

СУБЪЕКТИВНЫЙ УШНОЙ ШУМ (ТИННИТУС): КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПАТОГЕНЕЗУ, ДИАГНОСТИКЕ И ТЕРАПИИ



О. Г. Хоров, Ю. М. Бондарчук

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Тиннитус – полиэтиологический симптом с распространенностью 10–15%, приводящий к значительному снижению качества жизни у 1–2% пациентов. Проблема усугубляется отсутствием единой патогенетической модели и эффективного лечения.

Цель исследования – провести аналитический обзор современных представлений об этиопатогенезе, диагностике и терапии субъективного ушного шума.

Материал и методы. Проведен обзор литературы (2010–2024 гг.) из баз данных PubMed, Scopus, eLibrary с использованием ключевых слов по теме.

Результаты. Установлено, что тиннитус является симптомом, а не самостоятельным заболеванием, в основе которого лежит мальадаптивная нейропластичность. Диагностика затруднена из-за отсутствия объективных маркеров и базируется на комплексном клинико-аудиологическом обследовании. Большинство фармакологических методов имеют низкий уровень доказательности. Наибольшую эффективность показывают когнитивно-поведенческая терапия, методы звуковой терапии и слухопротезирование. Цифровые технологии открывают новые возможности, но их внедрение ограничено.

Выводы. Ведение пациента с тиннитусом требует мультидисциплинарного подхода. Приоритет следует отдавать нефармакологическим методам. Разработка научно обоснованных цифровых платформ является перспективным направлением.

Ключевые слова: тиннитус, патогенез, диагностика, когнитивно-поведенческая терапия, звуковая терапия, цифровые технологии

Для цитирования: Хоров, О. Г. Субъективный ушной шум (тиннитус): комплексный анализ современных подходов к патогенезу, диагностике и терапии / О. Г. Хоров, Ю. М. Бондарчук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2026. Т. 24, № 3. С. 244-250. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-3-244-250>

Введение

Субъективный ушной шум, или тиннитус (от лат. *tinnire* – звенеть), представляет собой одну из наиболее распространенных и клинически значимых проблем в современной оториноларингологии и сурдологии. Согласно эпидемиологическим данным, это состояние в той или иной форме испытывают от 10 до 15% взрослого населения, а его хроническая, инвалидизирующая форма, серьезно ухудшающая качество жизни, отмечается у 1–2% людей [1, 2]. Тиннитус определяется как субъективное звуковое ощущение, возникающее в отсутствие соответствующего внешнего акустического стимула. Его клиническая значимость заключается не только в самом факте восприятия звука, но и в негативном психоэмоциональном воздействии, которое он оказывает. Пациенты с тяжелым тиннитусом часто страдают от нарушений засыпания и поддержания сна, трудностей с концентрацией внимания, повышенной раздражительности. В долгосрочной перспективе это состояние может провоцировать или усугублять тревожные и депрессивные расстройства, приводить к социальной дезадаптации [3].

Сложность и актуальность проблемы тиннитуса обусловлены тремя фундаментальными факторами. Во-первых, это полиэтиологичность симптома: он может сопровождать широкий спектр заболеваний от банальной серной пробки до невринома слухового нерва, а также быть следствием акустической травмы, приема ото-

токсических препаратов или дегенеративных изменений в слуховой системе [4]. Во-вторых, несмотря на многолетние исследования, не существует единой общепринятой патогенетической модели, полностью объясняющей механизм возникновения и хронизации фантомного звука. В-третьих, отсутствуют объективные диагностические маркеры, позволяющие подтвердить наличие тиннитуса инструментально, а также универсальный высокоэффективный метод лечения, что приводит к многообразию зачастую противоречивых терапевтических подходов. В последние годы новым вектором развития стала цифровизация медицины, предлагающая инновационные инструменты для диагностики и терапии, однако их интеграция в клиническую практику сопряжена с рядом вызовов.

Целью настоящего аналитического обзора является систематизация современных научных данных, касающихся ключевых аспектов проблемы субъективного ушного шума.

Современные представления о классификации и этиопатогенезе тиннитуса

Клинически и патогенетически обоснованым является первоначальное разделение ушного шума на два принципиально разных типа: объективный (эмиссионный) и субъективный (неэмиссионный). Объективный шум, или соматосаунд, имеет в основе реальный физический источник звуковых колебаний внутри организма пациента. К таким источникам относятся турбулентный кровоток при сосудистых мальфор-

мациях (артериовенозные фистулы, аневризмы, стенозы), мышечные подергивания (миоклонус) мышц среднего уха или мягкого неба, а также патологическая подвижность структур слуховой трубы или височно-нижнечелюстного сустава [5]. Важной характеристикой объективного шума является возможность его аускультации врачом или регистрации с помощью специальной аппаратуры. В противоположность этому, субъективный ушной шум (СУШ) – это феномен восприятия, фантомный акустический образ, не связанный с внешней или внутренней вибрацией. Он слышен только самому пациенту, что делает его изучение и объективизацию исключительно сложной задачей [6].

Этиология СУШ чрезвычайно гетерогенна. К наиболее частым причинам относят заболевания наружного уха (серная пробка, экзостозы, наружный отит), патологию среднего уха (тубоотит, острый и хронический средний отит, отосклероз, травматическое повреждение цепи слуховых косточек) и, что наиболее значимо, поражение внутреннего уха и центральных отделов слухового анализатора. Сюда входят сенсоневральная тугоухость различного генеза (возрастная – пресбиакузис, шумовая, ототоксическая), болезнь Меньера, акустическая невринома, последствия черепно-мозговой травмы, а также дисметаболические и сосудистые расстройства [4]. Таким образом, тиннитус выступает неспецифическим симптомом-спутником множества нозологий.

Эволюция представлений о патогенезе СУШ прошла путь от периферических к интегральным центральным моделям. Ранние теории фокусировались на процессах в улитке: теория спонтанной отоакустической эмиссии связывала шум с самогенерацией звука наружными волосковыми клетками; теория «края» или контраста – с усилением спонтанной активности нейронов на границе между поврежденными и сохранными участками кортиева органа; дискордантная теория – с нарушением баланса между активностью поврежденных наружных и сохраненных внутренних волосковых клеток [7, 8]. Хотя эти механизмы могут играть роль в инициации процесса, они не способны объяснить персистенцию шума после устранения периферического повреждения или его возникновение при центральных поражениях.

Доминирующей на сегодняшний день является нейрофизиологическая (нейропластическая) модель, наиболее полно разработанная Р. J. Jastreboff и получившая дальнейшее развитие в работах других исследователей [6, 9]. Согласно этой модели, первичное событие (например, повреждение волосковых клеток улитки при потере слуха) приводит к снижению афферентной стимуляции, идущей от периферии к слуховым центрам ствола мозга (кохлеарным и дорзальным слуховым ядрам). В ответ на это в подкорковых слуховых центрах развивается компенсаторное повышение спонтанной активности и усиление синаптической эффективности – феномен центрального усиления (central gain).

Эта аномальная нейронная активность интерпретируется вышележащими отделами мозга как звук.

Ключевым для понимания хронизации и тяжести тиннитуса является вовлечение неслуховых структур мозга. Патологическая активность из слуховых ядер проецируется не только в первичную слуховую кору, но и в сети, ответственные за внимание, эмоции и память, прежде всего в лимбическую систему (миндалевидное тело, поясная извилина, гиппокамп) и префронтальную кору [9, 10]. Лимбическая система, оценивая сигнал как потенциально угрожающий или значимый, инициирует реакцию стресса через вегетативную нервную систему. Это формирует порочный круг: эмоциональный дистресс и тревога повышают уровень внимания к шуму, что, в свою очередь, усиливает его субъективную громкость и значимость через механизмы нейропластичности.

Таким образом, хронический тиннитус сегодня рассматривается как результат мальадаптивной нейропластичности – формирования и закрепления устойчивой патологической нейросети, объединяющей слуховые, эмоциональные и вегетативные центры. Это объясняет, почему два пациента с одинаковыми аудиометрическими данными и схожими психоакустическими характеристиками шума могут кардинально различаться по степени страдания и дезадаптации.

Проблемы и современные принципы диагностики

Диагностика субъективного ушного шума остается одной из наиболее сложных задач в клинической практике, что напрямую связано с отсутствием объективных, инструментально верифицируемых биомаркеров. Невозможно с помощью какого-либо аппаратного метода (магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография, электроэнцефалография) «увидеть» или «зафиксировать» сам факт восприятия тиннитуса. Поэтому диагностический процесс носит комплексный, многоступенчатый и преимущественно субъективный характер. Его основными целями являются исключение потенциально излечимых причин, в первую очередь объективного шума и специфической патологии уха; выявление этиологического фоновое заболевания; оценка тяжести симптома и степени его влияния на качество жизни пациента для определения дальнейшей тактики [11, 12].

Первичный этап – детальный сбор жалоб и анамнеза. Необходимо максимально полно охарактеризовать сам шум: его локализацию (одно- или двусторонний, в голове), характер (звон, шум, пульсация, гул), постоянность, интенсивность, наличие звукового образа. Выясняются факторы, усиливающие или ослабляющие восприятие (тишина, стресс, усталость, определенные позы), время и предполагаемые обстоятельства появления, динамика с момента возникновения. Обязателен тщательный анализ сопутствующих симптомов: снижение слуха, ощущение заложенности уха, головокружение, вегетативные прояв-

ления. Сбор соматического, профессионального и лекарственного анамнеза направлен на выявление возможных этиологических факторов.

Стандартное оториноларингологическое и аудиологическое обследование является обязательным. Отоскопия и микроотоскопия позволяют исключить патологию наружного слухового прохода и барабанной перепонки. Базовый аудиологический тест включает тональную пороговую аудиометрию в расширенном диапазоне частот (до 16 кГц) для оценки типа и степени потери слуха, и акустическую импедансометрию (тимпанометрию, акустический рефлекс) для исследования функции среднего уха и стволовых структур. Для дифференциальной диагностики могут потребоваться дополнительные методы: исследование слуховых вызванных потенциалов для оценки проведения по слуховому нерву и стволу мозга, регистрация отоакустической эмиссии для проверки функции наружных волоковых клеток улитки [12].

Поскольку прямой корреляции между физическими параметрами шума и степенью вызываемого им дистресса часто не наблюдается, для объективизации субъективного восприятия были разработаны стандартизированные опросники. Наиболее широко в мировой практике используются Tinnitus Handicap Inventory (THI) и Tinnitus Functional Index (TFI). THI оценивает функциональные, эмоциональные и когнитивные ограничения, вызванные тиннитусом. TFI является другим инструментом, оценивающим восемь различных доменов жизнедеятельности, и обладает высокой чувствительностью к изменениям в результате лечения. Использование этих шкал позволяет не только количественно оценить тяжесть состояния, но и объективно отслеживать динамику на фоне терапии, проводить сравнительный анализ в научных исследованиях [13].

Для исключения соматических причин и коморбидных состояний диагностический алгоритм часто требует мультидисциплинарного подхода и проведения дополнительных исследований. Сюда могут входить ультразвуковое исследование брахиоцефальных артерий для оценки вертебрально-базиллярного кровотока, рентгенография или МРТ шейного отдела позвоночника при подозрении на цервикогенный компонент, МРТ головного мозга и мостомозжечковых углов для исключения объемных образований (невринома слухового нерва). Консультации невролога, терапевта, психотерапевта или психиатра помогают выявить и скорректировать сопутствующие неврологические, кардиоваскулярные и психоэмоциональные расстройства [11]. Таким образом, диагностика тиннитуса трансформировалась из узкоспециальной оториноларингологической задачи в комплексный персонализированный процесс, требующий интеграции усилий специалистов разного профиля.

Анализ современных методов лечения: эффективность и ограничения

Лечение пациентов с хроническим субъективным ушным шумом представляет серьезную

клиническую проблему, что обусловлено как сложностью патогенеза, так и отсутствием этиотропной терапии в большинстве случаев. Современные подходы можно условно разделить на несколько направлений, эффективность которых варьирует от минимальной до высокой.

Фармакотерапия. Исторически первым и долгое время основным направлением было применение лекарственных средств. Используется широкий спектр препаратов различных групп: вазоактивные (циннаризин, винпоцетин, гинкго билоба), ноотропные (пирацетам, гамма-аминомасляная кислота), метаболические (витамины группы В, мельдоний), антигистаминные, противосудорожные, транквилизаторы и антидепрессанты [14]. Однако критический анализ данных рандомизированных контролируемых исследований и метаанализов демонстрирует, что для подавляющего большинства этих препаратов не получено убедительных доказательств эффективности именно в отношении уменьшения громкости или подавления тиннитуса. Актуальные клинические рекомендации, в частности, руководство Американской академии оториноларингологии и хирургии головы и шеи (AAO-HNS, 2014) прямо не рекомендуют рутинное применение любых лекарственных средств (вазодилаторов, антиконвульсантов, анксиолитиков) для лечения самого тиннитуса в связи с отсутствием доказательств пользы [12]. Исключением является целенаправленная терапия коморбидных психических расстройств. Так, назначение антидепрессантов (например, селективных ингибиторов обратного захвата серотонина) пациентам с диагностированной депрессией или тяжелой тревогой может косвенно снизить уровень дистресса, связанного с шумом, улучшить сон и общее качество жизни [15].

Физиотерапия и методы нейромодуляции. Традиционные физиотерапевтические методики (электрофорез лекарственных средств на область сосцевидных отростков или воротниковой зоны, флюктуирующие токи, лазеротерапия низкой интенсивности) широко применялись в конце XX века и до сих пор применяются во многих клиниках стран СНГ. Однако их эффективность не была подтверждена в качественных исследованиях, и они рассматриваются как методы с недоказанной эффективностью. В качестве более перспективных в последние два десятилетия изучаются методы неинвазивной нейромодуляции, направленные на коррекцию патологической активности в корковых и подкорковых структурах. Речь идет о повторяющейся транскраниальной магнитной стимуляции (рТМС) и транскраниальной прямой электрической стимуляции (tDCS). Стимуляция рТМС позволяет неинвазивно воздействовать на нейроны первичной и вторичной слуховой коры, а также паралимбических зон (например, дорсолатеральной префронтальной коры), временно изменяя их возбудимость. Несмотря на отдельные обнадеживающие отчеты, систематические обзоры и метаанализы показывают, что хотя рТМС может вызывать кратковременное уменьшение

громкости шума, долгосрочный устойчивый клинически значимый эффект наблюдается не у всех пациентов, а протоколы стимуляции остаются нестандартизированными. Текущие клинические рекомендации не поддерживают рутинное использование рТМС для лечения тиннитуса [16].

Психотерапевтические методы. В этом направлении к настоящему моменту накоплена наиболее убедительная доказательная база. Когнитивно-поведенческая терапия (КПТ) признана «золотым стандартом» нефармакологического лечения тиннитуса и имеет уровень доказательности «А» согласно данным Кокрановских обзоров [17]. Важно понимать, что КПТ не ставит целью устранить звуковое ощущение. Ее мишенью является психологическая реакция пациента на шум. В рамках терапии пациент обучается выявлять и оспаривать дезадаптивные автоматические мысли и когнитивные искажения, связанные с тиннитусом («этот звук означает, что я схожу с ума», «это никогда не кончится», «я не могу с этим жить»). Одновременно происходит формирование более адаптивных поведенческих стратегий. В результате снижается катастрофизация, эмоциональный дистресс, тревога, улучшаются сон и концентрация внимания. Пациент перестает бороться с шумом и учится жить, не уделяя ему чрезмерного внимания, что приводит к субъективному уменьшению его значимости и громкости. Другие подходы, такие как терапия принятия и ответственности (Acceptance and Commitment Therapy – АСТ) и тренировка осознанности (mindfulness), также показывают положительные результаты, работая на принятие симптома и снижение эмоциональной реактивности [18].

Звуковая терапия. Это обширное направление, основанное на использовании внешнего звука для модуляции восприятия внутреннего. Оно включает несколько принципиально разных подходов:

1. **Маскировка.** Наиболее простой метод, при котором с помощью внешних источников звука (специальные маскиры, генераторы белого/розового шума, приложения со звуками природы) создается фоновый акустический сигнал, частично или полностью перекрывающий (маскирующий) тиннитус. Это обеспечивает немедленное, но временное облегчение, особенно в условиях тишины, и может снижать общий уровень стресса.

2. **Терапия переобучения тиннитусу (Tinnitus Retraining Therapy – TRT).** Это комплексный метод, разработанный Р. J. Jastreboff, который объединяет два компонента: директивное консультирование и звуковую терапию [6]. Консультирование направлено на демистификацию тиннитуса: пациенту подробно и доступно объясняется нейрофизиологическая модель, что снимает страх перед неизвестностью. Звуковая терапия в рамках TRT не является маскировкой. Пациент постоянно (не менее 6–8 часов в день) носит за ухом генератор широкополосного шума, который настраивается на «уровень

смешивания» так, чтобы внешний шум был слышим, но не заглушал тиннитус, а смешивался с ним. Цель – не заглушить, а ускорить процесс естественного привыкания (габитуации) нервной системы к тиннитусу, перевести его из категории значимого, угрожающего сигнала в категорию фонового, не важного. Курс TRT длительный (12–24 месяца), но демонстрирует устойчивые положительные результаты у значительной части пациентов.

3. **Слухопротезирование.** Для пациентов с тиннитусом и сопутствующей нейросенсорной тугоухостью использование слуховых аппаратов является методом первого выбора и обладает высоким уровнем доказательности [19]. Усиление внешних звуков за счет слухового аппарата решает несколько задач: компенсирует потерю слуха, увеличивает афферентную стимуляцию слуховой системы (тем самым снижая необходимость в «центральной усилении»), обогащает акустическую среду, делая тиннитус менее заметным. Современные цифровые слуховые аппараты часто имеют встроенные генераторы шума для комбинированной терапии (усиление + звуковая стимуляция).

Цифровые технологии и мобильные приложения: оценка потенциала и текущих проблем

С распространением смартфонов и планшетов появилась возможность сделать методы звуковой терапии, психологического тренинга и самообразования более доступными, гибкими, удобными и потенциально более персонализированными. Анализ рынка мобильных приложений в разделах «Здоровье и фитнес» App Store и Google Play показывает устойчивый рост числа продуктов, так или иначе связанных с тиннитусом [20].

Эти приложения можно условно разделить на несколько категорий: простые генераторы звуков (белый шум, дождь, океан) для маскировки; более сложные приложения, предлагающие персонализированные звуковые миксы или музыку, спектрально отфильтрованную под индивидуальный слуховой профиль; приложения, сочетающие звуковую терапию с элементами релаксации, медитации и дыхательных упражнений; информационные ресурсы и дневники для отслеживания симптомов; комплексные платформы, пытающиеся воспроизвести протоколы TRT или КПТ в цифровом формате.

Однако детальный систематический анализ существующих решений выявляет ряд критических и системных недостатков, ограничивающих их эффективность и широкое внедрение в клиническую практику [19, 20]:

1. **Дефицит научной обоснованности и медицинского участия.** Лишь часть приложений (менее 35%) разрабатывалась при непосредственном участии или под научным руководством врачей-оториноларингологов, аудиологов, психотерапевтов.

2. **Отсутствие комплексного подхода.** Большинство приложений фокусируются на одном аспекте – либо звук, либо релаксация. Они не

предлагают интегрированной модели, сочетающей объяснение принципа, структурированную звуковую терапию по протоколу и когнитивно-поведенческие техники, что является основой таких эффективных методов, как TRT.

3. *Языковой и культурный барьер.* Подавляющее большинство качественных, функционально насыщенных приложений доступны только на английском языке. Они не адаптированы под лингвистические, культурные и организационные особенности систем здравоохранения Беларуси, России и других стран СНГ, что делает их малоприспособленными для широкого круга пациентов.

4. *Отсутствие диагностического и персонализированного модуля.* Крайне мало приложений, которые начинают работу с комплексной первичной оценки: структурированного сбора анамнеза, определения характеристик шума, прохождения валидированных опросников (ТНП). Без этой базы невозможна истинная персонализация последующей терапевтической программы.

5. *Проблема коммерциализации и врачебного контроля.* Многие приложения являются платными, а их выбор для пациента становится сложной задачей в условиях агрессивного маркетинга и отсутствия экспертных рейтингов. Кроме того, использование приложений происходит полностью вне рамок медицинского наблюдения. Пациент самостоятельно выбирает звуки, громкость и продолжительность сеансов, что может привести к неэффективности (например, использование звука для маскировки вместо терапии привыкания) или даже к ухудшению (чрезмерно громкий звук, вызывающий дискомфорт или дополнительную акустическую травму).

Мобильная платформа должна включать диагностический модуль с алгоритмизированным сбором данных и валидированными шкалами; модуль персонализированной звуковой терапии,

адаптирующий параметры генерируемого звука под индивидуальную аудиограмму и характеристики тиннитуса пользователя; психообразовательные интерактивные модули, построенные на принципах КПТ для работы с дезадаптивными мыслями и эмоциями; дневник для самонаблюдения и отслеживания динамики; возможность безопасного удаленного обмена данными с лечащим врачом или аудиологом для коррекции программы и мониторинга. Создание и клиническая валидация подобного инструмента стало бы значимым шагом к повышению доступности, стандартизации и эффективности помощи пациентам с тиннитусом.

Заключение

Субъективный ушной шум является сложным нейропластическим феноменом формирования мальадаптивной патологической сети в головном мозге, объединяющей слуховые, эмоциональные и вегетативные центры.

Анализ арсенала терапевтических методов демонстрирует приоритет нефармакологических стратегий над фармакологическими. Большинство лекарственных препаратов и традиционных физиопроцедур не имеют убедительных доказательств эффективности в отношении самого тиннитуса и не должны применяться в качестве монотерапии. Клинически значимый и устойчивый результат достигается при использовании методов, направленных на нейропластичность и адаптацию. Среди методов звукового воздействия наиболее перспективны терапия переобучения тиннитусу (TRT) и слухопротезирование при сопутствующей тугоухости.

Цифровизация позволяет индивидуализировать терапию и обеспечить непрерывность поддержки. Однако текущее поколение мобильных приложений в значительной степени не соответствует клиническим требованиям из-за слабой научной базы, отсутствия комплексности и персонализации.

Литература

1. Tinnitus: causes and clinical management / B. Langguth, P. M. Kreuzer, T. Kleinjung, D. De Ridder // *The Lancet Neurology*. – 2013. – Vol. 12, № 9. – P. 920-930. – doi: 10.1016/S1474-4422(13)70160-1.
2. A systematic review of the reporting of tinnitus prevalence and severity / A. McCormack, M. Edmondson-Jones, S. Somerset, D. Hall // *Hearing Research*. – 2016. – Vol. 337. – P. 70-79. – doi: 10.1016/j.heares.2016.05.009.
3. Baguley, D. Tinnitus / D. Baguley, D. McFerran, D. Hall // *Lancet*. – 2013. – Vol. 382, № 9904. – P. 1600-1607. – doi: 10.1016/S0140-6736(13)60142-7.
4. Оториноларингология : национальное руководство / гл. ред. В. Т. Пальчун. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 1024 с.
5. Jastreboff, P. J. Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception / P. J. Jastreboff // *Neuroscience Research*. – 1990. – Vol. 8, № 4. – P. 221-254. – doi: 10.1016/0168-0102(90)90031-9.
6. Jastreboff, P. J. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients / P. J. Jastreboff, M. M. Jastreboff // *Journal of the American Academy of Audiology*. – 2000. – Vol. 11, № 3. – P. 162-177. – doi: 10.1055/s-0042-1748042.
7. Advances in the neurobiology of hearing disorders: recent developments regarding the basis of tinnitus and hyperacusis / M. Knipper, P. Van Dijk, I. Nunes [et al.] // *Progress in Neurobiology*. – 2013. – Vol. 111. – P. 17-33. – doi: 10.1016/j.pneurobio.2013.08.002.
8. An integrative model of auditory phantom perception: tinnitus as a unified percept of interacting separable subnetworks / D. De Ridder, S. Vanneste, N. Weisz [et al.] // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2014. – Vol. 44. – P. 16-32. – doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.03.021.
9. Rauschecker, J. P. Tuning out the noise: limbic-auditory interactions in tinnitus / J. P. Rauschecker, A. M. Leaver, M. Mühlau // *Neuron*. – 2010. – Vol. 66, № 6. – P. 819-826. – doi: 10.1016/j.neuron.2010.04.032.
10. A multidisciplinary European guideline for tinnitus: diagnostics, assessment, and treatment / R. F. F. Cima, B. Mazurek, H. Haider [et al.] // *HNO*. – 2019. – Vol. 67, suppl. 1. – P. 10-42. – doi: 10.1007/s00106-019-0633-7.
11. Clinical practice guideline: tinnitus / D. E. Tunkel, C. A. Bauer, G. H. Sun [et al.] // *Otolaryngology – Head*

- and Neck Surgery. – 2014. – Vol. 151, № 2, suppl. – P. S1-S40. – doi: 10.1177/0194599814545325.
12. Henry, J. A. Clinical guide for audiological tinnitus management II: treatment / J. A. Henry, T. L. Zaugg, M. A. Schechter // *American Journal of Audiology*. – 2005. – Vol. 14, № 1. – P. 49-70. – doi: 10.1044/1059-0889(2005/005).
 13. Hesse, G. Evidence and evidence gaps in tinnitus therapy / G. Hesse // *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery*. – 2016. – Vol. 15. – Doc.04. – doi: 10.3205/cto000131.
 14. Antidepressants for patients with tinnitus / P. Baldo, C. Doree, P. Molin [et al.] // *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2012. – Vol. 2012, № 9. – Art. CD003853. – doi: 10.1002/14651858.CD003853.pub3.
 15. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): an update (2014-2018) / J. P. Lefaucheur, A. Aleman, C. Baeken [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2020. – Vol. 131, № 2. – P. 474-528. – doi: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.
 16. Cognitive behavioural therapy for tinnitus / P. Martinez-Devesa, R. Perera, M. Theodoulou, A. Waddell // *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2010. – Vol. 2010, № 9. – Art. CD005233. – doi: 10.1002/14651858.CD005233.pub3.
 17. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of cognitive-behavioral therapy for tinnitus distress / H. Hesser, C. Weise, V. Z. Westin, G. Andersson // *Clinical Psychology Review*. – 2011. – Vol. 31, № 4. – P. 545-553. – doi: 10.1016/j.cpr.2010.12.006.
 18. Searchfield, G. D. A state-of-the-art review: personalization of tinnitus sound therapy / G. D. Searchfield, M. Durai, T. Linford // *Frontiers in Psychology*. – 2017. – Vol. 8. – Art. 1599. – doi: 10.3389/fpsyg.2017.01599.
 19. Mobile apps for management of tinnitus: users' survey, quality assessment, and content analysis / M. Sereda, S. Smith, K. Newton, D. Stockdale // *JMIR Mhealth and Uhealth*. – 2019. – Vol. 7, № 1. – P. e10353. – doi: 10.2196/10353.
 20. Smartphone apps in the context of tinnitus: systematic review / M. Mehdi, C. Riha, P. Neff [et al.] // *Sensors*. – 2020. – Vol. 20, № 6. – Art. 1725. – doi: 10.3390/s20061725.
 7. Knipper M, Van Dijk P, Nunes I, Rüttiger L, Zimmermann U. Advances in the neurobiology of hearing disorders: recent developments regarding the basis of tinnitus and hyperacusis. *Prog Neurobiol*. 2013;111:17-33. doi: 10.1016/j.pneurobio.2013.08.002.
 8. De Ridder D, Vanneste S, Weisz N, Londero A, Schlee W, Elgoyhen AB, Langguth B. An integrative model of auditory phantom perception: tinnitus as a unified percept of interacting separable subnetworks. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014;44:16-32. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.03.021.
 9. Rauschecker JP, Leaver AM, Mühlau M. Tuning out the noise: limbic-auditory interactions in tinnitus. *Neuron*. 2010;66(6):819-826. doi: 10.1016/j.neuron.2010.04.032.
 10. Cima RFF, Mazurek B, Haider H, Kikidis D, Lapira A, Noreña A, Hoare DJ. A multidisciplinary European guideline for tinnitus: diagnostics, assessment, and treatment. *HNO*. 2019;67(Suppl 1):10-42. doi: 10.1007/s00106-019-0633-7.
 11. Tunkel DE, Bauer CA, Sun GH, Rosenfeld RM, Chandrasekhar SS, Cunningham ER Jr, Archer SM, Blakley BW, Carter JM, Granieri EC, Henry JA, Hollingsworth D, Khan FA, Mitchell S, Monfared A, Newman CW, Omole FS, Phillips CD, Robinson SK, Taw MB, Tyler RS, Waguespack R, Whamond EJ. Clinical practice guideline: tinnitus. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;151(2 Suppl):S1-S40. doi: 10.1177/0194599814545325.
 12. Henry JA, Zaugg TL, Schechter MA. Clinical guide for audiological tinnitus management II: treatment. *Am J Audiol*. 2005;14(1):49-70. doi: 10.1044/1059-0889(2005/005).
 13. Hesse G. Evidence and evidence gaps in tinnitus therapy. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2016;15:Doc04. doi: 10.3205/cto000131.
 14. Baldo P, Doree C, Molin P, McFerran D, Cecco S. Antidepressants for patients with tinnitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2012(9):CD003853. doi: 10.1002/14651858.CD003853.pub3.
 15. Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, Benninger DH, Brunelin J, Di Lazzaro V, Filipović SR, Grefkes C, Hasan A, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Langguth B, Leocani L, Londero A, Nardone R, Nguyen JP, Nyffeler T, Oliveira-Maia AJ, Oliviero A, Padberg F, Palm U, Paulus W, Poulet E, Quartarone A, Rachid F, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): an update (2014-2018). *Clin Neurophysiol*. 2020;131(2):474-528. doi: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.
 16. Martinez-Devesa P, Perera R, Theodoulou M, Waddell A. Cognitive behavioural therapy for tinnitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;2010(9):1-29. doi: 10.1002/14651858.CD005233.pub3.
 17. Hesser H, Weise C, Westin VZ, Andersson G. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of cognitive-behavioral therapy for tinnitus distress. *Clin Psychol Rev*. 2011;31(4):545-553. doi: 10.1016/j.cpr.2010.12.006.
 18. Searchfield GD, Durai M, Linford T. A State-of-the-Art Review: Personalization of Tinnitus Sound Therapy. *Front Psychol*. 2017;8:1599. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01599.
 19. Sereda M, Smith S, Newton K, Stockdale D. Mobile apps for management of tinnitus: users' survey, quality assessment, and content analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(1):e10353. doi: 10.2196/10353.
 20. Mehdi M, Riha C, Neff P, Dode A, Pryss R, Schlee W, Reichert M, Hauck FJ. Smartphone apps in the context of tinnitus: systematic review. *Sensors*. 2020;20(6):1725. doi: 10.3390/s20061725.

References

1. Langguth B, Kreuzer PM, Kleinjung T, De Ridder D. Tinnitus: causes and clinical management. *Lancet Neurol*. 2013;12(9):920-930. doi: 10.1016/S1474-4422(13)70160-1.
2. McCormack A, Edmondson-Jones M, Somerset S, Hall D. A systematic review of the reporting of tinnitus prevalence and severity. *Hear Res*. 2016;337:70-79. doi: 10.1016/j.heares.2016.05.009.
3. Baguley D, McFerran D, Hall D. Tinnitus. *Lancet*. 2013;382(9904):1600-1607. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60142-7.
4. Palchun VT, ed. *Otorinolaringologija: nacionalnoe rukovodstvo*. 2 ed. Moscow: GJeOTAR-Media; 2022. 1024 p. (Russian).
5. Jastreboff PJ. Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. *Neurosci Res*. 1990;8(4):221-254. doi: 10.1016/0168-0102(90)90031-9.
6. Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. *J Am Acad Audiol*. 2000;11(3):162-177. doi: 10.1055/s-0042-1748042.

SUBJECTIVE TINNITUS: COMPREHENSIVE ANALYSIS OF MODERN APPROACHES TO PATHOGENESIS, DIAGNOSIS AND THERAPY

O. G. Khorov, Yu. M. Bondarchuk

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Background. Tinnitus is a common polyetiological symptom with a prevalence of 10-15%, leading to a significant decrease in quality of life in 1-2% of patients. The problem is exacerbated by the lack of a unified pathogenetic model and effective treatment.

The aim of the study is to conduct an analytical review of modern concepts of etiopathogenesis, diagnosis and therapy of subjective tinnitus.

Material and methods. A review of the literature selected from the PubMed, Scopus, and eLibrary databases for the period 2010-2024 was conducted using relevant keywords.

Results. It has been found that tinnitus is a symptom rather than an independent disease, based on maladaptive neuroplasticity. Diagnosis is difficult due to the lack of objective markers and is based on a comprehensive clinical and audiological examination. Most pharmacological methods have a low level of evidence. The greatest effectiveness is shown by cognitive behavioral therapy, sound therapy methods and hearing aids. Digital technologies open up new opportunities, but their implementation is limited.

Conclusions. Management of a patient with tinnitus requires a multidisciplinary approach. Priority should be given to non-pharmacological methods. The development of evidence-based digital platforms is a promising direction.

Keywords: tinnitus, pathogenesis, diagnosis, cognitive behavioral therapy, sound therapy, digital technologies.

For citation: Khorov OG, Bondarchuk JuM. Subjective tinnitus: comprehensive analysis of modern approaches to pathogenesis, diagnosis and therapy. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2026;24(3):244-250. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-3-244-250>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Об авторах / About the authors

*Хоров Олег Генрихович / Khorov Oleg, e-mail: khorov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8191-5784

Бондарчук Юлия Михайловна / Bondarchuk Julia, ORCID: 0000-0001-5798-0845

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 10.02.2026

Принята к публикации / Accepted for publication: 21.05.2026