

## REFERENCES

1. Shajtor, V.M. Algoritmy okazaniya neotlozhnoj medicinskoj pomoshchi pri obstruktivnom sindrome u detej/ V.M. SHajtor, A.I.Safronova. – M.: Medicinskaya praktika, 2016. – 35 s. (In Russ).
2. Bronhialnaya astma u detej. Strategiya lecheniya i profilaktika: nacional'naya programma. Rossijskoe respiratornoe obshchestvo pedi-atricheskoe respiratornoe obshchestvo federaciya pediatrov stran SNG. – M., 2017. – 102-108 s. (In Russ).
3. Petrushina, A.D. Neotlozhnye sostoyaniya u detej/ A.D. Petrushina. – Moskva: Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2011. – 89 s. (In Russ).
4. Ostryj bronhit u detej: klinicheskie rekomendacii. Soyuz pediatrov Rossii. – M., 2017. – 13 s. (In Russ).

УДК 615.099.092

© Коллектив авторов, 2018

М.В. Ханды, Т.И. Никифорова, С.Ю. Артамонова, С.В. Маркова  
**КОМПЬЮТЕРНАЯ БРОНХОФОНОГРАФИЯ И ТЕСТ НА КОТИНИН  
 У КУРЯЩИХ ПОДРОСТКОВ ГОРОДА ЯКУТСКА**

*ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск*

Табакокурение – одна из самых часто встречаемых пагубных привычек как среди взрослых, так и среди детей и подростков, что является глобальной проблемой мирового общества.

Статья посвящена изучению акустических параметров дыхания и определению котинина у курящих подростков г. Якутска. В исследовании принял участие 191 школьник в возрасте от 13 до 17 лет (учащиеся 8-11 классов). Всем участникам проводили экспресс-тест для определения котинина (никотина) в моче, компьютерную бронхофонографию (БГФ) с использованием аппарата «Паттерн» и анонимное анкетирование для определения статуса курения. Тест на котинин был положительным у 46 из 191 (24%) обследованного школьника. Изучение статуса курения показало, что ежедневно курят 4,2% мальчиков и 2,7% девочек, эпизодически курят 69,5% и 20,0% соответственно. По результатам компьютерной бронхофонографии статистически значимых различий при сравнении данных акустического параметра дыхания у курящих и некурящих подростков не выявлено, что, возможно, связано с небольшим стажем курения у школьников.

**Ключевые слова:** дети, подростки, табакокурение, бронхофонография, котинин, никотин.

M.V. Khandy, T.I. Nikiforova, S.Yu. Artamonova, S.V. Markova  
**COMPUTED BRONCHOPHONOGRAPHY AND COTININE TEST  
 IN SMOKING ADOLESCENTS OF THE CITY OF YAKUTSK**

Tobacco smoking is one of the most common bad habits among both adults, children and adolescents, which is a global problem of the world community.

The article focuses on the study of acoustic parameters of respiration and determination of cotinine in smoking adolescents in Yakutsk. 191 schoolchildren aged 13 to 17 (8-11 grade pupils) participated in the study. All participants underwent an express-test to determine cotinine (nicotine) in the urine, computed bronchophonography with the use of the "Pattern" device and anonymous questionnaire to determine smoking status. The cotinine test was positive in 46 of 191 examined schoolchildren (24%). The study of smoking status revealed that 4.2% of boys and 2.7% of girls smoke on a daily basis, occasional smokers are 69.5% and 20.0%, respectively. According to the results of computed bronchophonography, there were no statistically significant differences when comparing the indicants of the acoustic parameter of respiration in smoking and non-smoking adolescents, which may be due to the short history of smoking among schoolchildren.

**Key words:** children, adolescents, smoking, bronchophonography, cotinine, nicotine.

По данным всемирной организации здравоохранения из-за табакокурения ежегодно умирают около 7 миллионов человек [4]. По данным многих авторов в последние годы возрастает употребление табака среди подростков. Так, средний показатель употребления табака по всем странам составляет в среднем 12% среди мальчиков и 11% среди девочек [8].

В России по результатам выборочных социологических исследований растет доля курящих детей и подростков. По данным Геппе Н.А. (и др.) среди московских школьников курят около 40% мальчиков и 30% девочек, в Туле – 40 и 32% соответственно, в Якутске – 34 и 40%, в Воронеже – более 50% детей [2]. По материалам С.Ю. Артамоновой (2008) среди подростков в г. Якутске курят 77% девушек, 83% юношей с поведенческими рас-

стройствами и 9% девушек, 7% юношей без поведенческих расстройств [1].

Во многих странах приняты законодательные меры с целью ограничения рекламы и пропаганды табака и табакокурения. Контролируется возраст лица, которому разрешено продавать табачные изделия, регулируется курение в общественных местах [5]. В нашей стране 23 февраля 2013 г. был принят Федеральный закон "Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака".

Исследования многих авторов показали негативное влияние никотина на состояние здоровья детей, в т. ч. дыхательной системы. С.М. Гавалов (1988) доказал связь хронической патологии органов дыхания подростков с табакокурением [6]. От регулярного поступления никотина в первую очередь страдает

дыхательная система, при этом подросток вначале испытывает затрудненное дыхание при минимальных физических нагрузках, в последующем появляются затяжной сухой кашель и одышка [10].

В настоящее время существует программа Computerized Respiratory Sound Analysis (CORSA), направленная на регулярное изучение, разработку и применение различных методов компьютерного анализа респираторных звуков. Одним из компьютерных методов исследования функции внешнего дыхания является компьютерная бронхофонография (БФГ) [3]. В ее основе лежит регистрация специфических акустических проявлений дыхательной системы ребенка, которые могут иметь диагностическое значение и дополнять информацию, полученную традиционными методами [11].

Цель – изучить акустические параметры дыхания методом компьютерной бронхофонографии и определить котинин у курящих и некурящих подростков г. Якутска.

#### **Материал и методы**

Исследование проводилось среди школьников, для чего с использованием генератора случайных чисел из всех общеобразовательных учреждений города было отобрано 5 школ (№ 14, 18, 27, 28, 31) г. Якутска. Участие в исследовании было добровольным и проводилось на основании информированного добровольного согласия законного представителя несовершеннолетнего пациента, одобренного локальным комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «ЯНЦ КМП» (протокол № 41 от 12 ноября 2015 г.). Всего в исследовании принял участие 191 школьник в возрасте от 13 до 17 лет (учащиеся 8-11 классов).

Критерии включения в исследование: курящие подростки в возрасте 13-17 лет со второй группой здоровья. В контрольную группу вошли некурящие подростки той же возрастной категории со второй группой здоровья, проживающие в г. Якутске, не имеющие острых и/или хронических заболеваний бронхолегочной системы

Критерии невключения в исследование: дети с хроническими бронхолегочными заболеваниями; дети 12 лет и младше; дети с острыми заболеваниями верхних и нижних дыхательных путей.

Всем участникам исследования проводили иммунохроматографический экспресс-тест мочи для определения метаболита никотина – котинина (ООО «Мед-Экспресс-Диагностика») (Россия) и компьютерную бронхофонографию (БФГ) с использованием

аппарата «Паттерн» (В.С. Малышев, А.К. Макаров) (Россия). В основе компьютерной бронхофонографии лежит анализ амплитудно-частотных показателей респираторных шумов. Принцип метода заключается в регистрации дыхательных звуков, возникающих в процессе дыхания и изменяющихся при различных патологических состояниях (заболевании). Исследуемый берет загубник, прикрепленный к микрофону, в рот на глубину 1,5-2 см, плотно обжимая его губами, не оставляя промежутков между губами и загубником. На нос накладывается зажим. Начало записи совмещается с началом выдоха. Исследование проводится не менее трех раз до получения воспроизводимых результатов без наличия артефактов на полученном изображении кривой. Произведенная запись отображается на экран монитора персонального компьютера или ноутбука и делится на следующие диапазоны: до 1,2 кГц является областью пуэрильного дыхания, 1,2-5 кГц принято считать низкочастотной областью, а 5-12,6 кГц – высокочастотной областью [7]. Оценивается интенсивность акустического феномена дыхания, связанного с усилением турбулентности воздушных потоков по респираторному тракту, известного как акустический компонент работы дыхания (АКРД). Колебания в высокочастотном диапазоне свидетельствуют у обследуемого пациента о признаках бронхиальной обструкции. Низкочастотный диапазон включает в себя шумы, вызванные наличием слизи в воздухоносных путях, а также заболеваниями верхних отделов дыхательного тракта (ринит, синусит и др.). Высокочастотный диапазон включает в себя шумы, возникающие при спазме бронхов среднего и мелкого калибров [9].

Определение котинина основано на принципе иммунохроматографического анализа. Тест-полоска предназначена для одноэтапного быстрого качественного выявления котинина (метаболит никотина) в моче.

Изучаемая моча всасывается поглощающими зонами тест-полоски и в случае наличия в моче котинина, тот реагирует с антителами к котинину, которые связаны с частицами коллоидного золота с последующим образованием комплекса «АГ+АТ». Данный комплекс реагирует конкурентным связыванием с антигеном, находящимся в тестовой зоне этой полоски, в результате этого в тестовой зоне розовый цвет не выявляется.

Чувствительность определения составляет 200 нг/мл котинина. Появление двух полос розового цвета свидетельствует об отри-

цательном результате, а определение лишь одной полосы розового цвета указывает на положительный результат (рис. 1, 2).

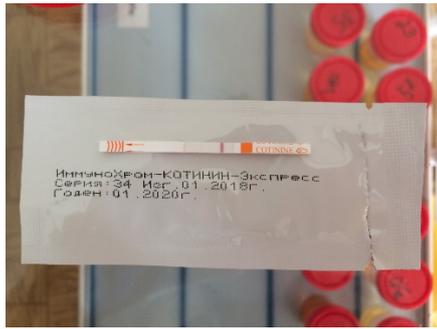


Рис. 1. Положительный тест анализа на котинин в моче у подростков

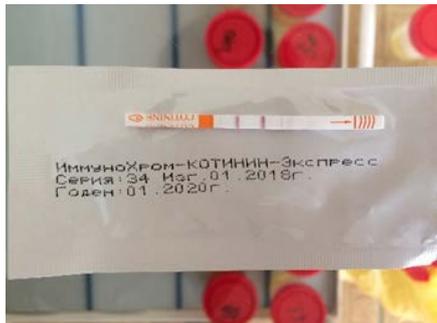


Рис. 2. Отрицательный тест анализа на котинин в моче у подростков

Время проведения анализа – 5 минут. Каждая полоска используется для одноразового и качественного определения наличия котинина в моче. Метод предназначен только для диагностики *in vitro*.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по программе IBM SPSS Statistics v22. Проверка нормальности распределения количественных признаков проводилась с использованием критерия Шапиро–Уилка. Меры центральной тенденции и рассеяния представлены в виде медианы (Me) и межквартильного (25 и 75%) распределения. При сравнении независимых групп по количественным признакам применяли непараметрические критерии Краскела–Уоллиса и Манна–Уитни. Сравнение групп по качественным признакам проводили с вычислением критерия Пирсона  $\chi^2$ . Критическое значение уровня статистической значимости различий ( $p$ ) принималось равным 5%.

### Результаты и обсуждение

Половозрастная структура респондентов представлена в табл. 1. Мальчиков было больше, чем девочек (60,7 и 39,3% соответственно), но возрастные структуры статистически значимо не различались ( $p=0,983$ ).

Таблица 1

Гендерная структура исследованных подростков г. Якутска по возрасту и полу, n (%)

Группы	N	13-14 лет	15-17 лет	p
Мальчики	116	57 (49,1)	59 (50,9)	0,983
Девочки	75	33 (44,0)	42 (56,0)	
Оба пола	191	90 (47,1)	101 (52,9)	

Примечание.  $p$  - достигнутый уровень статистической значимости различий при сравнении групп по возрастной структуре (критерий Пирсона  $\chi^2$ ).

Показатели БФГ представлены на рис. 1. Выделен 4-секундный интервал, в котором зеленым обозначен низкочастотный (0,2-1,2 кГц), красным – среднечастотный (1,2-5 кГц) и синим – высокочастотный (>5 кГц) диапазоны.

В табл. 2 представлены показатели БФГ в зависимости от возраста и пола. Среднечастотные диапазоны у мальчиков 13-14 лет (7,69 кГц) статистически значимо выше, чем у мальчиков 15-17 лет (6,02 кГц) ( $p=0,039$ ), возможно, это связано с тем, что мальчики в группе 13-14 лет на 7,8% больше курят, по сравнению с группой мальчиков 15-17 лет.

стотные диапазоны у мальчиков 13-14 лет (7,69 кГц) статистически значимо выше, чем у мальчиков 15-17 лет (6,02 кГц) ( $p=0,039$ ), возможно, это связано с тем, что мальчики в группе 13-14 лет на 7,8% больше курят, по сравнению с группой мальчиков 15-17 лет.

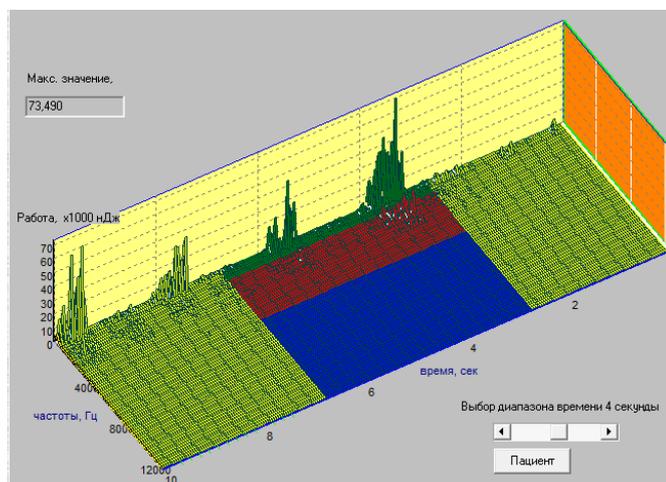


Рис. 3. Показатели БФГ у курящего подростка 16 лет

Сравнение акустических параметров дыхания по возрасту и полу

Возрастная группа, лет	Мальчики		Девочки		p
	N	Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	N	Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	
5,0-12,6 кГц высокочастотные					
13-14	57	0,21 (0,15; 0,27)	33	0,21 (0,14; 0,25)	0,860
15-17	59	0,25 (0,18; 0,43)	42	0,22 (0,16; 0,25)	0,108
p*		0,082		0,669	
1,2-5,0 кГц среднечастотные					
13-14	57	7,69 (5,41; 10,11)	33	6,91 (5,11; 9,76)	0,223
15-17	59	6,02 (3,36; 8,94)	42	5,77 (3,35; 8,72)	0,909
p*		0,039		0,302	
0,2-1,2 кГц низкочастотные					
13-14	57	82,00 (58,22; 111,01)	33	82,00 (59,39; 97,48)	0,747
15-17	59	82,00 (66,54; 95,65)	42	82,00 (62,80; 101,53)	0,555
p*		0,884		0,361	

Примечание. p – достигнутый уровень статистической значимости различий при сравнении групп по полу; p\* – при сравнении возрастных групп 13-14 и 15-17 лет (критерий Манна–Уитни).

Анализ результатов теста на котинин показал, что дети в группе 13-14 лет курят статистически значимо чаще, чем дети в возрасте 15-17 лет (34,4 и 14,9%) (табл. 3).

Таблица 3

Структура положительного теста на котинин у подростков г. Якутска по возрасту и полу, n (%)

Подростки 13-14 лет	Подростки 15-17 лет	p
16 (28,1)	12 (20,3)	0,331
15 (45,5)	3 (7,1)	<0,001
31 (34,4)	15 (14,9)	0,002

Примечание. p – достигнутый уровень статистической значимости различий при сравнении групп подростков по возрасту (критерий Пирсона  $\chi^2$ ).

При сравнении акустических параметров дыхания у курящих и некурящих школьников как у мальчиков, так и у девочек статистически значимых различий не выявлено (табл. 4, 5).

В заключение исследования среди обследованных школьников было проведено анонимное анкетирование с целью изучения статуса по отношению курения (табл. 6).

Как видно из табл. 6, на момент анкетирования ежедневно курят 4,2% мальчиков и 2,7% девочек (p < 0,05), эпизодически – 69,5 и 20,0% соответственно (p < 0,05).

Таблица 4

Сравнение акустических параметров дыхания у мальчиков, Me (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>)

Тест на котинин	5,0-12,6 кГц высокочастотные	1,2-5,0 кГц среднечастотные	0,2-1,2 кГц низкочастотные
	13-14 лет		
Положительный	0,22 (0,17; 0,27)	7,80 (6,18; 9,25)	89,81 (56,87; 111,37)
Отрицательный	0,19 (0,14; 0,28)	7,69 (5,34; 10,85)	82,00 (58,22; 104,14)
p	0,618	1,000	0,632
15-17 лет			
Положительный	0,25 (0,20; 0,84)	6,45 (3,35; 9,56)	80,60 (66,71; 89,70)
Отрицательный	0,25 (0,17; 0,37)	5,97 (3,36; 8,69)	85,60 (66,04; 98,60)
p	0,335	0,910	0,366
13-17 лет			
Положительный	0,22 (0,17; 0,33)	7,18 (5,17; 9,46)	82,00 (59,48; 98,16)
Отрицательный	0,23 (0,15; 0,31)	6,57 (3,78; 9,59)	82,00 (62,37; 100,70)
p	0,525	0,771	0,867

Примечание. p – достигнутый уровень статистической значимости различий при сравнении групп по результатам теста на котинин (критерий Манна–Уитни).

Таблица 5

Сравнение акустических параметров дыхания у девочек, Me (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>)

Тест на котинин	5,0-12,6 высокочастотные	1,2-5,0 среднечастотные	0,2-1,2 низкочастотные
	13-14 лет		
Положительный	0,23 (0,19; 0,25)	6,91 (4,56; 10,62)	82,00 (60,00; 105,50)
Отрицательный	0,19 (0,14; 0,25)	6,82 (5,12; 9,60)	83,78 (64,72; 101,01)
p	0,442	0,845	0,986
15-17 лет			
Положительный	0,23 (0,22; 0,25)	6,44 (3,28; 11,91)	82,00 (73,50; 98,60)
Отрицательный	0,21 (0,16; 0,25)	5,77 (3,36; 8,64)	82,00 (59,39; 97,20)
p	0,577	0,927	0,712
13-17 лет			
Положительный	0,23 (0,19; 0,25)	6,67 (4,24; 10,62)	82,00 (64,20; 100,62)
Отрицательный	0,20 (0,16; 0,25)	6,18 (3,93; 8,80)	82,00 (59,44; 97,77)
p	0,525	0,771	0,867

Примечание. p – достигнутый уровень статистической значимости различий при сравнении групп по результатам теста на котинин (критерий Манна–Уитни).

Результаты анкетирования по определению статуса курения среди школьников г. Якутска

Обследованные	Статус курения			p
	ежедневно	эпизодически	не курю	
Мальчики n=116	5 (4,2%)	82 (69,5%)	31 (26,3%)	<0,05
Девочки n=75	2 (2,7%)	15 (20,0%)	58 (77,3%)	

Примечание. p – достигнутый уровень статистической значимости различий при сравнении групп по статусу курения.

Таким образом, результаты теста на копинг были положительными у 24% обследованных школьников – мальчиков 14,6%, девочек 9,4%. Курят чаще школьники 13-14 лет (16,2%), чем 15-17 лет (7,8%). Статистически

значимых различий при сравнении показателей акустического параметра дыхания у курящих и некурящих подростков не выявлено, что, возможно, связано с небольшим стажем курения.

#### Сведения об авторах статьи:

**Ханды Мария Васильевна** – д.м.н., профессор кафедры пропедевтики детских болезней медицинского института ФГАОУ ВО СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: m\_leader@gambler.ru.

**Никифорова Татьяна Ивановна** – аспирант кафедры пропедевтики детских болезней медицинского института ФГАОУ ВО СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: TatianaN-89@mail.ru.

**Артамонова Саргылана Юрьевна** – к.м.н., доцент пропедевтики детских болезней медицинского института ФГАОУ ВО СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: sarartam@mail.ru.

**Маркова Сардана Валерьевна** – к.м.н., руководитель отделения "Педиатрия", зав. кафедрой пропедевтики детских болезней медицинского института ФГАОУ ВО СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: saramark@mail.ru.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова, С.Ю. Состояние здоровья подростков с поведенческими расстройствами: автореф. дис.... канд. мед. наук. – М., 2008. – 24 с.
2. Геппе, Н.А. Курение табака у детей и подростков: влияние на состояние здоровья и профилактика // Пульмонология и аллергология. – 2007. – № 3. – С.15
3. Геппе, Н.А. Значение респираторных звуков в педиатрии (обзор) / Н.А. Геппе, С.И. Шаталина, В.С. Малышев // Вестник смоленской государственной медицинской академии. – 2017. – № 3. – С. 169-172.
4. Данные официального сайта всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) URL: <http://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/tobacco> (дата обращения: 10.06.2018).
5. Данные официального сайта всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) URL: <http://www.who.int/topics/tobacco/ru/> (дата обращения: 10.06.2018).
6. Кожевникова, Т.Н., Влияние табакокурения на респираторную функцию у подростков / Т.Н. Кожевникова [и др.] // Pediatrics. – 2017. – Vol. 133, N. 4. – С. 8.
7. Компьютерная бронхофонография респираторного цикла/под ред. Н.А. Геппе, В.С. Малышева. – М.: Медиа Сфера, 2016. – 108 с.
8. Распространённость потребления табака среди школьников России и стран Европы [Электронный ресурс]/ Ю.В. Михайлова [и др.] URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/920/30/lang.ru/> (дата обращения: 10.06.2018г.). DOI:10.21045/2017-5021-2017-57-5-7.
9. Павлинова, Е.Б. Бронхофонография как новый метод диагностики бронхообструктивного синдрома у детей / Е.Б. Павлинова, Н.Г. Худенко, Т.И. Сафонова // Мать и дитя в Кузбассе. – 2006. – № 4. – С. 29-32.
10. Прокудина, О.А. Негативное влияние табачного дыма на организм подростка / О.А. Прокудина, И.Н. Кононова // Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт. Международная научно-практическая заочная конференция: сборник статей. – Белгород. – 2017. – С.149-152.
11. Старостина, Л.С. Функция внешнего дыхания у детей раннего возраста с различными заболеваниями бронхолегочной системы: автореф. дис.... канд. мед. наук. – М., 2009. – 24 с.

#### REFERENCES

1. Artamonova, S.YU. Sostoyanie zdorov'ya podrostkov s povedencheskimi rasstrojstvami: avtoref. dis.... kand. med. nauk. – M., 2008. – 24 s. (In Russ.).
2. Geppe, N.A. Kurenje tabaka u detej i podrostkov: vliyanie na sostoyanie zdorov'ya i profilaktika / Pul'monologiya i allergologiya. – 2007. – №3. – S.15 (In Russ.).
3. Geppe, N.A. Znachenie respiratornyh zvukov v pediatrii (obzor) / N.A. Geppe, S.I. SHatalina, V.S. Malyshev // Vestnik smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. – 2017. – № 3. – S. 169-172. (In Russ.).
4. Dannye oficial'nogo sajta vsemirnoj organizacii zdavoohraneniya (VOZ) URL: <http://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/tobacco> (data obrashcheniya: 10.06.2018) (In Russ.).
5. Dannye oficial'nogo sajta vsemirnoj organizacii zdavoohraneniya (VOZ) URL: <http://www.who.int/topics/tobacco/ru/> (data obrashcheniya: 10.06.2018). (In Russ.).
6. Kozhevnikova, T.N., Vliyanie tabakokureniya na respiratornyu funkciu u podrostkov / T.N. Kozhevnikova [i dr.] // Pediatrics. – 2017. – Vol.133, N. 4. – S.8 (In Russ.).
7. Komp'yuternaya bronhofonografiya respiratornogo cikla. Pod red. Geppe N.A., Malysheva V.S. M.: Media Sfera. – 2016. – 108 s. (In Russ.).
8. Rasprostranennost' potrebleniya tabaka sredi shkol'nikov Rossii i stran Evropy [EHlektronnyj resurs]/ YU.V. Mihajlova [i dr.] URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/920/30/lang.ru/> (data obrashcheniya: 10.06.2018g.). DOI:10.21045/2017-5021-2017-57-5-7. (In Russ.).
9. Pavlinova E.B. Bronhofonografiya kak novyj metod diagnostiki bronhoobstruktivnogo sindroma u detej / E.B. Pavlinova, N.G. Hudenko, T.I. Safonova // Mat' i ditya v Kuzbasse. – 2006. – № 4. – S. 29-32. (In Russ.).
10. Prokudina O.A. Negativnoe vliyanie tabachnogo dyma na organizm podrostka / O.A. Prokudina, I.N. Kononova // Nauka i obrazovanie: otechestvennyj i zarubezhnyj opyt. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya zaochnaya konferenciya: sbornik statej. – Belgorod.- 2017. – S.149-152. (In Russ.).
11. Starostina, L.S. Funkciya vneshnego dyhaniya u detej rannego vozrasta s razlichnymi zabolevaniyami bronholegochnoj sistemy: avtoref. dis.... kand. med. nauk. – M., 2009. – 24 s. (In Russ.).