спектрально корреляционных методов классификации дыхательных шумов / И. В. Вовк, А. Я. Калюжный // *Акустичний вісник.* – 1999. – № 1. – С. 11–21.
19. Гринченко В. Т. Алгоритмы адаптивной и ранговой классификации шумов дыхания / В. Т. Гринченко, В. В. Крижановский, В. В. Крижановский мл. // *Акустичний вісник.* – 2002. – № 3. – С. 19–27.
20. Нові підходи в автоматизації аускультативної діагностики легеневих захворювань / В. Г. Майданник, В. Т. Гринченко, О. Г. Рудницький, Л. П. Глебова, А. П. Макаренко // *Педіатрія, акушерство та гінекологія.* – 2000. – № 6. – С. 30–34.
21. Декларативний патент України на винахід № 41825. Спосіб багатопараметричної діагностики легеневих захворювань. / О. Г. Рудницький, А. П. Макаренко, В. Т. Гринченко, В. Г. Майданник (Україна). Опубл. 17.09.2001.
22. A new versatile PC based lung sound analyzer with automatic crackle analysis (HelSa) / Sovijarvi, K. Kallio, E. Paajanen, P. Malmberg, P. Helisto, P. Lipponen, etc. // *Abstr. of the 21 st Int. Conf. of lung sounds.* International Lung Sounds Association. Chester. – 1996. – P. 22.
23. Пат. 72139А. Україна, А61 В7/00. Пристрій для аускультативної діагностики / Гринченко В. Т., Макаренко А. П., Макаренко А. А., Сенченко І. В.; заявник і патентовласник Інститут гідромеханіки Національної Академії Наук України. – № 20031212586; заявл. 26.12.2003, опубл. 17.01.2005, Бюл. №1.
24. Design, construction, and evaluation of a bioacoustics transducer testing (BATT) system for respiratory sounds / S. S. Kraman, G. R. Wodicka, G. A. Pressler, H. Pasterkamp // *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 2006. – V. 53. – N 8. – P. 1711–1715.
25. Комплекс фonoспирографический компьютерный КоРА ОЗМ1. Технические условия ТУ УЗ3.1 05417354 001: 2006.
26. Руководство пользователя электронного стетоскопа HP STETHOS: [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: <http://www.hp.com/go/hpstethos>.
27. Электронный портативный стетоскоп Handheld STG T Mobile Kit: [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: <http://stethographics.com/main/store.html>.
28. Гринченко В. Т. Сравнение эффективности электроакустических преобразователей устройств электронной аускультации / В. Т. Гринченко, А. А. Макаренко // *Акустичний вісник.* – 2007. – Т. 10, № 1. – С. 17–29.
29. Макаренко А. А. Помехи, сенсоровиброакселерометров используемых для аускультации дыхательных шумов / А. А. Макаренко, В. Н. Олийник // *Акустичний вісник.* – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 45–54.
30. Вовк И. В. Экспериментальное исследование помех, возникающих при регистрации дыхательных шумов электронными стетофонендоскопами / И. В. Вовк, А. А. Макаренко // *Акустичний вісник.* – 2007. – Т. 10, № 4. – С. 28–34.
31. Гринченко В. Т. Исследование процессов регистрации звуков жизнедеятельности организма человека / В. Т. Гринченко, А. А. Макаренко // *Вісник Донецького університету, Сер. А: Природничі науки.* – 2007. – Вип. 1. – С. 159–166.
32. Макаренко А. А. Акустические характеристики звуков дыхания у больных пневмоколизом / А. А. Макаренко // *Акустичний вісник.* – 2008. – Т. 10, № 1. – С. 46–54.
33. McKusick V. A., Jenkins J. T., Web G. N. The acoustic basis of the chest examination: studies by means of sound spectrography // *Amer. Rev. Tuberc.* – 1955. – 72. – P. 12–34.
34. Пат. 14732 Україна, МПК 7 А61 В7/00. Акустичний сенсор / Гринченко В. Т., Виноградний Г. П., Макаренко А. А.; заявник і патентовласник Інститут гідромеханіки НАН України. – № u200512326; заявл. 21.12.2005, опубл. 15.05.2006, Бюл. №5.
35. Digital respirosography. New images of lung sounds / H. Pasterkamp, C. Garson, D. Daien, Y. Oh // *Chest.* – 1989. – 96, N 6. – P. 1405–1412.
36. Комп'ютерні методи обробки аускультативних даних / В. Т. Гринченко, Л. П. Глебова, В. Г. Майданник, А. П. Макаренко, А. Г. Рудницький // *Педіатрія, акушерство та гінекологія.* – 1998. №5. – С. 29–33.
37. Пат. 52355 Україна, МПК А61В7/00. Спосіб акустичної діагностики пневмоколізу / Басанец А. В., Гринченко В. Т., Журахівська Н. В., Макаренко А. П., – Макаренко А. А.; заявник і патентовласник Інститут гідромеханіки НАН України. – № u201001709; заявл. 18.02.2010, опубл. 25.08.2010, Бюл. №16.
38. Пат. 52247 Україна, МПК А61В8/00. Спосіб акустичної діагностики хронічного обструктивного захворювання легенів / Басанец А. В., Гринченко В. Т., Єрмакова О. В., Макаренко А. П., – Макаренко А. А.; заявник і патентовласник Інститут гідромеханіки НАН України. – № u200913161; заявл. 17.12.2009, опубл. 25.08.2010, Бюл. №16.
39. Пат. 41825 Україна, МПК А61В7/00. Спосіб багатопараметричної діагностики легеневих захворювань / Рудницький А. Г., Макаренко А. П., Гринченко В. Т., Майданник В. Г.; заявник і патентовласник Інститут гідромеханіки НАН України. – № u2001042363; заявл. 09.04.2001, опубл. 17.09.2001, Бюл. №8.
40. The diagnostic value of pulmanory sound: a preliminary study by computer aided analysis / R. B. Urquhart, J. McGhee, J. E. S. Macleod, S. W. Banham, F. Moran // *Comput. Biol. Med.* – 1981. – 11, N 3. – P. 129–139.

Computer auscultations is a new method of objectification descriptions of respiration sounds

V. T. Grinchenko, A. P. Makarenkov, A. A. Makarenkova
Institute of Hydromechanics of NAS of Ukraine, Kiev

Abstract

Short description of new acoustic computer multichannel phonospirography complex «КоРА-ОЗМ1» is resulted in the article. By a complex the cycles of researches of patients are black-lung disease and chronic obstructive disease of lights. The results of researches allowed to patent the methods of uninvasion, ecologically safe diagnostics of defined diseases.

Key words: COPD, black-lung disease, breathing sounds, electronic auscultation, sensors, phonospirographic complex.

Комп'ютерна аускультация — новий метод об'єктивізації характеристик звуків дихання

В. Т. Грінченко, А. П. Макаренков, А. А. Макаренкова

Інститут гідромеханіки НАН України, Київ

Резюме

У статті приведено короткий опис нового акустичного комп'ютерного

багатоканального фоноспірографічного комплексу «КоРА-03М1». За допомогою комплексу проведені цикли досліджень хворих на пневмоконіоз та хронічним обструктивним захворюванням легень. Результати досліджень дозволили запатентувати способи неінвазивної, екологічно безпечної діагностики ука-заних захворювань.

Ключові слова: ХОЗЛ, пневмоконіоз, звуки дихання, електрона аускультация, сенсори, фоноспірографічний комплекс.

Переписка

д.ф. -м.н., академик НАН України

В. Т. Грінченко

Інститут гідромеханіки НАН України

ул.Желябова 8/4, Київ

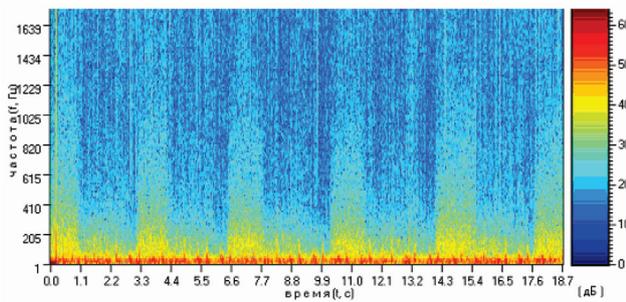
03057, Україна

ел. пошта: vgr@ihm.kiev.ua,

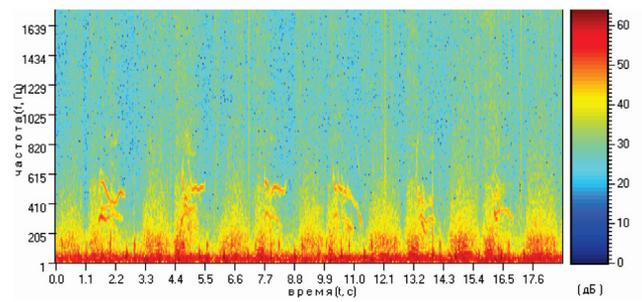
maa@mail.ru



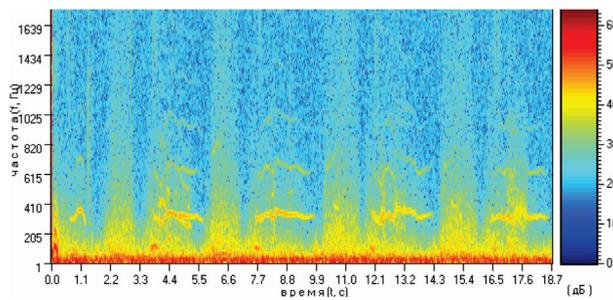
Рис. 1. Комплекс фоноспирографический «КоРА-03М1».



а. Фоноспирограмма звуков дыхания здорового человека.



б. Фоноспирограмма звуков дыхания больного хроническим обструктивным заболеванием легких с сухими хрипами.



в. Фоноспирограмма звуков дыхания больного пневмокониозом с полифоническими хрипами.

Рис. 4. Фоноспирограммы звуков дыхания разных групп пациентов.