

Метод психоакустической шумометрии в диагностике шума в ушах

В.В. Дворянчиков¹, Е.А. Левина^{1✉}, e.levina@niilor.ru, Г.А. Кошкина¹, К.О. Самсонова¹, Е.Э. Вяземская¹, Ю.К. Янов^{2,3}

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9

² Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

³ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

Резюме

Введение. Шум в ушах – это восприятие звука без внешнего акустического стимула, что приводит к дезадаптации, тревожно-депрессивным расстройствам и снижению качества жизни. Распространенность среди взрослого населения составляет около 14%, включая 2% случаев с тяжелыми симптомами. Психоакустическая шумометрия – метод количественной оценки субъективного ушного шума путем определения его частотных и интенсивностных характеристик с помощью аудиометра, подбирающего акустически эквивалентный тон, и применяется для выявления слуховых параметров, коррелирующих с восприятием шума, а также оценки влияния внешних звуков на его проявления. В России развитие психоакустической шумометрии началось в середине XX в. с работ Ленинградского НИИ уха, горла, носа и речи. Существует большое число субъективных методов оценки ушного шума.

Цель. Определить взаимосвязь параметров шума в ушах при проведении различных типов известных диагностических тестов.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 49 пациентов, всем им были проведены психоакустическая шумометрия, анкетирование с помощью визуально-аналоговой шкалы шума и опросника THI (Tinnitus Handicap Inventory). Была проведена статистическая обработка результатов и проведен сравнительный анализ полученных данных. В результате было выявлено разнообразие реакций, указывающее на сложные механизмы генерации шума. Статистически значимой взаимосвязи между параметрами шума не обнаружено.

Выводы. Таким образом, перспективным направлением является разработка комплексных подходов, включающих многочастотные стимулы и 3D-моделирование восприятия. Совершенствование методов позволит создавать персонализированные терапевтические стратегии.

Ключевые слова: тиннитус, 3D-моделирование, слуховая система, визуально-аналоговая шкала, THI-опросник

Для цитирования: Дворянчиков ВВ, Левина ЕА, Кошкина ГА, Самсонова КО, Вяземская ЕЭ, Янов ЮК. Метод психоакустической шумометрии в диагностике шума в ушах. *Медицинский совет.* 2025;19(18):146–153. <https://doi.org/10.21518/ms2025-376>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Psychoacoustic tinnitus measurement and diagnostic approach

Vladimir V. Dvoryanchikov¹, Elena A. Levina^{1✉}, e.levina@niilor.ru, Galina A. Koshkina¹, Kseniya O. Samsonova¹, Elena E. Vyazemskaya¹, Yuri K. Yanov^{2,3}

¹ Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia

² Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 6, Akademik Lebedev St., St Petersburg, 194044, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia

Abstract

Introduction. Tinnitus is the perception of sound without an external acoustic stimulus, which leads to maladaptation, anxiety-depressive disorders and a decrease in the quality of life. The prevalence among the adult population is about 14%, including 2% of cases with severe symptoms. Psychoacoustic noise measurement is a method of quantifying subjective ear noise by determining its frequency and intensity characteristics using an audiometer that selects an acoustically equivalent tone and is used to identify auditory parameters correlating with noise perception, as well as to assess the influence of external sounds on its manifestations. In Russia, the development of psychoacoustic noise measurement began in the middle of the 20th century with the work of the Leningrad Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. There are a large number of subjective methods for assessing ear noise.

Aim. Study was to determine the relationship of tinnitus parameters during various types of well-known diagnostical tests.

Materials and methods. 49 patients participated in the study, all of them underwent noise measurement, a questionnaire using the visual analog noise scale (VAS) and the THI questionnaire (Tinnitus Handicap Inventory). Statistical processing of the results was carried out and a comparative analysis of the data obtained was carried out.

Conclusions. As a result, a variety of reactions was revealed, indicating complex noise generation mechanisms. No statistically significant relationship was found between the noise parameters. Thus, a promising direction is the development of integrated approaches, including multi-frequency stimuli and 3D modeling of perception. Improving the methods will allow you to create personalized therapeutic strategies.

Keywords: tinnitus, 3D modeling, auditory system, visual analog scale, THI questionnaire

For citation: Dvoryanchikov VV, Levina EA, Koshkina GA, Samsonova KO, Vyazemskaya EE, Yanov YuK. Psychoacoustic tinnitus measurement and diagnostic approach. *Meditsinskiy Sovet*. 2025;19(18):146–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2025-376>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Шум в ушах – это феномен, характеризующийся восприятием звукового ощущения в голове или ушах при отсутствии внешнего акустического стимула, а также без связи с объективным внутренним или внешним источником звука [1, 2].

Распространенность данного состояния среди взрослого населения составляет около 14%, включая 2% случаев с тяжелой формой проявления симптоматики [3].

Данное состояние приводит к выраженной дезадаптации, сопровождающейся тревожно-депрессивными расстройствами, когнитивными нарушениями и снижением работоспособности [4–6].

Шум в ушах представляет собой гетерогенное состояние с вариательной этиологией, клиническими проявлениями и степенью влияния на качество жизни пациентов [7, 8]. Субъективное восприятие акустического феномена может быть как моноуральным, так и преимущественно бинауральным [9]. В клинической практике выделяют острую и хроническую формы патологии с различной степенью выраженности симптоматики [10–12]. Данная вариательность имеет существенное значение как для исследовательских, так и для клинических аспектов изучения и лечения шума в ушах [13].

Психоакустическая шумометрия представляет собой метод количественной оценки субъективного ушного шума, заключающийся в определении частотных и интенсивностных характеристик ушного шума. В ходе исследования посредством аудиометра подбирается тон, воспринимаемый пациентом как акустически эквивалентный или максимально приближенный к субъективно ощущаемому ушному шуму [14].

Психоакустические методы исследования применяются преимущественно с двумя целями: во-первых, для идентификации слуховых параметров, коррелирующих с субъективным восприятием пациента его шума в ушах, и, во-вторых, для оценки степени влияния внешних звуковых стимулов на его проявления [15].

Психоакустические измерения играют ключевую роль в клинической и исследовательской практике, позволяя выявлять причины и механизмы ушного шума, объективно оценивать его акустические характеристики и подтверждать органическую природу симптомов. Они помогают оптимизировать лечение, анализируя эффективность различных терапевтических стратегий, отслеживать динамику симптомов и оценивать влияние терапии на параметры шума в ушах и его восприятие пациентом. Кроме того, психоакустическая шумометрия позволяет создавать индивидуальные звуковые профили ушного шума для использования в звуковой терапии [16].

Развитие психоакустической шумометрии в России прошло несколько ключевых этапов, отражающих прогресс в изучении субъективного ушного шума и методов его объективной оценки. Начальный этап (середина XX в.): первые

исследования в этой области были связаны с развитием аудиологии и военной медицины. В 1920–1940-х гг. советские ученые, специалисты Ленинградского НИИ уха, горла, носа и речи, под руководством Н.В. Белоголозова разрабатывали новые механизмы изучения шума в ушах и способов его объективизации. Однако в тот период методы диагностики оставались преимущественно клинико-описательными, а инструментальные подходы ограничивались применением базовой тональной аудиометрии [17, 18].

Становление методов (1970–1990-е гг.): с развитием психоакустики в СССР начались систематические исследования, направленные на количественную оценку характеристик субъективного ушного шума. Значительный вклад в эту область внесли специалисты Московского НИИ уха, горла и носа (руководитель Н.А. Преображенский), разработавшие методики сопоставления субъективного шума с внешними акустическими стимулами. Важным достижением стало внедрение стандартизированных протоколов измерения частоты и интенсивности шума в ушах с использованием современных для того времени аудиометров, таких как AD-226.

Современный период (с 2000-х гг.). В настоящее время психоакустическая шумометрия прочно вошла в клиническую практику диагностики хронического шума в ушах. Благодаря появлению цифровых аудиометрических комплексов (например, АКМ-01) и внедрению компьютерного моделирования (разработки СПб НИИ ЛОР) удалось значительно повысить точность измерений.

Психоакустика, изучающая звуковое восприятие, имеет древние истоки, но существенно развилась с прогрессом телекоммуникаций. Систематическое исследование ушного шума началось с работ Жан-Мари Итара (1821 г.). В XX в. Сполдинг ввел музыкальные аналогии для описания шума в ушах и открыл феномен остаточного торможения, а Джоузефсон разработал методы измерения его акустических параметров, выявив особенности маскировки по сравнению с внешними звуками.

Значительный вклад в середине XX в. внес Фаулер, который ввел количественную оценку громкости шума в ушах в dB SL (децибелы уровня чувствительности – от англ. sensation level), разработал стандартные методы сопоставления высоты тона, а также установил связь между психоакустическими характеристиками и этиологией ушного шума.

Последующие исследования выявили важные закономерности: Гудхилл обнаружил зависимость точности описаний ушного шума от музыкальной подготовки пациентов; Грэм и Ньюби установили различия в частотных характеристиках шума в ушах при разных типах тугоухости.

Фельдман провел системный анализ закономерностей маскировки шума в ушах, выделив как типичные, так и атипичные варианты взаимодействия. Важным этапом стала стандартизация подходов на конференции Ciba, утвердившая четыре базовых параметра оценки: высоту тона, громкость,

маскируемость и эффект остаточного торможения, что заложило основу для современных методов исследования [19].

Высота тона шума в ушах как ключевой параметр его психоакустической характеристики определяет частотные свойства воспринимаемого звука и имеет существенное значение для клинической диагностики, выбора терапевтических стратегий и исследования этиологии данного состояния.

Выбор уха для подачи тестовых стимулов критически важен при оценке параметров ушного шума. Ипсилатеральное предъявление может влиять на восприятие шума, а контралатеральное – исказить оценку высоты тона из-за бинауральной диплакузии. В исследованиях нет единого мнения: одни авторы рекомендуют ипсилатеральный метод для снижения артефактов, другие – контралатеральный, чтобы уменьшить отвлечение пациента. Оптимальным решением является комбинированный подход: первоначальный выбор уха пациентом с последующей проверкой ипсилатеральным тестированием для исключения перцептивных искажений [20].

В современной аудиологической практике применяются различные методы сопоставления высоты тона шума в ушах, среди которых наиболее распространены: метод адаптации, метод пределов, двухальтернативный вынужденный выбор (2AFC), рекурсивный двухинтервальный вынужденный выбор (RIFT) и оценка сходства с шумом (tinnitus likeness ratings). Несмотря на популярность метода 2AFC, обусловленную его простотой и быстротой выполнения, данный подход демонстрирует ограниченную надежность из-за значительной вариабельности результатов среди пациентов. В то же время более сложные методики, такие как RIFT и tinnitus likeness ratings, обеспечивают повышенную точность и детализацию характеристик ушного шума, однако их клиническое применение ограничено ввиду большей временной затратности.

Клинические данные свидетельствуют о тесной связи шума в ушах с высокочастотной тугоухостью, причем характеристики шума часто соответствуют зоне наибольшей слуховой депривации. Это нашло отражение в двух ключевых теориях: концепции краевой частоты, связывающей возникновение шума в ушах с границей между сохраненными и нарушенными слуховыми функциями, и теории максимальной потери, объясняющей его появление в области наиболее выраженного повреждения слуховой системы. Однако неоднозначность экспериментальных данных указывает на гетерогенность ушного шума с различными патофизиологическими механизмами. У больных с нарушениями слуха определение характеристик шума в ушах затруднено вследствие сниженной способности различать частоты, а наличие кохлеарных мертвых зон – участков улитки с неработающими или отсутствующими внутренними волосковыми клетками (ИНС) и/или нейронами, что нарушает передачу звуковых сигналов в мозг [21, 22].

Психоакустическая оценка высоты тона шума в ушах осложнена методологическими ограничениями и вариабельностью проявлений, особенно из-за феномена октавного разнообразия. Современные подходы, включая оценку сходства шума в ушах с характеристиками высоты тона, демонстрируют лучшую воспроизводимость, но требуют больше времени. Дополнительные сложности связаны

с изменчивостью симптома и субъективностью восприятия. Несмотря на это, психоакустическое исследование остается ключевым методом диагностики, а его совершенствование требует разработки стандартизированных протоколов для точной оценки шума в ушах [23].

В клинической практике для оценки громкости ушного шума широко применяются два основных метода: метод сравнения громкости (loudness matching) и метод субъективной оценки (loudness rating). Несмотря на то что субъективная оценка предоставляет более комплексные данные, метод сравнения громкости остается более распространенным ввиду его стандартизированного подхода, предполагающего подбор интенсивности внешнего тона, соответствующего субъективно воспринимаемой громкости шума в ушах. В отличие от данного подхода субъективная оценка направлена преимущественно на анализ не акустических параметров шума в ушах, а его влияния на повседневную жизнь и психоэмоциональное состояние пациента [24].

Для определения высоты тона ушного шума применяют различные методики, многие из которых адаптированы и для измерения громкости. К ним относятся: адаптивный подход, метод границ, способ настройки, двухальтернативный выбор (2AFC), а также FCDS (forced-choice double-staircase), используемая для классификации стимулов при оценке шума [25]. Отсутствие значимой корреляции между данными сравнения громкости и субъективной оценки обусловлено принципиальными различиями в оцениваемых аспектах восприятия ушного шума. Психоакустический метод измеряет сенсорную громкость, тогда как субъективная оценка интегрирует когнитивные и эмоциональные компоненты, что повышает ее клиническую значимость в контексте индивидуального переживания симптома. Это подчеркивает необходимость комплексного подхода, сочетающего объективные психоакустические измерения с анализом психологического воздействия шума в ушах.

Хотя методы сравнения громкости демонстрируют высокую надежность, их результаты характеризуются выраженной межиндивидуальной вариабельностью, тем не менее превосходя по воспроизводимости методы оценки высоты тона. Субъективные оценки сильнее подвержены влиянию факторов эмоционального дистресса и снижения качества жизни, однако и психоакустические измерения не полностью исключают воздействие психологических переменных.

Оценка громкости ушного шума преимущественно проводится в дБ SL (разница между громкостью шума в ушах и порогом слышимости), несмотря на методологические ограничения и погрешность измерений. Исследования показывают, что при восприятии звуков в области нормального диапазона громкость выше, тогда как при тугоухости обычно не превышает порог на 0–20 дБ SL, что объясняется феноменом рекруитмента. Альтернативные методы (перевод в соны, персональные единицы громкости) точнее отражают субъективное восприятие, но не получили клинического распространения из-за сложности применения. Таким образом, дБ SL остается основным, хотя и неидеальным методом оценки громкости шума в ушах.

Громкость шума в ушах обычно незначительно превышает порог слышимости (0–20 дБ SL), однако пациенты

часто субъективно воспринимают его как значительно более громкий, что может быть связано с феноменом набора громкости у лиц с потерей слуха. Гиперакузия – сниженная переносимость звуков нормальной громкости, вызывающих дискомфорт или боль, встречающаяся у 85% пациентов с шумом в ушах, оценивается с помощью уровней громкости дискомфорта (LDL), где значения ниже 60 дБ свидетельствуют о тяжелой форме, однако отсутствие стандартизированных методов оценки затрудняет сопоставление данных между исследованиями [26].

Несмотря на относительно низкие показатели громкости шума в ушах, зафиксированные при психоакустических измерениях, многие пациенты сообщают о выраженном дискомфорте и эмоциональном напряжении. Научные данные свидетельствуют об отсутствии прямой зависимости между объективно измеренной громкостью шума и степенью вызываемого им раздражения. В частности, исследования Андерссона продемонстрировали наличие корреляции между уровнем раздражения и показателями громкости в дБ HL (уровень слуха), тогда как аналогичной связи для дБ SL (уровень ощущения) выявлено не было, что подчеркивает необходимость учета индивидуальных особенностей слуховой функции при оценке клинической картины шума в ушах.

Субъективная тяжесть шума в ушах определяется не только громкостью, но и психоэмоциональным состоянием пациента, а также индивидуальной чувствительностью. Особенно выражен дискомфорт у лиц с гиперакузией. Для полноценной оценки необходимо сочетать объективные замеры с субъективными опросниками, учитывающими личное восприятие симптома [27].

Теория уровня адаптации (AIT) объясняет вариабельность восприятия громкости ушного шума, связывая его не только с физическими характеристиками звука, но и с внутренними эталонными точками, формируемыми личностными, когнитивными и контекстуальными факторами. Например, у пациентов с хронической болью или травмами могут наблюдаться измененные пороги восприятия, влияющие на субъективную оценку шума. Согласно AIT, добавление внешних звуков способно смещать внутреннюю точку отсчета, приводя к недооценке громкости шума в ушах, что подчеркивает важность учета как акустических, так и психологических аспектов при диагностике. Практическое применение теории включает анализ психоакустических и эмоциональных компонентов восприятия, выявление факторов дистресса и разработку персонализированных терапевтических стратегий. Таким образом, AIT обеспечивает комплексный подход к изучению ушного шума, интегрируя объективные измерения и субъективный опыт пациента.

Смещение понятий высоты и громкости шума в ушах: проблема круговой зависимости.

Одной из основных сложностей психоакустической оценки ушного шума является взаимозависимость параметров высоты и громкости. Пациенты затрудняются в определении высоты звука, если тестовый тон отличается по громкости от их ушного шума, и аналогично – в оценке громкости при несовпадении частоты. Это создает проблему круговой зависимости: точное измерение высоты

требует соответствия громкости, а корректная оценка громкости – совпадения частоты.

Субъективность восприятия усугубляет проблему, затрудняя стандартизацию измерений. Пациенты могут отвергать точные совпадения по высоте из-за различий в громкости или, наоборот, принимать неточные соответствия при схожей громкости. Это осложняет клиническую практику и исследования, где точность измерений крайне важна.

Для решения данной проблемы требуются дальнейшие исследования, направленные на разработку методов раздельной оценки высоты и громкости. Перспективными подходами могут стать адаптивные протоколы, учитывающие динамику взаимодействия параметров, или использование комплексных стимулов, лучше имитирующих восприятие ушного шума.

Маскировка ушного шума представляет собой метод снижения или полного подавления восприятия шум в ушах с помощью внешнего звука. Ключевым параметром в этом процессе является минимальный уровень маскировки (MML) – наименьшая интенсивность широкополосного шума, необходимая для полного исчезновения ушного шума. Клиническая значимость MML заключается в его корреляции с эффективностью звуковой терапии: более низкие значения часто указывают на лучший терапевтический результат.

В отличие от маскировки внешних звуков, подчиняющейся четким частотно-интенсивным закономерностям, маскировка шума в ушах отличается высокой индивидуальной вариабельностью. Например, широкополосный ушной шум может подавляться не только шумом, но и чистым тоном, что противоречит классическим принципам маскировки. Фельдман в 1971 г. систематизировал эти различия, выделив пять типов маскировочных кривых: конвергентный (схождение кривых на частоте шума в ушах), дивергентный (расхождение с ростом частоты), конгруэнтный (маскировка на уровнях, близких к пороговым), дистантный (требуются уровни, значительно превышающие пороговые) и персистирующий (шум в ушах не маскируется).

Существенным ограничением современных методов оценки шума в ушах является взаимозависимость между субъективно воспринимаемыми показателями высоты тона и его громкости.

Субъективность восприятия осложняет клиническую практику и исследования, где точность измерений крайне важна. Пациенты могут отвергать точные совпадения по высоте из-за различий в громкости или, наоборот, принимать неточные соответствия при схожей громкости. Несмотря на то что минимальный уровень маскировки является ключевым диагностическим методом, его интерпретация требует учета индивидуальных особенностей пациента. Это и стало **целью** нашего исследования – определить взаимосвязь параметров шума в ушах при проведении различных типов известных психоакустических тестов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В нашем исследовании приняли участие 49 пациентов с хроническим шумом в ушах в возрасте от 30 до 73 лет. Всем пациентам была проведена психоакустическая шумометрия.

Для количественной оценки параметров ушного шума применялся метод сравнения громкости (loudness matching), включающий:

1. Определение частотного спектра шума.
2. Измерение интенсивности шума (порог восприятия в дБ).
3. Фиксацию порога маскировки (уровень перекрытия внешним тоном).

Испытуемые подвергались воздействию звуковых стимулов различной частоты и интенсивности, после чего фиксировались их пороги восприятия шума и перекрытия внешним тоном.

4. Визуально-аналоговая шкала ушного шума (ВАШ).

Пациенты оценивали интенсивность шума по шкале от 0 до 10 баллов.

5. Опросник THI (Tinnitus Handicap Inventory).

Состоял из 25 вопросов, направленных на оценку влияния шума на качество жизни (шкала 0–100 баллов).

Статистический анализ проводился с использованием языка R и программной среды RStudio, хорошо зарекомендовавших себя для решения широкого круга аналитических задач [28–31]. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95%-ного доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Корреляционный анализ проводился методом Спирмена и интерпретировался по шкале Чеддока.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках проведенного исследования была сформирована выборка, включающая 49 пациентов, соответствующих установленным критериям отбора (таблица). Возрастной

состав участников исследования варьировался в широком диапазоне: минимальный возраст зафиксирован на уровне 30 лет, максимальный – 73 года.

Диапазон значений показателя субъективной оценки ушного шума ВАШ (n = 49) варьировался от 2 до 8 баллов, медианное значение и межквартильный интервал составили 4 (3–5) балла.

Диапазон значений показателя THI (n = 49) варьировался от 10 до 96 баллов, медианное значение и межквартильный интервал составили 50 (28–64) баллов.

Корреляционный анализ влияния субъективной оценки дискомфорта от ушного шума (по ВАШ) на качество жизни (THI) продемонстрировал умеренную связь ($r = 0,41$, $p = 0,0032$).

Диапазон значений показателя частотного спектра ушного шума (n = 49) варьировался от 125 до 18 500 Гц, среднее значение и стандартное отклонение (95% ДИ) составило $6\,829,69 \pm 6\,225,22$ (5 086,66–8 572,72) Гц.

Ожидаемо обнаружена практически линейная зависимость между порогом восприятия шума и уровнем перекрытия внешним тоном, что подтверждается высоким коэффициентом корреляции Спирмена ($r = 0,99$, $p < 0,0001$). Порог восприятия ушного шума в выборке (n = 48) находился в диапазоне от 5 до 101 дБ со средним значением $37,44 \pm 23,16$ дБ (95% ДИ 30,88–43,99), тогда как уровень перекрытия внешним тоном находился в пределах от 7 до 105 дБ при среднем $43,19 \pm 23,04$ дБ (95% ДИ 36,67–49,70), демонстрируя сопоставимую вариабельность обоих параметров. Разница между уровнем перекрытия внешним тоном и порогом восприятия шума (n = 48) варьировалась от 2 до 15 дБ, среднее значение и стандартное отклонение (95% ДИ) составило $5,75 \pm 3,29$ дБ (4,82–6,68) (рисунок).

Связь порога восприятия ушного шума с его субъективной оценкой по ВАШ оценена как умеренная с коэффициентом корреляции $r = 0,42$, $p = 0,0033$.

Корреляционный анализ других зависимостей между результатами инструментальных исследований

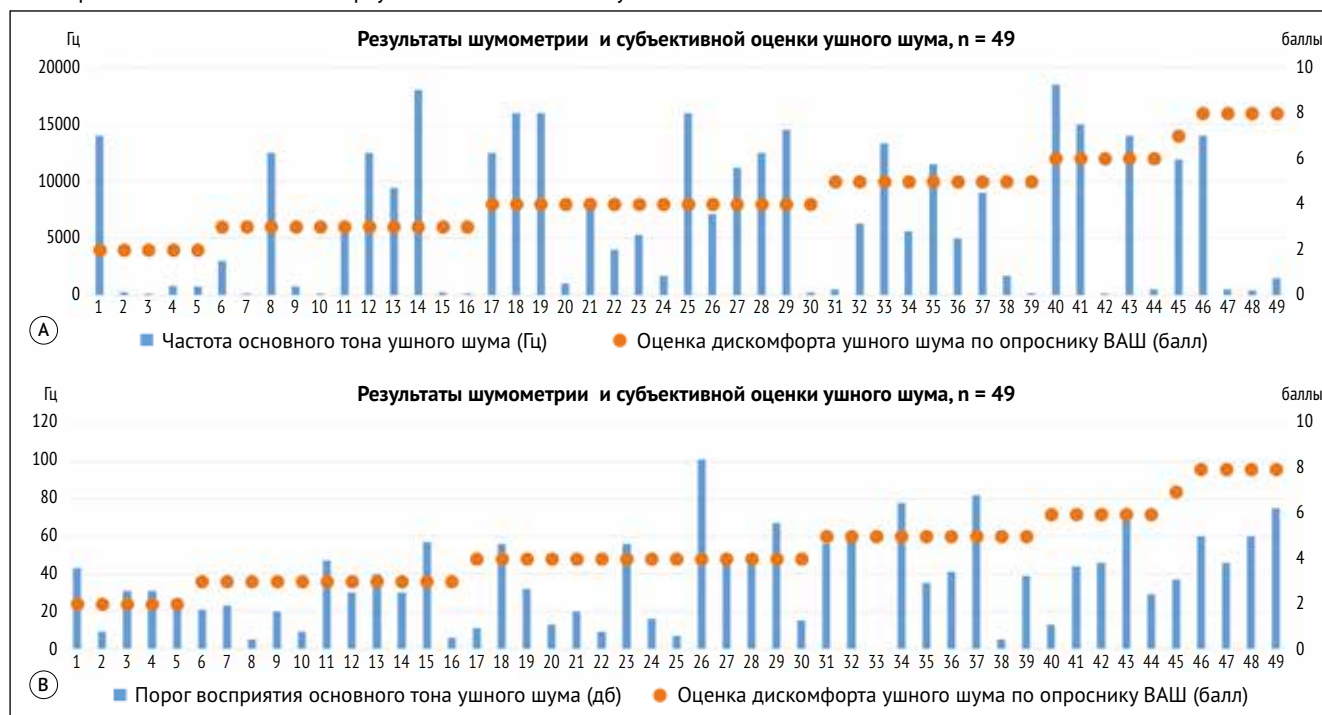
● **Таблица.** Описательная статистика характеристик общей выборки пациентов с ушным шумом

● **Table.** Descriptive statistics of the characteristics of the general sample of patients with tinnitus

Показатели	ед. изм.	M $\pm$ SD (95% ДИ) / Me (Q ₁ –Q ₃)	n	min	max
Возраст	лет	48,43 $\pm$ 10,62 (45,45–51,4)	49	30	73
Опросник ВАШ ушного шума	балл	4 (3–5)	49	2	8
Опросник THI	балл	50 (28–64)	49	10	96
Частота основного тона ушного шума	Гц	6 829,69 $\pm$ 6 225,22 (5 086,66–8 572,72)	49	125	18 500
Порог восприятия основного тона ушного шума	дБ	37,44 $\pm$ 23,16 (30,88–43,99)	48	5	101
Уровень перекрытия внешним тоном основного тона ушного шума	дБ	43,19 $\pm$ 23,04 (36,67–49,7)	48	7	105
Разница между уровнем перекрытия внешним тоном и порогом восприятия шума (n = 48)	дБ	5,75 $\pm$ 3,29 дБ (4,82–6,68)	n = 48	2	15
Частота второго компонента ушного шума	Гц	10 409,09 $\pm$ 4 790,5 (7 578,14–13 240,04)	11	800	16 000
Порог восприятия второго компонента ушного шума	дБ	45,91 $\pm$ 23,68 (31,91–59,9)	11	6	73
Уровень перекрытия внешним тоном второго компонента ушного шума	дБ	50,64 $\pm$ 22,51 (37,33–63,94)	11	14	76

● **Рисунок.** Демонстрация по каждому пациенту парных субъективных оценок дискомфорта от ушного шума по ВАШ в сравнении с результатами психоакустической шумометрии

● **Figure.** Demonstration for each patient of paired subjective assessments of discomfort from tinnitus on a visual analogue scale in comparison with the results of psychoacoustic noiseometry



А – частоты основного тона ушного шума; Б – пороги восприятия основного тона ушного шума

и субъективных оценок по данным опросников не дал значимых результатов.

Необходимо отметить, что в ходе исследования часть пациентов ($n = 11$) предъявляла жалобы на шум в ушах, состоящий из двух компонентов на разных частотах. Данные наблюдения фиксировались у четверти пациентов с шумом. Поэтому было принято решение фиксировать результаты измерений показателей психоакустической шумометрии как основного тона ушного шума, так и второго компонента ушного шума.

Диапазон значений показателя диапазона частот второго компонента шума ($n = 11$) варьировался от 800 до 16 000 Гц, среднее значение и стандартное отклонение (95% ДИ) составило $10\,409,09 \pm 4\,790,5$ (7 578,14–13 240,04) Гц.

Диапазон пороговых значений восприятия второго компонента ушного шума ($n = 11$) варьировался от 6 до 73 дБ, среднее значение и стандартное отклонение (95% ДИ) составило $45,91 \pm 23,68$ (31,91–59,9) дБ.

Диапазон значений уровней перекрытия внешним тоном второго компонента ушного шума ($n = 11$) варьировался от 14 до 76 дБ, среднее значение и стандартное отклонение (95% ДИ) составило $50,64 \pm 22,51$ (37,33–63,94) дБ.

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования нами было выявлено разнообразие реакций и их сочетаний, что свидетельствует о сложных механизмах генерации шума в ушах, вероятно, связанных с центральными процессами в слуховой системе, а не только с периферическими нарушениями. Таким образом,

хотя минимальный уровень маскировки (MML) служит важным диагностическим инструментом, его интерпретация требует учета индивидуальных особенностей пациента. Современные методы оценки ушного шума, основанные на стандартной аудиометрии, обладают существенными ограничениями, включая узкий частотный диапазон (часто не превышающий 8 кГц) и грубый шаг изменения интенсивности (5 дБ), что снижает точность измерений. Альтернативные цифровые платформы, несмотря на преимущества в скорости и точности настройки параметров, страдают от недостаточной стандартизации. Существенная проблема существующих методов заключается в использовании чистых тонов, которые не отражают спектральную сложность шума в ушах, описываемого большинством пациентов как широкополосный звук. Перспективным направлением представляется разработка комплексных подходов к оценке, включающих применение многочастотных стимулов, использование сложных звуковых паттернов, трехмерное моделирование восприятия. В терапевтической практике отмечается растущая значимость точных психоакустических измерений для таких методов, как тонотопическая реорганизация, тренировка слухового различения, нейропластические вмешательства.

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследования демонстрируют отсутствие статистически значимой взаимосвязи между параметрами, полученными при инструментальной оценке характеристик шума в ушах, и данными опросников субъективного восприятия.

2. Ключевым направлением развития является создание интегральных диагностических систем, учитывающих все параметры шума в ушах (высоту, громкость, спектральный состав) и их взаимосвязи, что позволит разрабатывать более эффективные индивидуализированные терапевтические стратегии.

3. Совершенствование психоакустических методов оценки и их внедрение в клиническую практику открывает

новые возможности для понимания механизмов шума в ушах и повышения эффективности его лечения.

4. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию персонализированных подходов к звуковой терапии.



Поступила / Received 27.06.2025

Поступила после рецензирования / Revised 30.08.2025

Принята в печать / Accepted 10.09.2025

Список литературы / References

1. Кунельская НЛ, Левина ЮВ, Байбакова ЕВ, Шурпо ВИ. Субъективный ушной шум: современные тенденции и перспективы. *Вестник оториноларингологии*. 2019;84(6):54–60. <https://doi.org/10.17116/otorino20198406154>.
Kunel'skaya NL, Levina YuV, Baybakova EV, Shurpo VI. Tinnitus – current trends and prospects. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2019;84(6):54–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino20198406154>.
2. Dalrymple SN, Lewis SH, Philman S. Tinnitus: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2021;103(11):663–671. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34060792>.
3. Jarach CM, Lugo A, Scala M, van den Brandt PA, Cederroth CR, Odone A et al. Global Prevalence and Incidence of Tinnitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Neurol*. 2022;79(9):888–900. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2022.2189>.
4. Колпакова ЕВ, Жадэ СА, Куринная ЕА, Ткачев ВВ, Музлаев ГГ. Шум в ушах: диагностические параллели. *Инновационная медицина Кубани*. 2018;12(4):44–52. Режим доступа: <https://www.innovmedkub.ru/jour/article/view/181>.
Kolpakova EV, Zhade SA, Kurinnaya EA, Tkachev VV, Muzlaev GG. Entotic sound: diagnostic parallels. *Innovative Medicine of Kuban*. 2018;12(4):44–52. (In Russ.) Available at: <https://www.innovmedkub.ru/jour/article/view/181>.
5. Самсонова КО, Левина ЕА, Левин СВ, Дахадаева ПМ, Янов ЮК, Дворянчиков ВВ. Оториноларингология в искусстве. Часть 1: снижение слуха и ушной шум как один из факторов развития психогенных расстройств. *Российская оториноларингология*. 2025;24(2):126–130. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-2-126-130>.
Samsonova KO, Levina EA, Levin SV, Dakhadaeva PM, Yanov YK, Dvoryanchikov VV. Otorhinolaryngology in art. Part 1: hearing loss and tinnitus as one of the factors in the development of psychogenic disorders. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2025;24(2):126–130. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-2-126-130>.
6. Егоров ВИ, Козаренко АВ. Тугоухость и деменция – сопряженность развития: неизбежность и возможная обратимость, желаемое и действительное. *Российская оториноларингология*. 2023;22(5):76–84. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-5-76-84>.
Egorov VI, Kozarenko AV. Development connection of hearing loss and dementia: inevitability and possible reversibility, desire and reality. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2023;22(5):76–84. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-5-76-84>.
7. Янов ЮК, Корнеевков АА, Левина ЕА, Серова ЕЭ, Левин СВ, Кузовков ВЕ. Влияние кохлеарной имплантации на выраженность ушного шума у пациентов с глубоким снижением слуха и глухотой. *Медицинский академический журнал*. 2017;(2):48–53. Режим доступа: <https://elibrary.ru/zhlzld>.
Yanov YK, Korneenkov AA, Levina EA, Serova EE, Levin SV, Kuzovkov VE. Influence of cochlear implantation on the expression of tinnitus in patients with deep reduction of hearing and deafness. *Medical Academic Journal*. 2017;(2):48–53. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/zhlzld>.
8. Янов ЮК, Корнеевков АА, Левина ЕА, Серова ЕЭ, Левин СВ, Кузовков ВЕ. Клинические особенности шума в ушах у пациентов с кохлеарным имплантатом. *Consilium Medicum*. 2017;19(11):10–15. https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.11.10-15.
Yanov YuK, Korneenkov AA, Levina EA, Serova EE, Levin SV, Kuzovkov VE. Clinical features of tinnitus in patients with cochlear implant. *Consilium Medicum*. 2017;19(11):10–15. (In Russ.) https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.11.10-15.
9. Владимирова ТЮ, Айзенштадт ЛВ, Шелыхманова МВ. Комплексный подход к лечению тиннитуса у пациентов старшей возрастной группы. *Российская оториноларингология*. 2023;22(3):32–39. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-3-32-39>.
Vladimirova TY, Eisenstadt LV, Shelihmanova MV. An integrated approach to the treatment of tinnitus in patients in the older age group. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2023;22(3):32–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-3-32-39>.
10. Левина ЕА, Левин СВ, Дворянчиков ВВ, Кузовков ВЕ. Звуковая терапия при лечении шума в ушах. *Медицинский совет*. 2024;18(18):140–148. <https://doi.org/10.21518/ms2024-484>.
Levina EA, Levin SV, Dvoryanchikov VV, Kuzovkov VE. Sound therapy in the treatment of tinnitus. *Meditsinskiy Sovet*. 2024;18(18):140–148. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-484>.
11. Левина ЕА, Левин СВ, Кузовков ВЕ, Астащенко СВ, Сугарова СБ. Односторонняя глухота: пути решения. *Consilium Medicum*. 2015;17(11):99–102. Режим доступа: <https://consilium.orcscience.ru/2075-1753/article/view/94489>.
Levina EA, Levin SV, Kuzovkov VE, Astashchenko SV, Sugarova SB. Unilateral deafness: solutions. *Consilium Medicum*. 2015;17(11):99–102. (In Russ.) Available at: <https://consilium.orcscience.ru/2075-1753/article/view/94489>.
12. Vajsakovic D, Maslin M, Searchfield GD. Principles and Methods for Psychoacoustic Evaluation of Tinnitus. *Curr Top Behav Neurosci*. 2021;5:419–459. https://doi.org/10.1007/7854_2020_211.
13. Бобошко МЮ, Савенко ИВ, Гарбарук ЕС, Журавский СГ, Мальцева НВ, Бердникова ИП. *Практическая сурдология*. СПб.: Диалог; 2021. 422 с.
14. Gilles A, De Ridder D, Van de Heyning P. No cochlear dead regions detected in non-pulsatile tinnitus patients: an assessment with the threshold equalizing noise (sound pressure level) test. *Noise Health*. 2013;15(63):129–133. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.110297>.
15. Владимирова ТЮ, Айзенштадт ЛВ, Рожкова ТВ, Александрова ЕВ. Разработка русскоязычной версии диагностического опросника ESIT-SQ. *Российская оториноларингология*. 2021;20(6):26–34. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-26-34>.
Vladimirova TYu, Aizenshtadt LV, Rozhkova TV, Aleksandrova EV. Development of the Russian language version of the ESIT-SQ diagnostic questionnaire. *Russian Otorhinolaryngology*. 2021;20(6):26–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-26-34>.
16. Гиляева АР, Мосихин СБ, Сафиуллина ГИ. Аудиологические характеристики пациентов в зависимости от выраженности тиннитуса. *Российская оториноларингология*. 2021;20(4):15–20. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-4-15-20>.
Gilaeva AR, Mosikhin SB, Safiullina GI. Audiological characteristics of patients depending on the severity of tinnitus. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2021;20(4):15–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-4-15-20>.
17. Бибиак ВМ. К 140-летию рождения Н.В. Белоголового. *Российская оториноларингология*. 2014;(3):150–151. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/sjcduh>.
Bibiyak VI. K 140-letiyu rojdeniya N.V. Belogolovova. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2014;(3):150–151. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/sjcduh>.
18. Невский ВА. *Библиография отечественной оториноларингологической литературы (1908–1962)*. М.: Медицина; 1963. Т. 1. 594 с.
19. Douek E. Classification of tinnitus. In: Evered D, Lawrenson G (eds.). *Tinnitus Ciba Foundation Symposium*. 1981;85:4–15. <https://doi.org/10.1002/9780470720677.ch2>.
20. Basile CE, Fournier Ph, Hutchins S, Hébert S. Psychoacoustic Assessment to Improve Tinnitus Diagnosis. *PLoS ONE*. 2013;12(8):1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082995>.
21. Hornsby BW, Dundas JA. Factors affecting outcomes on the TEN (SPL) test in adults with hearing loss. *J Am Acad Audiol*. 2009;20:251–263. <https://doi.org/10.3766/jaaa.20.4.5>.
22. Moore BC, Huss M, Vickers DA, Glasberg BR, Alcántara JJ. A test for the diagnosis of dead regions in the cochlea. *Br J Audiol*. 2000;34:205–224. <https://doi.org/10.3109/03005364000000131>.
23. Wang ML, Song Y, Liu LX, Du YL, Xiong Sh, Fan X et al. Role of the caudate-putamen nucleus in sensory gating in induced tinnitus in rats. *Neural Regen Res*. 2021;16(11):2250–2256. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.310692>.
24. Penner MJ, Bilger RC. Consistent within-session measures of tinnitus. *J Speech Hear Res*. 1992;35(3):694–700. <https://doi.org/10.1044/jshr.3503.694>.
25. Baguley DM. Hyperacusis. *J R Soc Med*. 2003;96(12):582–585. <https://doi.org/10.1177/014107680309601203>.
26. Adamchik I, Langguth B, Hauptmann C, Tass PA. Psychometric evaluation of visual analog scale for the assessment of chronic tinnitus. *Am J Audiol*. 2012;21(2):215–225. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2012\)12-0010](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2012)12-0010).
27. Feldmann H. Homolateral and contralateral masking of tinnitus by noise-bands and by pure tones. *Audiology*. 1971;10(3):138–144. <https://doi.org/10.3109/00206097109072551>.
28. Корнеевков АА, Янов ЮК, Рязанцев СВ, Вяземская ЕЭ, Астащенко СВ, Рязанцева ЕС. Метаанализ клинических исследований в оториноларингологии. *Вестник оториноларингологии*. 2020;85(2):26–30. <https://doi.org/10.17116/otorino20208502126>.

- Korneenkov AA, Ivanov IuK, Riazantsev SV, Vyazemskaya EE, Astashchenko SV, Ryazantseva ES. A meta-analysis of clinical studies in otorhinolaryngology. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2020;85(2):26–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino20208502126>.
29. Корнеев АА, Коноплев ОИ, Фанта ИВ, Левин СВ, Вяземская ЕЭ, Левина ЕА. Статистический анализ и оценка клинического эффекта на основе фактора Байеса в оториноларингологии. *Российская оториноларингология*. 2020;19(5):14–24. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-5-14-24>.
- Korneenkov AA, Konoplev OI, Fanta IV, Levin SV, Vyazemskaya EE, Levina EA. Statistical analysis and estimation of clinical effect based on Bayes factor for otorhinolaryngology. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2020;19(5):14–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-5-14-24>.
30. Корнеев АА, Овчинников ПА, Вяземская ЕЭ, Медведева АЮ, Янов ЮК. География пациентов федерального ЛОР-стационара до и после пандемии COVID-19: изменение пространственных паттернов и характеристик. *Медицинский совет*. 2023;17(19):206–215. <https://doi.org/10.21518/ms2023-395>.
- Korneenkov AA, Ovchinnikov PA, Vyazemskaya EE, Medvedeva AYU, Yanov YuK. Geography of patients in the federal ENT hospital before and after the COVID-19 pandemic: changing spatial patterns and characteristics. *Meditsinskiy Sovet*. 2023;17(19):206–215. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-395>.
31. Корнеев АА, Рязанцев СВ, Левин СВ, Храмов АВ, Вяземская ЕЭ, Скрипичников ИН, Левина ЕА, Павлова СС. Пространственно-статистический анализ данных о нарушениях слуха у жителей Челябинской области. *Российская оториноларингология*. 2021;20(3):39–50. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-39-50>.
- Korneenkov AA, Ryazantsev SV, Levin SV, Khramov AV, Vyazemskaya EE, Skripichnikov IN, Levina EA, Pavlova SS. Spatial and statistical analysis of hearing impairment data of Chelyabinsk region residents. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2021;20(3):39–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-3-39-50>.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования – В.В. Дворянчиков, Е.А. Левина, Ю.К. Янов

Написание текста – К.О. Самсонова, Г.А. Кошкина

Сбор и обработка материала – Е.А. Левина, Г.А. Кошкина, К.О. Самсонова, Е.Э. Вяземская

Обзор литературы – Г.А. Кошкина, К.О. Самсонова, Е.А. Левина, Е.Э. Вяземская

Редактирование – Е.Э. Вяземская

Утверждение окончательного варианта – В.В. Дворянчиков

Contribution of the authors:

Study concept and design – Vladimir V. Dvoryanchikov, Elena A. Levina, Yuri K. Yanov

Text development – Kseniya O. Samsonova, Galina A. Koshkina

Collection and processing of material – Elena A. Levina, Kseniya O. Samsonova, Galina A. Koshkina, Elena E. Vyazemskaya

Literature review – Kseniya O. Samsonova, Galina A. Koshkina, Elena E. Vyazemskaya

Editing – Elena E. Vyazemskaya

Approval of the final version of the article – Vladimir V. Dvoryanchikov

Информация об авторах:

Дворянчиков Владимир Владимирович, д.м.н., профессор, заслуженный врач России, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; <https://orcid.org/0000-0002-0925-7596>; dvoryanchikov@lornii.ru

Левина Елена Алексеевна, к.м.н., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела диагностики и реабилитации нарушения слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; <https://orcid.org/0000-0003-0285-6526>; dvoryanchikov@lornii.ru

Кошкина Галина Алексеевна, клинический ординатор, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха горла носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; <https://orcid.org/0009-0005-1289-5467>; galechka2913@mail.ru

Самсонова Ксения Олеговна, клинический ординатор, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха горла носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; <https://orcid.org/0009-0000-7643-4209>; ksusha.ks4300@gmail.com

Вяземская Елена Эмильевна, инженер научно-исследовательской лаборатории клинической информатики и биостатистики, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи; 190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9; <https://orcid.org/0000-0002-4141-2226>; vyazemskaya.elena@gmail.com

Янов Юрий Константинович, д.м.н., профессор, академик РАН, кафедра оториноларингологии, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; профессор кафедры оториноларингологии, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; <https://orcid.org/0000-0001-9195-128X>; 9153764@mail.ru

Information about authors:

Vladimir V. Dvoryanchikov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of Russia, Director of Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0925-7596>; dvoryanchikov@lornii.ru

Elena A. Levina, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Research Department of Diagnosis and Rehabilitation of Hearing Disorders, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0285-6526>; dvoryanchikov@lornii.ru

Galina A. Koshkina, Clinical Resident, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; <https://orcid.org/0009-0005-1289-5467>; galechka2913@mail.ru

Kseniya O. Samsonova, Clinical Resident, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; <https://orcid.org/0009-0000-7643-4209>; ksusha.ks4300@gmail.com

Elena E. Vyazemskaya, Engineer of the Research Laboratory of Clinical Informatics and Biostatistics, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech; 9, Bronnitskaya St., St Petersburg, 190013, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4141-2226>; vyazemskaya.elena@gmail.com

Yuri K. Yanov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 6, Akademik Lebedev St., St Petersburg, 194044, Russia; Professor of the Department of Otolaryngology, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9195-128X>; 9153764@mail.ru