

# СУЧАСНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ФУНКЦІЇ ДИХАННЯ В ДІТЕЙ РАНЬОГО ВІКУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВИКЛАДАННІ СТУДЕНТАМ ДИТЯЧОЇ ПУЛЬМОНОЛОГІЇ

Д-р мед. наук С. І. Ільченко

Дніпропетровська медична академія МОЗ України

*Подано результати використання нового респіроакустичного методу в діагностиці функціональних порушень із боку органів дихання в дітей раннього віку. Доведено інформативність та ефективність методу у викладанні студентам курсу дитячої пульмонології.*

**Ключові слова:** діти раннього віку, пульмонологія, респіраторна акустика.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРЕПОДАВАНИИ СТУДЕНТАМ ДЕТСКОЙ ПУЛЬМОНОЛОГИИ

Д-р мед. наук С. И. Ильченко

*Представлены результаты использования нового респироакустического метода в диагностике функциональных нарушений со стороны органов дыхания у детей раннего возраста. Доказаны информативность и эффективность метода в преподавании студентам курса детской пульмонологии.*

**Ключевые слова:** дети раннего возраста, пульмонология, респираторная акустика.

## THE MODERN METHODS OF RESPIRATORY FUNCTION ESTIMATION IN INFANTS AND THEIR USAGE FOR STUDENTS TEACHING OF CHILDREN PULMONOLOGY

S. I. Ilchenko

*The results of new respiratory acoustics method using in the diagnostic of functional disorders of the respiratory system in the infants were submitted. Informativeness and efficiency of this method in child pulmonology teaching for the students were proved.*

**Key words:** infants, pulmonology, respiratory acoustics.

У сучасній педіатричній практиці у дітей із респіраторними симптомами широко використовують дослідження функції зовнішнього дихання (ФЗД). У разі захворювань бронхолегеневої системи функціональні порушення дихання можуть зумовлюватися вентиляційною недостатністю, змінами вентиляційно-перфузійних співвідношень та дифузними розладами [1, 2, 3, 4]. Найбільші складнощі в дослідженні ФЗД виникають у дітей перших років життя, коли вони не можуть виконувати традиційні дихальні маневри. Проте останнім часом з'явилися й активно використовуються методи дослідження спокійного дихання. Відповідно до офіційної заяви АТC/ERS (2007) (An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing

in Preschool Children, 2007), дослідження легеневої функції у дітей дошкільного віку дозволяється [8]. Водночас на практиці необхідно враховувати особливості цього віку: короткий період уваги, коли вони можуть сконцентруватися й виконати тест адекватно.

До сучасних методів дослідження ФЗД у дітей раннього віку входять: оцінка функціонального остаточного об'єму технікою розведення газів та визначення максимального потоку, що характеризує функціональний остаточний об'єм ( $V_{maxFRC}$ ), опір повітряних шляхів методом плетизмографії, форсована імпульсна осцилометрія (FOT), визначення опору дихальних шляхів методом переривання повітряного потоку (Rint), форсована спірометрія зі спеціальними дитячими програмами — коктейль або

кулька, бронхофонографія. Останнім часом перевагу надають методам дослідження спокійного дихання [5, 6, 7]. В Росії, наприклад, використовують вітчизняні бронхофонографічні прилади, призначені насамперед для діагностики порушень бронхіальної провідності. Бронхофонографічне дослідження легень є методом оцінки патерна дихання, що спирається на аналіз амплітудно-частотних характеристик спектра дихальних шумів [2].

Звуки з легень є значущими індикаторами стану респіраторної системи. Сучасні стетоскопи як інструменти для звукової провідності між поверхнею тіла та вухом, рідко перевіряються, оцінюються та порівнюються, часто обираються лікарями за їх зовнішнім виглядом або репутацією виробника, мають обмежений діапазон сприйняття звуків. Сьогодні чутливіші та об'єктивніші методи для оцінки стану дихання значною мірою конкурують з аускультатцією. У першу чергу це стосується появи сучасних цифрових акустичних аналізаторів. Перспективними для використання дихальних акустичних вимірювань є контроль, наприклад, за пацієнтами з нічними апное, оцінка регіональної вентиляції, проведення проб із бронхолітиками в дітей раннього віку, коли проведення спірометрії неможливе [4, 5, 6, 7].

На характер дихальних звуків впливають численні анатомо-функціональні особливості пацієнта, у тому числі антропометричні дані, вік, стать, а також стан паренхіми легень, швидкість руху повітря, наявність патологічних

перепон на його шляху. Вивчаючи особливості «дитячої респіроакустики», виявлено насамперед збільшення інтенсивності звуку, більш високі середні частоти нормальних звуків легень у грудному віці порівняно зі старшими дітьми та дорослими [9, 10]. Доведено взаємозв'язок між акустичними характеристиками легень та їх функціональними можливостями, що в разі використання сучасних комп'ютерних систем є перспективним у дитячій пульмонології [9].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Реєстрацію звуків дихання здійснювали за допомогою нового вітчизняного комп'ютерного фоноспірографа Кора-03МІ, розробник — Інститут гідромеханіки НАН України (свідоцтво про державну реєстрацію виробу медичного призначення № 5528/2006). Принцип методу полягає в реєстрації дихальних шумів за допомогою спеціальних датчиків, що мають високу чутливість у широкому спектрі частот, включаючи ті частоти, які не виявляються під час аускультатії, але мають важливе діагностичне значення [9]. Метод дає змогу зафіксувати тимчасову криву, пропорційну акустичному шуму, що виникає під час дихання (рис. 1).

Сканування респіраторного циклу виконується в частотному діапазоні від 0 до 1700 Гц. Аналіз містив оцінку й візуалізацію двовимірних респіросонограм. Крім того, проаналізовано оцінку та візуалізацію спектральної щільності й потужності сигналів (рис. 2), аудіоаналіз

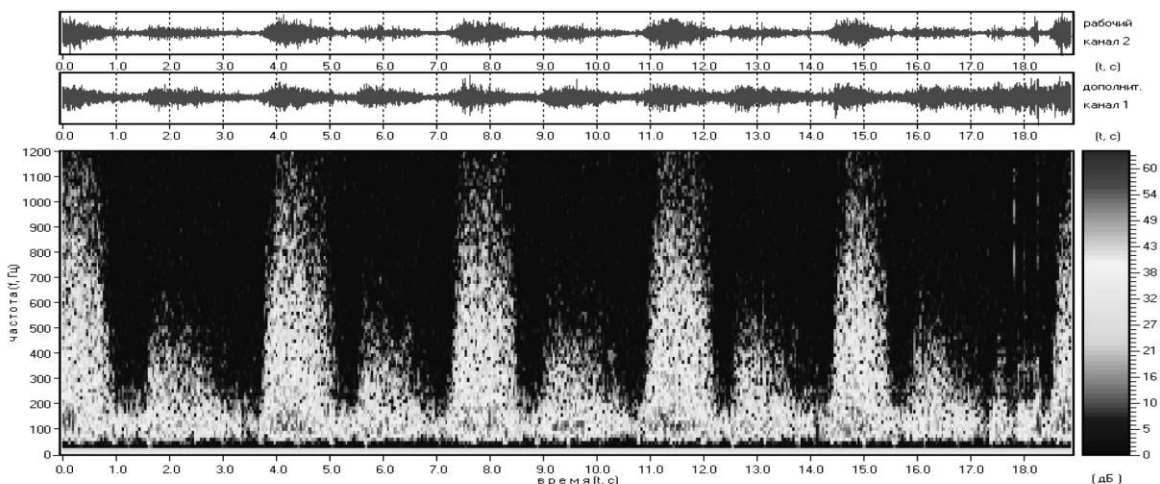


Рис. 1. Приклад респіросонограми здорової дитини 4 років

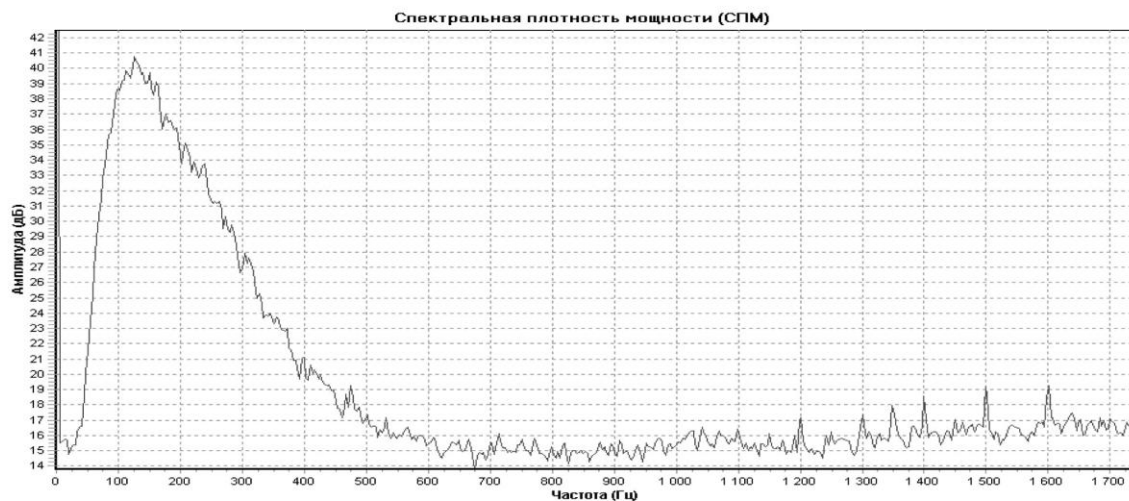


Рис. 2. Приклад респіроспектрограми тієї ж дитини

сигналів, визначення відношення тривалості видиху до повного циклу дихання (коефіцієнт  $T_w/T_{tot}$ ). Частотний спектр було розділено на три зони: 0–300 Гц (низькочастотний діапазон), >300–700 Гц (середньочастотний діапазон), >700 Гц (високочастотний діапазон). Вивчалися особливості респіросонограм у дітей 1–18 років, усього проаналізовано 128 записів респіраторних звуків, у т. ч. у здорових дітей різного віку ( $n = 44$ ), хворих на рецидивний бронхіт ( $n = 23$ ), хворих на хронічний бронхіт (ХБ) ( $n = 31$ ) та дітей раннього віку з ознаками бронхообструктивного синдрому ( $n = 30$ ). Для оцінки інформативності методу для лікаря-дослідника в групі студентів проводили порівняння даних аускультативної легень, отримані ними за допомогою стетоскопа, та даних респіроакустичного обстеження хворих дітей.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

Простота й неінвазивність методу, проведення обстеження під час спокійного дихання дитини створили можливість застосовувати цю методику в дітей із першого року життя. Крім того, комп'ютерна система реєстрації звуків дихання дала змогу зберігати інформацію й багаторазово використовувати її для аналізу й систематизації отриманих даних у подальшому. Водночас багатоканальність та синхронність відкрила принципово нові якісні можливості їх обробки й аналізу. Під час обробки широкого діапазону звукових зразків у дітей як із клінічними симптомами бронхіту, так і асимптомних, було виведено вікові нормальні акустичні

«портрети» та виділено три типи патологічних спектрограмних відхилень (рис. 3): А — специфічні високоамплітудні зубці в діапазоні низьких частот, В — висхідна зміна серединних частот, С — тривалі низькоамплітудні комплекси в зоні високих частот. Порівняння аудіозаписів і спектрограм допомогло визначити, що: комплекси А відповідали ( $p < 0,05$ ) акустичним ознакам грубо жорсткого дихання з наявністю середньопухирчастих вологих хрипів, тобто стадії ексудації в просвіт бронха; комплекси В вірогідно частіше ( $p < 0,05$ ) спостерігалися в дітей зі свистячими хрипами на тлі значного подовження видиху, тобто відповідали бронхоспазму або деформації бронхів; комплекси С — вірогідно частіше ( $p < 0,05$ ) були в дітей без хрипів, але на тлі вираженої дихальної недостатності та/або з феноменом «тріску», тобто відповідали ураженню дрібних бронхів або інтерстицію.

Цифрова респіросонографія переводить акустичну інформацію на графічне зображення, яке створює можливість візуально ідентифікувати зміни спектра звуків легень навіть низької інтенсивності. За допомогою цифрового аналізатора став доступним ширший діапазон звуків легень порівняно зі стетоскопом. Цей метод був також дуже інформативним для оцінки навичок аускультативної легень серед студентів. Він дав змогу проаналізувати, чи зберігаються висновки студентів-дослідників щодо акустичної картини, отриманої під час прослуховування легень за допомогою стетоскопів, з результатами комп'ютерного аналізу легневих звуків. За допомогою респіроакустичного

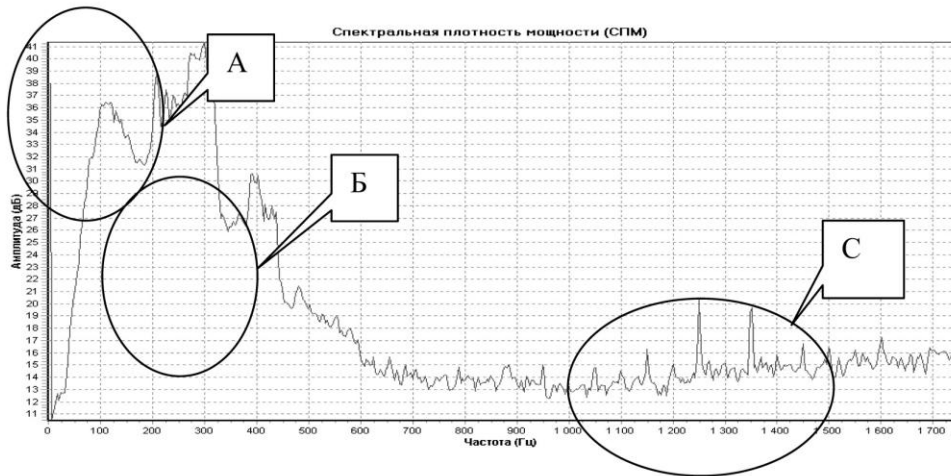


Рис. 3. «Деформована» спектрограма у хворі на ХБ дитини К., 6 років

приладу викладач міг кілька разів повторювати запис зафіксованих звуків, збільшувати їх гучність, обговорювати всі питання, що виникають у дослідників. Далі подано приклади

респіросонограм та спектрограм дитини віком 16 років, хворі на хронічний бронхіт (рис. 4, 5).

На респіросонограмах, що зняті з правої та лівої легень (рис. 4), чітко графічно

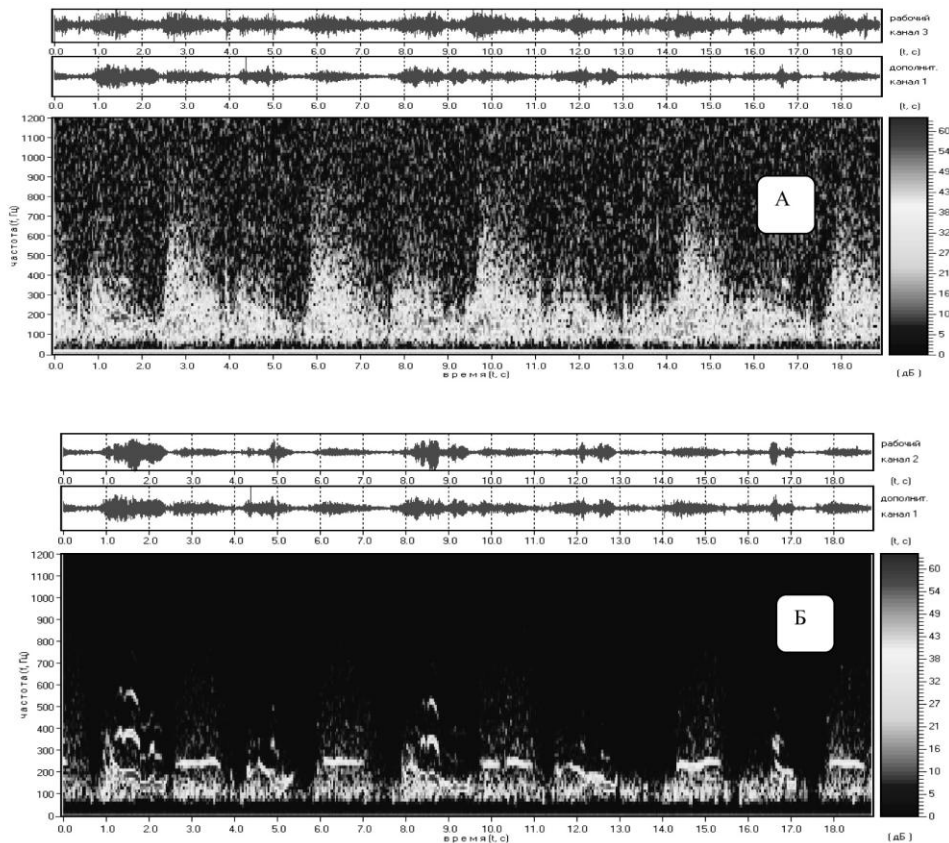


Рис. 4. Респіросонограми (А—ліва, Б—права) хворі на ХБ дитини М., 16 років

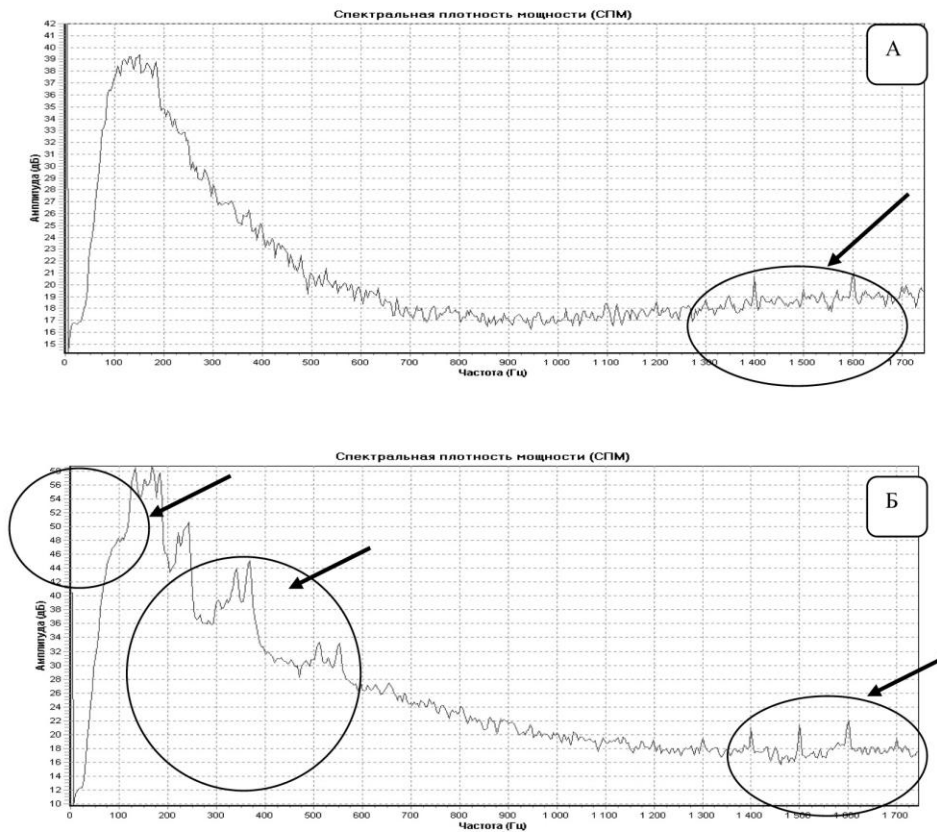


Рис. 5. Спектрограми тієї ж дитини: А — праворуч, Б — ліворуч

відображено нормальну акустичну картину над лівою легеню та наявність патологічних горизонтальних деформацій над правою як під час вдиху, так і під час видиху.

Аускультативно через стетоскоп та за даними аудіографії у цієї хворої 5 із 12 студентів визначали послаблення дихання ліворуч та наявність жорсткого дихання праворуч. Лише 7 дослідників зазначили, що праворуч є хрипи, переважно вологі, середньопухирчасті. На спектрограмах цієї ж дитини наочно видно, що максимальна амплітуда акустичних коливань ліворуч не перевищує 40 дБ, а праворуч вона дорівнюється 58 дБ, тобто різниця складає 18 дБ (рис. 5).

Асиметрія за звучністю супроводжується наявністю різних патологічних комплексів. Так, ліворуч присутні комплекси в діапазонах низьких, середніх та високих частот (А, В та С), праворуч — лише в діапазоні високих частот (С). Як пояснювалося раніше, комплекси С свідчать про існування патологічних

процесів на рівні дрібних бронхів або інтерстицію. Жорстке дихання, комплекси А та В маскують комплекси С, тому через стетоскоп ми не можемо прослуховувати ніяких патологічних звуків із дрібних відділів дихальних шляхів.

У разі збільшення гучності на аудіограмі в 5 разів усі 12 студентів вислухали дрібнопухирчасті хрипи з обох боків. Цей факт може пояснювати те, що в дітей, особливо в ранньому віці, аускультативна картина, визначена за допомогою стетоскопа, не є вірогідним відображенням усіх патологічних акустичних ознак дихальних шляхів.

Нами проведено порівняння підгруп дітей із хрипами та без них. Порівняння спектральних характеристик у групі дітей зі зниженням FEV1 > 20% показало пряму залежність ( $r = 0,63$ ,  $p < 0,05$ ) між інтенсивністю дихальних шумів (у дБ) та важкістю прохідності бронхів (за FEV1) тільки в підгрупі дітей без наявності хрипів. У підгрупі дітей, які мали хрипи

аускультативно, такої закономірності не було. Це свідчить про вплив звукових феноменів сухих хрипів на зміщення спектральної кривої у бік високих частот. Це збігається з висновками Н. Pasterkamp та співавторів [10] про те, що інтенсивність звука дихання менш інформативна, ніж зміни серединних частот як індикатора перепони повітряного потоку.

### ВИСНОВКИ

Не завжди інтенсивність жорсткого дихання, що прослуховується через стетоскоп, відповідає і тяжкості бронхіальної обструкції. Комп'ютерний аналіз звуків легень дав змогу

об'єктивізувати продовження й інтенсивність хрипів, на відміну від суб'єктивного прослуховування. Респіросонографія створює можливість зафіксувати часову криву акустичного шуму, що виникає під час дихання дітей (без вікових обмежень!), а також об'єктивно оцінювати характеристики дихальних шумів, які не виявляються в разі аускультативної стетоскопом. Цей метод є інформативним і перспективним для занять зі студентами, допомагає контролювати набуття ними практичних навичок із прослуховування легень, обговорення особливостей акустичних даних у разі різних захворювань органів дихання в дітей.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонова Е. А. Импульсная осциллометрия — новый метод функциональной диагностики бронхиальной астмы у детей младшего возраста / Е. А. Антонова, Л. А. Желнина, Л. М. Ладинская // Пульмонология. — 2003. — № 6. — С. 42–45.
2. Генне Н. А. Бронхофонографическое исследование легких у больных бронхиальной астмой раннего возраста / Н. А. Генне, Н. А. Селиверстова, В. С. Малышев // Пульмонология. — 2008. — № 3. — С. 38–41.
3. Коренбаум В. И. Акустическая диагностика системы дыхания человека на основе объективного анализа дыхательных звуков / В. И. Коренбаум, И. А. Почекутова, Ю. В. Кулаков // Вестн. ДВО РАН. — 2004. — № 5. — С. 68–79.
4. Лукина О. Ф. Современные методы исследования функции внешнего дыхания в педиатрии / О. Ф. Лукина // Пульмонология детского возраста: проблемы и решения. — М.: Детский науч.-практ. пульмонолог. центр. — 2005. — Вып. 5. — С. 35–41.
5. Мизерницкий Ю. Л. Современные функциональные методы исследования в детской пульмонологии / Ю. Л. Мизерницкий, С. Э. Цыпленкова. — М.: НТО им. С. И. Вавилова, 2007. — 28 с.
6. Оценка вентиляционной функции в раннем и дошкольном возрасте с помощью определения сопротивления дыхательных путей методом прерывания воздушного потока / Е. Г. Фурман, М. С. Пономарева, А. М. Ярулина [и др.] // Пульмонология. — 2009. — № 1. — С. 55–58.
7. Филатова Н. Н. Компьютерные технологии в исследовании и диагностике патологий органов дыхания / Н. Н. Филатова, Н. Аль-Нажжар // Програмные продукты и системы. — 2007. — № 1. — С. 42–44.
8. An Official American Thoracic Society / European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children // Am. J. Respir. Crit. Care. Med. — 2007. — Vol 175. — P. 1304–1345.
9. Kenzie S. Airway resistance measured by the interrupter technique: normative data for 2–10 year olds of three ethnicities / S. Kenzie, E. Chan, I. Dundas // Arch. Dis. Child. — 2002. — Vol. 87, № 3. — P. 248–251.
10. Pasterkamp H. Lung sound spectra at standardized air flow in normal infants, children, and adults / H. Pasterkamp, R. E. Powell, I. Sanchez // Am. J. Respir. Crit. Care. Med. — 1996. — Vol. 154, № 2. — P. 424–430.