



## ВЛИЯНИЕ БИОАКУСТИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ НА ЖИЗНЕННУЮ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ

Г.Г.Ерофеев

Федеральное медико-биологическое агентство России, 123182, Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30

### Резюме

**Цель исследования.** Изучить влияние биоакустической стимуляции дыхательной системы у спортсменов на величину жизненной емкости легких.

**Материалы и методы.** Для технической реализации биоакустической стимуляции дыхательной системы использовалась биотехническая система, содержащая блок акустического интерферометра, систему управления интерферометром и систему регистрации параметров звукового поля. В исследовании принимали участие девять спортсменов – добровольцы-испытатели: мужчины в возрасте от 19 до 31 года, вид спорта – лыжные гонки, спортивный разряд – первый взрослый, которые проходили тренировку с использованием биоакустической стимуляции по следующей методике: трехкратно по 3 мин каждое воздействие, с интервалом между воздействиями, равным одной минуте. Перед началом каждого воздействия медицинским персоналом проводился опрос самочувствия спортсмена, измерение частоты сердечных сокращений и насыщения крови кислородом, а также определение жизненной емкости легких. Во время воздействия велся постоянный контроль самочувствия, частоты сердечных сокращений и насыщения крови кислородом, а замеры жизненной емкости легких проводились после каждого стимулирующего воздействия.

**Результаты.** Восемь из девяти добровольцев увеличили жизненную емкость легких, по субъективным ощущениям все добровольцы отмечали ощущение более глубоких вдохов после воздействия, ощущение легкости дыхания и отсутствие одышки после тренировок впоследствии. Спортсмены, принимавшие участие на более ранних этапах исследования, отметили, что эффект стимуляции имеет выраженный характер по субъективным оценкам ощущения легкости дыхания, большей глубины вдоха, большего объема дыхания сразу и в течение 3 дней после трехкратного воздействия в течение одного сеанса.

**Заключение.** Результаты исследования свидетельствуют о существенных потенциальных возможностях биоакустической стимуляции дыхательной системы спортсменов для повышения функциональных резервов организма, определяемого приростом величины жизненной емкости легких. Важным для практики спортивной медицины является то, что прирост жизненной емкости легких происходит после однодневного курса биоакустической стимуляции дыхательной системы, сохраняется в течение 3 дней и более после стимуляции и сопровождается субъективными оценками более легкого дыхания.

### Ключевые слова:

функциональные резервы организма, биоакустическая стимуляция, стимуляция дыхательной системы, жизненная емкость легких, спортивная медицина, адаптационные возможности организма

### Оформление ссылки для цитирования статьи

Ерофеев Г.Г. Влияние биоакустической стимуляции дыхательной системы спортсменов на жизненную емкость легких. Исследования и практика в медицине. 2018; 5(2): 80-85. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-2-9

### Для корреспонденции

Ерофеев Геннадий Григорьевич, к.м.н., начальник отдела организации научных исследований, Федеральное медико-биологическое агентство России  
Адрес: 123182, Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе, д. 30  
E-mail: gniiivm-s@ya.ru

**Информация о финансировании.** Автор сообщает об отсутствии источника финансирования исследования

**Конфликт интересов.** Автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 02.03.2018 г., принята к печати 30.05.2018 г

# INFLUENCE OF BIOACOUSTIC STIMULATION OF THE RESPIRATORY SYSTEM OF SPORTSMEN ON LIFE-CAPACITY OF LUNGS

G.G.Erofeev

Federal Medical Biological Agency of Russia, 30 Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russian Federation

## Abstract

**Purpose.** To study the influence of bioacoustic stimulation of the respiratory system in athletes on the value of vital capacity of the lungs.

**Materials and methods.** For technical realization of bioacoustics stimulation of the respiratory system, a biotechnical system, containing a block of an acoustic interferometer, an interferometer control system, and a system for recording sound field parameters, was used. The study involved nine athletes test volunteers: men aged 19 to 31 years, a sport – skiing, a sports category – the first adult, who underwent a training using bioacoustics stimulation in the following way: three times for three minutes each exposure, with an interval between exposures equal to one minute. Before the beginning of each exposure, the medical staff conducted a survey of the athlete's well-being, measurement of the heart rate and blood saturation with oxygen, and determination of the vital capacity of the lungs. During the exposure, a constant control of health, heart rate and blood saturation with oxygen was conducted, and measurements of the vital capacity of the lungs were carried out after each stimulating effect.

**Results.** Eight of the nine volunteers increased the vital capacity of the lungs, according to subjective sensations, all volunteers noted a feeling of deeper breaths after exposure, a feeling of lightness of breath and absence of shortness of breath after training afterwards. Athletes who participated in earlier stages of the study noted that the effect of stimulation is pronounced in terms of subjective assessments of a feeling of lightness of breath, a greater depth of inspiration, a greater volume of breathing at once, and within 3 days after three-fold exposure during one session.

**Conclusion.** The results of the study testify to the significant potential possibilities of bioacoustics stimulation of the respiratory system of athletes to increase the functional reserves of the body, determined by the increase in the vital capacity of the lungs. Important for the practice of sports medicine is that the increase in vital capacity of the lungs occurs after a one-day course of bioacoustics stimulation of the respiratory system, persists for 3 or more days after stimulation and is accompanied by subjective estimates of easier breathing.

## Keywords:

functional reserves of the body, bioacoustics stimulation, stimulation of the respiratory system, vital capacity of the lungs, sports medicine, adaptive capabilities of the body

## For citation

Erofeev G.G. Influence of bioacoustic stimulation of the respiratory system of sportsmen on life-capacity of lungs. Research'n Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2018; 5(2): 80-85. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-2-9

## For correspondence

Gennadiy G. Erofeev, MD, PhD, head of department organization of scientific research, Federal Medical Biological Agency of Russia  
Address: 30 Volokolamskoe shosse, Moscow, 123182, Russian Federation  
E-mail: gniivm-s@ya.ru

**Information about funding.** The author reports that there is no funding source for the study.

**Conflict of interest.** Author report no conflict of interest.

The article was received 02.03.2018, accepted for publication 30.05.2018

Приоритетным направлением повышения функциональных резервов дыхательной системы спортсменов в настоящее время является применение нелекарственных технологий [1–4]. К числу таковых относятся инновационные технологии, основанные на биоакустической стимуляции дыхательной системы [5, 6].

Способ биоакустической стимуляции дыхательной системы базируется на взаимодействии высокоинтенсивной звуковой волны с респираторным трактом человека на резонансных (индивидуально подобранных) частотах [7, 8]. В результате биоакустической стимуляции дыхательной системы возникает эффект открытия резервных альвеол и увеличения площади поперечного сечения альвеолярных ходов и дыхательных бронхиол, что обуславливает увеличение жизненной емкости легких [7, 9, 10].

При воздействии высокоинтенсивными звуками низкой частоты на резонансных частотах давление в падающей волне полностью переносится по воздушным каналам на всю глубину воздушной полости и приводит к раскрытию альвеол: этого невозможно достичь за счет подачи воздуха даже под высоким давлением, так как напор воздуха испытывает сопротивление по всем воздушным каналам [11, 12]. Чем меньше диаметр каналов – тем больше сопротивление потоку воздуха, поэтому стимулирующий воздушный поток до альвеол не доходит, а звуковая волна такого сопротивления на резонансных частотах не испытывает, поэтому давление звуковой волны проходит до альвеол (и способствует их раскрытию) [9].

Реакции дыхательной системы на акустическое воздействие изменяются в зависимости от его частоты и интенсивности и, кроме того, зависят от индивидуальных физиологических и антропометрических характеристик человека [13–15]. К респираторным реакциям можно отнести вибрацию грудной клетки и диафрагмы с основной частотой воздействия, изменение глубины и ритма дыхания, прекращение экскурсии грудной клетки без нарушения газообмена в легких [6, 16].

Для контроля и персонификации стимулирующего акустического воздействия необходимы измерения акустического импеданса дыхательной системы, теоретической основой которых являются модельные представления о резонансном звукопоглотителе (резонатор Гельмгольца) [8, 9, 12]. Теоретические основы реализации таких измерений в медико-биологической практике разработаны в последние несколько лет, что открывает новые возможности применения биоакустической стимуляции дыхательной системы в задачах восстановительной и спортивной медицины [5, 6, 12].

**Цель исследования** – изучить влияние биоакустической стимуляции дыхательной системы у спортсменов на величину жизненной емкости легких.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для технической реализации биоакустической стимуляции дыхательной системы использовалась биотехническая система, содержащая блок акустического интерферометра, систему управления интерферометром и систему регистрации параметров звукового поля [5, 9, 12, 17, 18].

В исследовании принимали участие девять спортсменов – добровольцев-испытателей (коды: БС1, БС2, БС3, БС4, БС5, БС6, БС7, БС8, БС9): мужчины в возрасте от 19 до 31 года, вид спорта – лыжные гонки, спортивный разряд – первый взрослый, которые проходили тренировку с использованием биоакустической стимуляции по следующей методике: трехкратно по 3 мин каждое воздействие, с интервалом между воздействиями, равным 1 мин.

Перед началом каждого воздействия медицинским персоналом проводился опрос самочувствия спортсмена, измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) и насыщения крови кислородом ( $S_pO_2$ , %), а также определение жизненной емкости легких (ЖЕЛ, л). Во время воздействия велся постоянный контроль самочувствия, ЧСС и  $S_pO_2$ , а замеры ЖЕЛ проводились после каждого стимулирующего воздействия.

Для определения показателей ЖЕЛ использовался спирометр сухой портативный (Rudolf Riester, Германия), позволяющий регистрировать ЖЕЛ с точностью до 0,1 л. Регистрация показателей ЖЕЛ осуществлялась при нахождении добровольца в положении сидя. Доброволец выполнял два предварительных спокойных вдоха-выдоха, затем делал глубокий вдох и спокойный полный выдох через мундштук спирометра. Выполнялись три измерения ЖЕЛ, из которых выбирался лучший результат.

Насыщение крови кислородом и частоту сердечных сокращений (ЧСС) во время биоакустической стимуляции определяли медицинским пульсоксиметром марки «Armed YX300». Во время измерения  $S_pO_2$  датчик пульсоксиметра находился на указательном пальце левой руки добровольца.

Заключение о самочувствии спортсменов делалось на основании опросника «Самочувствие-Активность-Настроение» (Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Мирошников М.П., Шарай В.Б., 1973).

Для статистической обработки результатов биоакустической стимуляции использована программа Statistica: достоверность различий средних арифметических значений показателей в сопоставляемых

группах оценивалась с применением непараметрического критерия Уилкоксона. Величина уровня статистической значимости  $p$  принята равной 0,05.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты измерений параметров звукового поля при биоакустической стимуляции дыхательной системы показали, что уровни звукового давления не превышали 130 дБ в заданном диапазоне частот 238 Гц, а разброс в уровнях звукового давле-

ния по частоте не превышает 3 дБ. Таким образом, стимулирующий сигнал отвечал требованиям безопасности.

Значения показателей ЧСС и  $S_pO_2$ , в процессе биоакустической стимуляции находились в пределах физиологической нормы.

В таблице 1 приведены индивидуальные данные динамического изменения ЖЕЛ у обследуемых спортсменов.

В таблице 2 представлены данные абсолютного значения прироста по показателю ЖЕЛ и в процентах.

**Таблица 1. Индивидуальная динамика жизненной емкости легких (ЖЕЛ, л) у обследованных спортсменов**  
**Table 1. Individual dynamics of the vital capacity of the lungs (VCL, L) in the examined athletes**

| Код спортсмена | Воздействие | Фон | Величина ЖЕЛ после биоакустического воздействия, л |                    |                    |
|----------------|-------------|-----|--|--------------------|--------------------|
|                |             |     | Первое воздействие                                 | Второе воздействие | Третье воздействие |
| БС1            |             | 3,5 | 3,7  | 3,7                | 3,7                |
| БС2            |             | 4,5 | 4,6  | 4,8                | 5,2                |
| БС3            |             | 5,5 | 5,4  | 5,5                | 5,8                |
| БС4            |             | 4,7 | 4,8  | 4,8                | 4,9                |
| БС5            |             | 5,3 | 5,4  | 5,0                | 4,9                |
| БС6            |             | 4,7 | 4,5  | 4,6                | 4,5                |
| БС7            |             | 5,7 | 5,9  | 6,0                | 6,0                |
| БС8            |             | 5,5 | 5,6  | 5,6                | 5,7                |
| БС9            |             | 4,7 | 4,9  | 4,9                | 4,9                |

**Таблица 2. Значения жизненной емкости легких у обследованных спортсменов при использовании биоакустической стимуляции**  
**Table 2. The values of the vital capacity of the lungs in the examined athletes using bioacoustic stimulation**

| Код спортсмена | Исходное значение ЖЕЛ, л | ЖЕЛ сразу после стимуляции |                | ЖЕЛ через 3 дня после стимуляции, л |
|----------------|--------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------|
|                |                          | Величина, л                | Прирост, л (%) |                                     |
| БС1            | 3,5                      | 3,7                        | 0,2 (5,7)      | 3,7                                 |
| БС2            | 4,5                      | 5,2                        | 0,7 (15,6)     | 5,0                                 |
| БС3            | 5,5                      | 5,8                        | 0,3 (5,5)      | 5,6                                 |
| БС4            | 4,7                      | 4,9                        | 0,2 (4,3)      | 4,8                                 |
| БС5            | 5,3                      | 5,4                        | 0,1 (1,9)      | 5,3                                 |
| БС6            | 4,7                      | 4,5                        | -0,2 (-4,3)    | 4,7                                 |
| БС7            | 5,7                      | 6,0                        | 0,3 (5,3)      | 5,9                                 |
| БС8            | 5,5                      | 5,7                        | 0,2 (3,6)      | 5,6                                 |
| БС9            | 4,7                      | 4,9                        | 0,2 (4,3)      | 4,9                                 |

Восемь из девяти добровольцев увеличили ЖЕЛ (ЖЕЛ измерялась сразу после третьего воздействия), но один доброволец продемонстрировал снижение показателя ЖЕЛ, что, по-видимому, обусловливается индивидуальной реакцией на сканирующий частотный режим либо некорректностью определения фонового значения ЖЕЛ. В среднем по группе отмечено увеличение ЖЕЛ на 4,6% относительно фоновых значений.

По субъективным ощущениям все добровольцы (включая добровольца со снижением ЖЕЛ) отмечали ощущение более глубоких вдохов после воздействия, ощущение легкости дыхания и отсутствие одышки после тренировок впоследствии.

Двое добровольцев проходили стимуляцию на фоне затрудненного дыхания, обусловленного начальными признаками простудного заболевания. После стимуляции они отметили улучшение дыхания, увеличение его глубины, отхождение мокроты.

Спортсмены, принимавшие участие на более ранних этапах исследования, отметили, что эффект стимуляции имеет выраженный характер по субъективным оценкам ощущения легкости дыхания, большей глубины вдоха, большего объема дыхания сразу и в течение 3 дней после трехкратного воздействия в течение одного сеанса.

Различия между величиной ЖЕЛ после био-

акустической стимуляции и соответствующими фоновыми значениями являются достоверными при уровне доверительной вероятности  $p = 0,028$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования свидетельствуют о существенных потенциальных возможностях биоакустической стимуляции дыхательной системы спортсменов для повышения функциональных резервов организма, определяемого приростом величины ЖЕЛ.

Важным для практики спортивной медицины является то, что прирост ЖЕЛ происходит после однодневного курса биоакустической стимуляции дыхательной системы, сохраняется в течение 3 дней и более после стимуляции и сопровождается субъективными оценками более легкого дыхания.

Перспективными направлениями совершенствования технологий биоакустической стимуляции дыхательной системы являются исследования, направленные на проработку режима стимуляции с более узкими частотными характеристиками звуковой волны и совершенствование методики определения персонализированных параметров стимуляции, учитывающих индивидуальные особенности и текущее состояние дыхательной системы.

## Список литературы

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997, 237 с.
2. Ушаков И.Б., Богомолов А.В. Информатизация программ персонализированной адаптационной медицины. Вестник Российской академии медицинских наук. 2014;69(5-6):124-8.
3. Устинова О.И., Пименов Ю.С., Устинов Ю.В. Здоровье здоровых: историческое наследие академика Н.М.Амосова по вопросам достижения здоровья. Научная дискуссия: вопросы медицины. 2016;12(42):44-52.
4. Разинкин С.М. Реализация концепции «охраны здоровья здорового человека» в спортивной медицине. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017;94(S2):115-6.
5. Драган С.П., Богомолов А.В., Разинкин С.М., Корчажкина Н.Б., Ерофеев Г.Г., Ивашин В.А. Способ повышения функциональных резервов организма. Патент на изобретение RU №2587970, 27.01.2015.
6. Разинкин С.М., Черноризов А.М., Исайчев С.А., Петрова В.В., Назарян С.Е., Королев А.Д. Методы биоуправления: теория и практика, применение в спортивной психофизиологии. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2017;5:54-9.
7. Науменко Ж.К., Неклюдова Г.В., Чикина С.Ю., Черняк А.В. Новые функциональные методы исследования: импульсная

осциллометрия и бронхофонография. Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2007;2:14-17.

8. Богомолов А.В., Драган С.П. Математическое обоснование акустического метода измерения импеданса дыхательного тракта. Доклады Академии наук. 2015;464(5):623. DOI: 10.7868/S0869565215290253

9. Драган С.П., Богомолов А.В. Метод акустической импедансометрии дыхательного тракта. Медицинская техника. 2015;5:19-21.

10. Неклюдова Г.В., Черняк А.В. Исследование диффузионной способности легких: новые технические возможности и стандарты проведения исследования. Практическая пульмонология. 2017;2:56-62.

11. Матюшев Т.В., Дворников М.В., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А., Поляков А.В. Математическое моделирование динамики показателей газообмена человека в условиях гипоксии. Математическое моделирование. 2014;26(4):51-64.

12. Драган С.П., Богомолов А.В., Разинкин С.М., Корчажкина Н.Б., Ерофеев Г.Г., Ивашин В.А. Устройство для звуковой стимуляции дыхательной системы. Патент на полезную модель RU №154260, 27.01.2015.

13. Жмылевская В.В., Поварещенкова Ю.А. Влияние массажа на регуляцию адаптивных реакций кардио-респираторной системы при физической нагрузке. Валеология. 2008;1:16-20.

14. Гридин Л.А., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Методологические основы исследования физической работоспособности человека. Актуальные проблемы физической подготовки силовых структур. 2011;1:10-9.
15. Разинкин С.М., Гладкова С.Н., Толоконин А.О., Котенко Н.В., Панасенко С.Л., Кленков Р.Р. Методы оценки уровня психофизического здоровья человека (обзор литературы). Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2012;4:44-55.
16. Котенко К.В., Разинкин С.М., Котенко Н.В., Иванова

- И.И. Современные методы скрининг-диагностики психофизиологического состояния, функциональных и адаптивных резервов организма. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2014;9:64-72.
17. Драган С.П., Богомолов А.В., Ерофеев Г.Г. Способ диагностики состояния дыхательного тракта. Патент на изобретение RU №2572750, 20.01.2016.
18. Драган С.П., Богомолов А.В., Ерофеев Г.Г. Устройство для импедансных исследований функции внешнего дыхания. Патент на полезную модель RU №14848, 10.12.2014.

## References

1. Baevskii P.M., Berseneva A.P. Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostei organizma i risk razvitiya zabolevanii [Assessment of adaptive capabilities of the body and the risk of developing diseases]. Moscow: "Meditsina" Publ., 1997, 237 p. (In Russian).
2. Ushakov IB, Bogomolov AV. Informatization of Personalized Adaptation Medicine Programs. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014;69(5-6):124-8. (In Russian).
3. Ustinova OI, Pimenov YuS, Ustinov YuV. Zdorov'e zdorovykh: istoricheskoe nasledie akademika N.M.Amosova po voprosam dostizheniya zdorov'ya. Nauchnaya diskussiya: voprosy meditsiny. 2016;12(42):44-52. (In Russian).
4. Razinkin SM. Realizatsiya kontseptsii «okhrany zdorov'ya zdorovogo cheloveka» v sportivnoi meditsine. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury (Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy). 2017;94(S2):115-6. (In Russian).
5. Dragan SP, Bogomolov AV, Razinkin SM, Korchazhkina NB, Erofeev GG, Ivashin VA. A way to increase the functional reserves of the body. Patent for invention RU № 2587970, January 27, 2015. (In Russian).
6. Razinkin SM, Chernorizov AM, Isaichev SA, Petrova VV, Nazaryan SE, Korolev AD. Metody bioupravleniya: teoriya i praktika, primeneniye v sportivnoi psikhofiziologii. Vestnik nevrologii, psikhiiatrii i neirokhirurgii. 2017;5:54-9. (In Russian).
7. Naumenko ZhK, Neklyudova GV, Chikina SYu, Chernyak AV. Novye funktsional'nye metody issledovaniya: impul'snaya ostsilometriya i bronkhofonografiya. Atmosfera. Pul'monologiya i allergologiya. 2007;2:14-17. (In Russian).
8. Bogomolov AV, Dragan SP. Matematicheskoe obosnovanie akusticheskogo metoda izmereniya impedansa dykhatel'nogo trakta. Doklady Akademii nauk. 2015;464(5):623. DOI: 10.7868/S0869565215290253 (In Russian).
9. Dragan SP, Bogomolov AV. Metod akusticheskoi impedansometrii dykhatel'nogo trakta. Biomedical Engineering. 2015;5:19-21. (In Russian).
10. Neklyudova GV, Chernyak V. The Assessment of Pulmonary Diffusing Capacity: New Technical Capabilities and Standards. Practical Pulmonology. 2017;2:56-62. (In Russian).
11. Matyushev TV, Dvornikov MV, Bogomolov AV, Kukushkin YuA, Polyakov AV. The mathematical model of the dynamics of human gas exchange in hypoxic conditions. Mathematical Models and Computer Simulations. 2014;26(4):51-64. (In Russian).
12. Dragan SP, Bogomolov AV, Razinkin SM, Korchazhkina NB, Erofeev GG, Ivashin VA. Device for sound stimulation of the respiratory system. Patent for utility model RU №154260, 27.01.2015. (In Russian).
13. Zhmylevskaya VV, Povareshchenkova YuA. Vliyanie massazha na regulyatsiyu adaptivnykh reaktсии kardio-respiratornoi sistemy pri fizicheskoi nagruzke. Journal of Health and Life Sciences. 2008;1:16-20. (In Russian).
14. Gridin LA, Bogomolov AV, Kukushkin YA. Methodological bases of physical working capacity investigation. Actual problems of physical and special training of law enforcement agencies. 2011;1:10-9. (In Russian).
15. Razinkin SM, Gladkova SN, Tolokonin AO, Kotenko NV, Panasencko SL, Klenkov RR. Metody otsenki urovnya psikhofizicheskogo zdorov'ya cheloveka. Vestnik nevrologii, psikhiiatrii i neirokhirurgii. 2012;4:44-55. (In Russian).
16. Kotenko KV, Razinkin SM, Kotenko NV, Ivanova II. Modern methods of screening diagnostics of psychophysiological state, functional and adaptive reserves of the organism. Vestnik nevrologii, psikhiiatrii i neirokhirurgii. 2014;9:64-72. (In Russian).
17. Dragan SP, Bogomolov AV, Erofeev GG. A method for diagnosing the state of the respiratory tract. Patent for invention RU № 2572750, January 20, 2016. (In Russian).
18. Dragan SP, Bogomolov AV, Erofeev GG. Device for impedance studies of the function of external respiration. Patent for utility model RU №14848, December 10, 2014. (In Russian).

## Информация об авторе:

Ерофеев Геннадий Григорьевич, к.м.н., начальник отдела организации научных исследований, Федеральное медико-биологическое агентство России

## Information about author:

Gennadiy G. Erofeev, MD, PhD, head of department organization of scientific research, Federal Medical Biological Agency of Russia