

Мартюшева Валентина Игоревна

**Гигиеническая оценка аудионаушников
и рекомендации по их безопасному использованию**

14.02.01 – Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Павлова Галина Владимировна**

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук **Александрова Ирина Эрнстовна** Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий лабораторией НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков

доктор медицинских наук, профессор **Новикова Ирина Игоревна** Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, директор

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «.....».....2022 года вчасов на заседании диссертационного совета Д 208.072.06 на базе ФГАОУ ВО РНИМУ им. Пирогова Минздрава России по адресу 117997, г. Москва, ул. Островитянинова д.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО РНИМУ им. Пирогова Минздрава России по адресу 117997, г. Москва, ул. Островитянинова д.1. и на сайте www.rsmu.ru

Автореферат разослан «.....».....2022 года.

Ученый секретарь диссертационного совета

Доктор медицинских наук, доцент



Бокарева Наталия Андреевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Вопрос тугоухости и глухоты остается значимым не только для медицины, но и для социальной сферы общества, это связано с всеобщей распространенностью нарушений слуха среди лиц разных возрастных групп [Таварткиладзе Г.А., Загорянская М.Е., Румянцева М.Г., Дайняк Л.Б., 2001; Пудов В.И., Самойлова И.Г. 2002; Саркисова Э.А. 2003; Бобошко М.Ю. 2006; Бакулина Л.С., Машкова Т.А. 2007; Гуненков А.В., 2007; Загорянская М.Е., Румянцева М.Г., 2007; Колесникова А.В., Абдулкеримов Х.Т., Карташова К.И. 2015; Абдулкеримов Х.Т., Карташова К.И., Абдулкеримов З.Х. 2017; Вишняков В.В., Талалаев В.Н., Атлашкин Д.Н., 2019; Friedman R.A. et al., 2009].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2019 года в мире более 5% населения - или 466 миллионов человек (432 миллиона взрослых людей и 34 миллиона детей) — страдают от инвалидизирующей потери слуха. Важным является то, что в 2015 году в мире насчитывалось 360 миллионов человек, страдающих от инвалидизирующей потери слуха, из них 328 миллионов взрослых людей и 32 миллиона детей [World Health Organization 2015]. А по данным ВОЗ 2002 года в мире насчитывалось 250 млн. человек с нарушениями слуха, что составляло 4,2% от всей популяции земного шара [Бобошко М.Ю., 2006; Богомильский М.Р., Рахманова И.В., Радциг Е.Ю., Полунин М.М., 2006; Илькаева Е.Н., 2009; Вишняков В.В., Талалаев В.Н., Атлашкин Д.Н., 2019]. За период с 2002 года по 2015 год (13 лет) количество людей, страдающих нарушением слуха, увеличилось на 110 млн. человек. Стремительное прогрессирование заболевания наблюдается за последние 4 года (период с 2015 по 2019 год), более чем на 100 млн. человек. Согласно оценкам ВОЗ, к 2050 году более 900 млн. человек будут страдать от инвалидизирующей потери слуха. В Российской Федерации по данным Минздрава насчитывается более 200 тысяч слабослышащих граждан и инвалидов по слуху. По данным отечественных авторов, нарушение слуха имеют более 13 млн. человек, свыше 1 млн. из них дети [Абдулкеримов Х.Т., Карташова К.И., Давыдов Р.С., 2014; Альтман Я.А., Таварткиладзе Г.А., 2003; Байраков, В.И., 2006; Таварткиладзе Г.А.,

Загорянская М.Е., Румянцева М.Г., 2006; Молодцова И.А., 2014; Литвак М.М., Староха А.В., Мачалов А.С., Балакина А.В., 2012; Колесникова А.В., Абдулкеримов Х.Т., Карташова К.И., 2015].

Человека всегда окружал мир звуков и шума. За последнее десятилетие с ростом городов, разрастанием урбанизации, растет и существенное шумовое загрязнение городской среды. Развитие промышленности, появление новых технологических процессов, механизация производства ведут к тому, что человек подвержен воздействию повышенного уровня антропогенного шума не только на производстве, но и в быту. Звуковая нагрузка оказывает негативное воздействие на орган слуха, понижая чувствительность к звукам. В это же время, молодые люди добровольно повышают шумовую нагрузку, ежедневно длительно и бесконтрольно используя личные аудиоустройства, негативно влияющие на слуховую функцию.

По материалам ВОЗ, 1,1 миллиарда молодых людей во всем мире подвергаются риску потери слуха в результате воздействия шума в местах отдыха и развлечений. Почти 50% всех подростков и молодых людей в возрасте 12 – 35 лет, подвержены опасному уровню звука при использовании персональных аудиоустройств. 60% потери слуха в детском возрасте вызваны причинами, которые можно предотвратить. Около 15% школьников имеют нарушения слуха [World Health Organization 2019].

С ростом использования личных аудиоустройств будет расти количество людей, страдающих нарушением разборчивости речи и снижением остроты слуха.

Патология органа слуха приводит к недостатку получаемой информации, снижению разборчивости речи, а они, в свою очередь, оказывают влияние на психоэмоциональное состояние человека и приводят к нарушению качества жизни. Тугоухость в скором времени может приобрести статус социально значимого заболевания, наравне с такими болезнями как туберкулез, ВИЧ, злокачественные новообразования.

Степень разработанности темы исследования. Научный поиск работ по теме выполненного исследования показал, что проблема нарушений слуха у современных детей, подростков и молодежи приобретает всё большую актуальность и

обсуждаемость не только в России, но и мире [Берест А. Ю., Красненко А. С., 2013; Rabinowitz Peter M., Slade Martin D, Galusha Deron 2006; Henry P., Fooks A., 2012].

Все большее количество учащихся использует мобильные электронные устройства с наушниками, что подтверждает важность проведения профилактической работы среди детей, подростков и молодежи по формированию культуры использования мобильных электронных устройств с наушниками, в том числе и путем интеграции необходимой информации в образовательный процесс [Попов В.И., Либина И.И., Губина О.И. 2010; Попов В.И., Мелихова Е.П. 2016].

Воздействие мобильных электронных устройств на организм детей, подростков и молодежи отмечено во многих научных исследованиях. Отмечено влияние на состояние органа зрения, нервно-психической сферы, опорно-двигательного аппарата и др [Кучма В.Р., Степанова М.И., Сазанюк З.И. 2015; Новикова И.И., Зубцовская Н.А., Романенко С.П. 2020; Skoblina N., Shprakou A., Milushkina O. 2020].

Вместе с тем, не до конца решенными остаются вопросы влияния современных электронных устройств с наушниками на функцию слуха детей, подростков, молодежи. Отсутствуют единые гигиенические рекомендации по длительности и громкости использования наушников, имеются неблагоприятные тенденции в состоянии здоровья современной молодежи. Все это определяет актуальность исследования, обобщение данных и разработку научно-обоснованных рекомендаций по использованию персональных аудиоустройств, оснащенных наушниками, в том числе смартфонов и аудиопроигрывателей, в целях их более безопасного прослушивания.

Цель исследования: изучить влияние аудионаушников на орган слуха школьников и студентов, разработать научно-обоснованные рекомендации по их безопасному использованию.

Задачи исследования:

1. Дать гигиеническую характеристику частоты, длительности и громкости использования аудионаушников школьниками и студентами.

2. Изучить эффективность профилактических осмотров с использованием различных методов диагностики остроты слуха для своевременного выявления нарушений функционального состояния органа слуха школьников и студентов.

3. Установить влияние звукового раздражения на функциональное состояние органа слуха школьников и студентов, обосновать гигиенические регламенты использования аудионаушников.

4. Обосновать и разработать гигиенические рекомендации по безопасному использованию персональных аудиоустройств, оснащенных наушниками, в том числе смартфонов и аудиопроигрывателей школьниками и студентами.

Научная новизна и теоретическая значимость исследования. Дана гигиеническая оценка аудионаушников, выявлены особенности влияния различных типов наушников на функциональное состояние органа слуха. Научно обоснованы факторы риска развития ранней нейросенсорной тугоухости в процессе использования аудионаушников. Показано прямое влияние использования аудионаушников на формирование патологии слуха школьников и студентов, которое связано с длительностью, продолжительностью и громкостью их применения. Выявлены управляемые факторы риска, оказывающие негативное влияние на орган слуха школьников и студентов: время в течение дня, уровень громкости и возраст начала использования аудионаушников. Наиболее безопасными для органа слуха являются наушники с конструкцией головных телефонов закрытого и полузакрытого типа. Разработанный способ и аппарат для экспресс-диагностики тугоухости показали необходимость проведения систематических массовых обследований, скрининговых исследований в учебных заведениях в качестве профилактических мероприятий по снижению развития нейросенсорной тугоухости среди молодежи. Скрининговое исследование с использованием шепотного анализатора слуха значительно повысит качество ранней диагностики нарушений слуха среди школьников и студентов.

Практическая значимость исследования. Научно обоснованы гигиенические рекомендации, направленные на сохранение остроты слуха и поддержание

оптимального функционального состояния органа слуха школьников и студентов, на профилактику возникновения ранней нейросенсорной тугоухости.

Для практического использования разработан способ и аппарат для экспресс-диагностики уровня слуха при помощи шепотного анализатора слуха для оптимизации профилактических осмотров среди учащихся различных учебных заведений. Внедрение в практику гигиенических рекомендаций по безопасному использованию аудионаушников, а также аппарата для экспресс-диагностики тугоухости позволят предотвратить снижение слуха среди современной молодежи.

Обоснованы время, уровень громкости и тип использования наушников школьниками и студентами в течение дня, не приводящие к формированию ранней нейросенсорной тугоухости. Подтверждено, что важнейшая роль в снижении раннего развития сенсоневральной тугоухости среди школьников и студентов принадлежит ежегодным профилактическим осмотрам. Показана необходимость формирования установок у школьников и студентов, направленных на формирование культуры использования аудионаушников.

Методология и методы исследования. В рамках работы проведены проспективные когортные нерандомизированные контролируемые исследования с соблюдением этических норм, утвержденных в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Все лица, принимающие участие в исследовании, были проинформированы о целях, задачах, методах, возможных рисках и пользе исследования. Всем участникам была предоставлена информация, и было предложено для подписания информированное согласие лиц, участвующих в исследовании, либо их законных представителей.

Для изучения влияния использования аудионаушников на функцию слуха школьников и студентов в исследовании были использованы гигиенические, социологические, инструментальные, статистические методы, а также метод сравнительного анализа. Для статистической обработки полученного материала были применены методы описательной статистики, t-критерий Стьюдента, корреляционный анализ, расчет относительного риска и этиологической доли риска, дисперсионный и регрессионный анализ.

Внедрение результатов исследования. Результаты исследования внедрены в практическую и профилактическую деятельность: ГБУЗ ПК «Чайковская центральная городская больница» (акт о внедрении от 30.06.2021); кабинета оториноларинголога Медицинского центра «Вита-Д» города Чайковский Пермского края (акт о внедрении от 17.01.2021); частного кабинета врача-оториноларинголога города Чайковский Пермского края (акт о внедрении от 08.02.2021); в педагогический процесс кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России в форме практических рекомендаций. Получен Патент на изобретение № 2748409 «Способ экспресс-диагностики уровня слуха» от 25 мая 2021 г. Получено Свидетельство о регистрации объекта интеллектуальной собственности «Аппарат для экспресс-диагностики тугоухости с помощью шепотной речи» (рационализаторское предложение № 02.19 от 27 ноября 2018 года); «Практические гигиенические рекомендации безопасного использования портативных устройств, оснащенных наушниками» (регистрация рекомендаций № 05.21 от 25 мая 2021 года).

Положения, выносимые на защиту:

1. Уровень громкости и длительность использования аудионаушников современными школьниками и студентами в сочетании с типом используемых наушников, являются факторами риска, приводящими к развитию ранней нейросенсорной тугоухости за счет негативного воздействия звуковой нагрузки на звуковоспринимающий аппарат уха.

2. Разработанные практические научно-обоснованные гигиенические рекомендации направлены на профилактику раннего снижения слуха, вызванного использованием аудионаушников.

Степень достоверности результатов. Научные положения и практические рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждаются репрезентативным количеством исследований 1000 школьников и студентов. Результаты работы подвергнуты адекватному статистическому анализу (корреляционно-регрессионный анализ, определение относительного риска).

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены, доложены и обсуждены на: VIII межрегиональной межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Современные аспекты медицины и биологии», секция – Инновационные исследования в области медицины (Россия, Ижевск, 22 – 25.04.2019); VIII межрегиональной межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Современные аспекты медицины и биологии», секция – Научные доклады на иностранном языке (Россия, Ижевск, 22 – 25.04.2019); на XIII республиканском конкурсе инновационных проектов по программе УМНИК – 18 (Россия, Ижевск, 2018); в финале XIII республиканского конкурса инновационных проектов по программе УМНИК – 18 (Россия, Ижевск, 2019); IV Всероссийском и III Международном конкурсе молодых ученых «Гигиеническая наука – путь к здоровью населения» (Россия, Архангельск, 2021).

Публикации в научной печати. Основные положения и выводы диссертационного исследования опубликованы в 7ми научных работах, в том числе 3-х статьях в рецензируемых научно-практических изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для опубликования основных научных результатов диссертаций, 1 глава в коллективной монографии (в соавторстве), получено 2 свидетельства о регистрации объекта интеллектуальной собственности (рационализаторское предложение, рекомендации), получено 1 свидетельство о государственной регистрации объектов интеллектуальной собственности (патент на изобретение).

Личный вклад автора заключается в анализе научной литературы и источников информации по исследуемой теме, определении цели, задач, разработке плана и дизайна исследования, в сборе первичных данных. Проведены оториноларингологические и сурдологические исследования, сформированы базы данных, статистическая обработка материалов исследования, анализ полученных результатов.

При оформлении рукописи использованы результаты научных работ по теме диссертации, выполненных лично автором или в соавторстве. Личное участие автора

в клинических исследованиях, анализе полученных данных и их обобщении, статистической обработке материалов составляет не менее 85%, в теоретической части работы и в написании диссертации – 100%.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 166 страницах печатного текста, включает введение, аналитический обзор литературы, главу по материалам и методам исследования, 4 главы результатов собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, приложения. Список литературы состоит из 273 источников и включает в себя 219 отечественных и 54 иностранных источников. Диссертация иллюстрирована 26 таблицами, 22 рисунками, содержит 4 приложения.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 14.02.01 – Гигиена. Полученные результаты соответствуют области исследования специальности, конкретно пунктам 1 и 4.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, определены цель и задачи, изложена его научная новизна, научно-практическая значимость, даны основные положения, выносимые на защиту, приведены данные по апробации и внедрению результатов в практическую деятельность.

В **первой главе** приведен анализ литературы и результатов исследований, посвященных проблеме патологии органов слуха, факторов, оказывающих влияние на остроту слуха детей, подростков и молодежи, влиянию использования различных типов аудионаушников на орган слуха подрастающего поколения. Анализ литературных данных показал, что не до конца решенными остаются вопросы влияния современных электронных устройств с наушниками на функцию слуха детей, подростков и молодежи.

Во **второй главе** подробно описана организация работы, объем и методы исследования.

В основу работы положены материалы комплексных исследований за период 2018 – 2020 г.г. по изучению влияния использования аудионаушников на функциональное состояние органа слуха 1000 учащихся 5-х, 8-х, 10-х классов общеобразовательных учреждений городов Ижевска и Чайковского, а также студентов второго года обучения вузов города Ижевска.

В исследовании приняли участие 750 школьников и 250 студентов второго курса. Выбор в группы исследования связан с тем, что учащиеся 5-х классов являются первым классом средней школы и имеют больше самостоятельности в использовании аудионаушников по сравнению с учащимися начальных классов; 8-й класс – середина средней и старшей школы; 10-й класс – относится к возрастному периоду старшей школы. Студентов первого курса включать в исследование не целесообразно, так как они испытывают стресс, связанный с адаптацией к изменившимся условиям жизни.

Для изучения влияния аудионаушников на уровень остроты слуха применялся комплекс гигиенических, социологических, общеклинических, статистических методов исследования. Также в комплекс было включено функциональное исследование слухового анализатора.

На первом этапе для установления влияния использования аудионаушников на функциональное состояние органа слуха, психофизиологическое состояние школьников и студентов было проведено анкетирование с помощью разработанной анкеты «Использование аудионаушников», состоящей из 24 вопросов с возможностью выбора ответа или открытым ответом. С помощью вопросов анкеты выяснили отношение учащихся к использованию аудионаушников, были выявлены продолжительность использования наушников, громкость прослушивания аудиофайлов, наиболее распространенные виды используемых наушников, жалобы на состояние здоровья (при работе с наушниками и после окончания их использования), эмоциональное состояние школьников и студентов в процессе такой деятельности.

На втором этапе было проведено функциональное исследование слухового анализатора с помощью аппарата для экспресс-диагностики остроты слуха (Патент

№2748409, Мартюшева В.И), тональной пороговой аудиометрии в специально оборудованном звукоизолированном кабинете на диагностическом аудиометре ITERA II (Otometrics), Дания.

Исследования проводились согласно рекомендациям Национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 8253-1-2012 «Акустика. Методы аудиометрических испытаний. Часть 1. Тональная пороговая аудиометрия по воздушной и костной проводимости». Благодаря проведенной диагностике были выявлены лица с «идеальным слухом» - I группой здоровья по слуху, и лица с патологией слухового анализатора. Были сопоставлены данные, полученные при анкетировании с данными, полученными при сурдологическом обследовании, выявлены зависимости. Разработанный способ и аппарат для экспресс-диагностики тугоухости показали необходимость проведения систематических массовых обследований, скрининговых исследований в учебных заведениях в качестве профилактических мероприятий по снижению развития нейросенсорной тугоухости среди современных детей, подростков и молодежи. Скрининговые исследования с использованием данного способа и аппарата значительно повысят качество ранней диагностики нарушений слуха.

На третьем этапе было проведено исследование функционального состояния органа слуха с акустической нагрузкой. Выявлены оптимально-безопасные уровни громкости и времени использования аудионаушников. Все добровольцы были выбраны из 1000 участвовавших в анкетировании учащихся. Основным критерием отбора для участия в третьем этапе исследования – наличие I группы здоровья по слуху.

В третьем этапе исследования с применением акустической нагрузки приняли участие 226 добровольцев в возрасте 11 – 20 лет. Среди них учащихся 5-х классов было 40 человек, учащихся 8-х классов – 58 человек, учащихся 10-х классов – 67 человек, студентов второго года обучения – 61 человек.

Все участники исследования были разделены на две группы по 113 человек в каждой группе.

В состав первой (основной) группы были включены лица, прослушивающие музыку с использованием различных типов наушников более 2-х часов в день ежедневно или не реже 5 дней в неделю на протяжении последних 3-х лет. Громкость воспроизведения музыкальных произведений более 3-х баллов (по шкале условного деления от 1 до 5, где 1 балл – минимальная громкость устройства; 5 баллов – максимальная громкость устройства, громкость воспроизведения в 3 балла, соответствует 60% от максимальной громкости устройства).

Во вторую группу (группу контроля) вошли молодые люди, не использующие в повседневной жизни аудио гарнитуры или прослушивающие музыкальные файлы через наушники не более 1 часа в день. Громкость воспроизведения музыкальных композиций 1, 2, 3 балла.

Прототип испытаний включал проведение 3-х серий исследований часовой акустической стимуляцией интенсивностью 40 дБ(А), 70 дБ(А) и получасовой акустической стимуляцией интенсивностью 95 дБ(А). Также были исследованы уровни восстановления функций слуха через 20 минут после окончания звуковой нагрузки.

В ходе работы были выполнены инструментальные исследования и дано санитарно-гигиеническое описание изучаемых показателей образовательных организаций.

По итогам проведенного исследования сформулированы научно-обоснованные гигиенические рекомендации по безопасному использованию аудионаушников.

Статистическая обработка полученных материалов, формирование и обработка баз данных осуществлялась на персональном компьютере с помощью программ Microsoft Excel, SPSS Statistics 22, 2010 (Таблица 1).

Таблица 1 – Методы и материалы исследования

<i>Методы исследования</i>	<i>Материалы и объем исследования</i>
Социологический Анкетирование с использованием разработанной анкеты «Использование аудионаушников»	1000 анкет
Гигиенический Санитарно-гигиеническое описание и инструментальное исследование	Санитарно-гигиеническое описание изучаемых показателей 6 образовательных организаций
Общеклинический ▪ Исследование ЛОР-органов ▪ Сурдологическое обследование с определением типа и степени тугоухости ▪ Экспресс-диагностика слуха шепотным анализатором	1000 школьников и студентов 2582 раз 1944 раз
Статистический	Базы данных, графики, таблицы в программах Excel, SPSS Statistics 2010 (version 22), online Медицинская статистика

В **последующих** главах изложены результаты собственных исследований.

Установлено, что 95,1% всех опрошенных школьников и студентов пользуются наушниками ежедневно (7 дней в неделю), никогда не пользуются аудионаушниками 4,9% учащихся. При этом наибольшее число опрошенных школьников и студентов, не использующих наушники – это ученики пятых классов 2,8%. Наименьшее число учащихся, не пользующихся аудионаушниками среди школьников десятых классов 0,2%.

Школьники и студенты ежедневно используют наушники, но предпочитают различные типы аудиогарнитур, которые имеют определенные конструктивные, технические и другие особенности. Наиболее популярными по частоте использования являются (в порядке убывания): внутриканальные (88,2%), вставные (8,9%), накладные (2,7%), полноразмерные (0,2%) наушники.

Аудионаушники используются учащимися для прослушивания музыки (86,9%), для просмотра фильмов (7,1%), как средство коммуникации (3,7%) и для игр (2,3%).

Так как школьники и студенты используют аудионаушники в течение всего дня, было определено среднее время применения аудиогарнитур. Проведенное исследование позволило оценить динамику нарастания длительности использования

аудионаушников от учеников пятых классов до учеников десятых классов и студентов ВУЗов. Наименьшее среднее время использования в течение дня наушников среди школьников у мальчиков (2,1 часа) и девочек (1,3 часа) пятых классов. Наибольшее время использования аудионаушников у мальчиков (5,1 часа) и девочек (2,9 часа) десятых классов ($p < 0,05$). Юноши-студенты в среднем используют аудионаушники в течение дня 5,6 часов, девушки-студентки 3,9 часа ($p < 0,05$). Студенты достоверно более длительно ($p < 0,05$) применяют в течение дня наушники, по сравнению со школьниками (Рисунок 1).

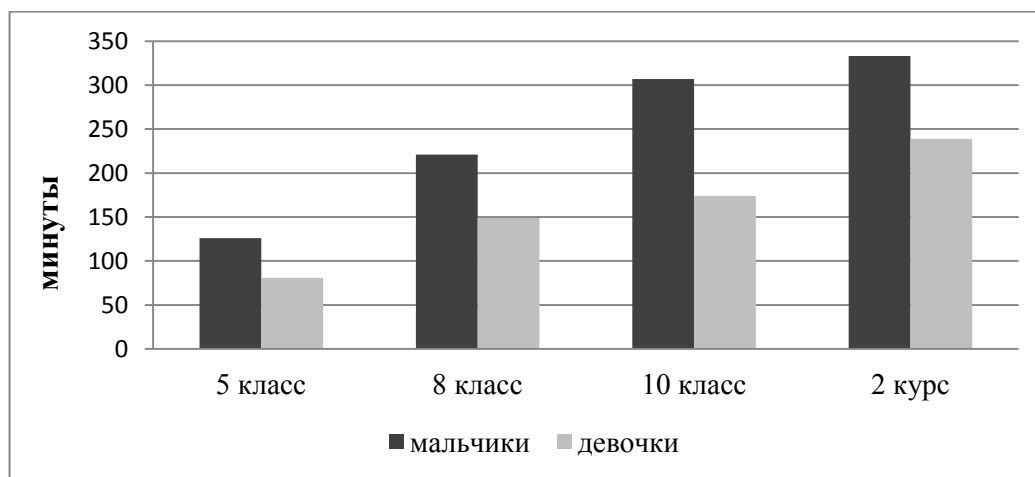


Рисунок 1 – Среднее время в течение дня использования аудионаушников школьниками и студентами, мин

Было установлено, какой уровень громкости воспроизведения через наушники предпочитают школьники и студенты. Мальчики-школьники достоверно больше ($p < 0,05$) чем девочки-школьницы используют аудионаушники на уровне громкости выше 3х баллов. Также мы наблюдаем прогрессивный рост числа лиц, как среди мальчиков, так и среди девочек-школьниц от пятого к десятому классу, отдающих предпочтение использованию наушников на максимальной громкости. Среди юношей и девушек студентов достоверные различия в количестве лиц, использующих наушники на максимальной громкости, не выявлены. Также установлено достоверно ($p < 0,05$) более раннее (возраст младше десяти лет) время начала использования аудионаушников школьниками по сравнению со студентами (Рисунок 2).

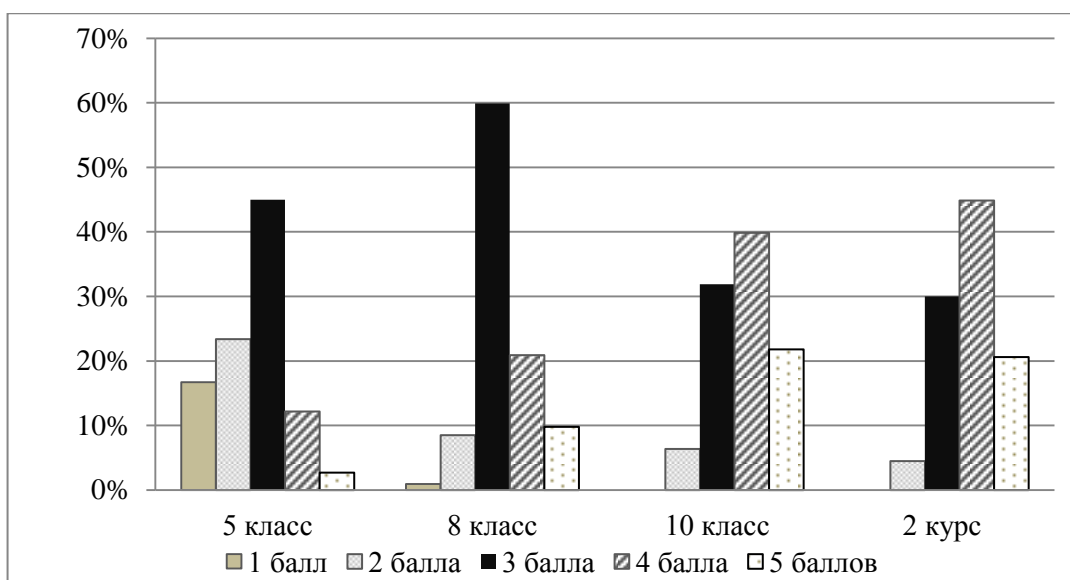


Рисунок 2 – Распределение громкости использования наушников в баллах среди возрастных групп, участвовавших в анкетировании, %

При ответах на вопросы анкеты жалобы на снижение слуха отметили 19,8% школьников и студентов.

Установлено, что после использования аудионаушников удовольствие и успокоение отмечают лишь 14,1% школьников и 10,1% студентов.

Негативные проявления после использования наушников, такие как: наличие субъективного шума в ушах, чувство притупления слуха, появление головной боли, возникают у 29,8% школьников и студентов. При сравнении полученных результатов по возрастам выявлено, что негативные последствия при использовании аудионаушников больше проявляются у студентов, чем у школьников и имеют тенденцию к увеличению от школьников пятых классов к школьникам десятых классов. У большинства учащихся субъективный шум в ушах и притупление слуха после использования наушников исчезают в течение 15 минут.

Среди психофизиологических негативных проявлений наиболее часто встречаются у учащихся нарушения сна (32,0%); наличие головной боли (25,8%); головокружение (10,8%). Данные симптомы в большинстве своем проявляются у анкетированных учащихся 3 – 4 раза в неделю.

С помощью оториноларингологического и аудиометрического обследований было проведено установление остроты слуха школьников и студентов. У 49,3% обследованных школьников и студентов была выявлена патология слуха (Рисунок 3).

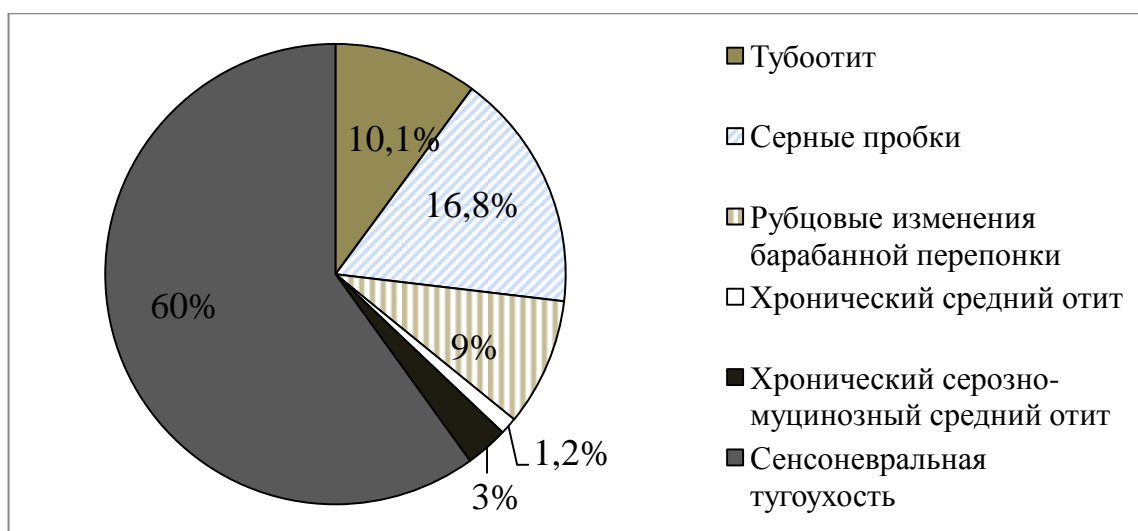


Рисунок 3 – Распределение обследованных лиц по этиологическим факторам снижения слуха, %

59,8% учащихся, с выявленным в результате проведенных исследований нарушением слуха, считали себя практически здоровыми и не замечали незначительного снижения слуха.

Случаи снижения слуха больше выявлены среди лиц женского пола, но случаи снижения слуха по типу звуковосприятия (нейросенсорная потеря слуха) больше выявлены среди лиц мужского пола. Вероятнее всего это связано с тем, что юноши, в отличие от девушек, предпочитают использовать аудионаушники более длительно и на высокой громкости.

Из 60,0% обследованных школьников и студентов с диагностированной нейросенсорной потерей слуха, только 15,2% учащихся отметили наличие снижения слуха при прохождении анкетирования.

Необходимо отметить, что все обследованные школьники и студенты с выявленной нейросенсорной потерей слуха использовали внутриканальные аудионаушники; уровень громкости превышал 3 балла, а длительность использования более 2-х часов в день. У школьников и студентов, не использующих аудионаушники в повседневной жизни, не было выявлено ни одного случая нейросенсорной потери слуха.

Определены величины относительного риска использования наушников на громкости выше 3 баллов и больше 1 часа в день для развития нейросенсорной

потери слуха. Относительный риск составил 27,31 (95%, ДИ = 11,12 – 70,64), этиологическая доля 56,5%.

Согласно литературным данным, снижение способности различать звуки высокой частоты наблюдается у молодых людей, регулярно пользующихся для прослушивания музыки аудионаушниками. С целью установления взаимосвязи повышения порогов слухового восприятия с показателями громкости использования аудиоустройств, а также выявления взаимосвязи между уровнем громкости воспроизведения звуковых файлов через наушники и времени восстановления нормальных порогов слышимости было проведено исследование функционального состояния органа слуха школьников и студентов под действием акустической нагрузки.

Среднее значение уровня слуха, по результатам тональной аудиометрии, проведенной перед началом серии исследований с акустической нагрузкой, в группе учащихся, не использующих или использующих аудионаушники менее 1 часа в день, составило $6,3 \pm 1,8$ дБ (95% ДИ 4,9 – 7,6 дБ), что соответствует возрастной норме слуха от 5 до 10 дБ.

У учащихся, использующих портативные аудиоустройства, оснащенные наушниками, более 2 часов в день ежедневно, среднее значение уровня слуха было выше и составляло $11,2 \pm 2,7$ дБ (95% ДИ 9,2 – 13,2 дБ). Различия показателей статистически значимы ($p=0,001$) (Таблица 2).

Таблица 2 – Средние значения уровня слуха обследуемых школьников и студентов, дБ

Параметр	Основная группа (n=113) Уровень слуха, дБ	Контрольная группа (n=113) Уровень слуха, дБ
Уровень слуха обследованных учащихся до акустической нагрузки	$11,2 \pm 2,6$ $p=0,001$	$6,3 \pm 1,8$ $p=0,001$
Уровень слуха обследованных учащихся после звуковой нагрузки интенсивностью 40 дБ(А) в течение 60 минут	$12,1 \pm 2,3$ $p=0,001$	$6,9 \pm 1,6$ $p=0,001$
Уровень слуха обследованных учащихся после звуковой нагрузки интенсивностью 70 дБ(А) в течение 60 минут	$14,5 \pm 2,2$ $p=0,001$	$8,6 \pm 1,5$ $p=0,001$
Уровень слуха обследованных учащихся после звуковой нагрузки интенсивностью 95 дБ(А) в течение 30 минут	$18,1 \pm 1,8$ $p=0,001$	$11,7 \pm 1,2$ $p=0,001$

Наилучшие значения слуха до акустической нагрузки школьников и студентов, принимавших участие в исследовании, как основной, так и контрольной групп, находятся в диапазоне частот от 1000 до 4000 Гц (Рисунок 4, Рисунок 5).

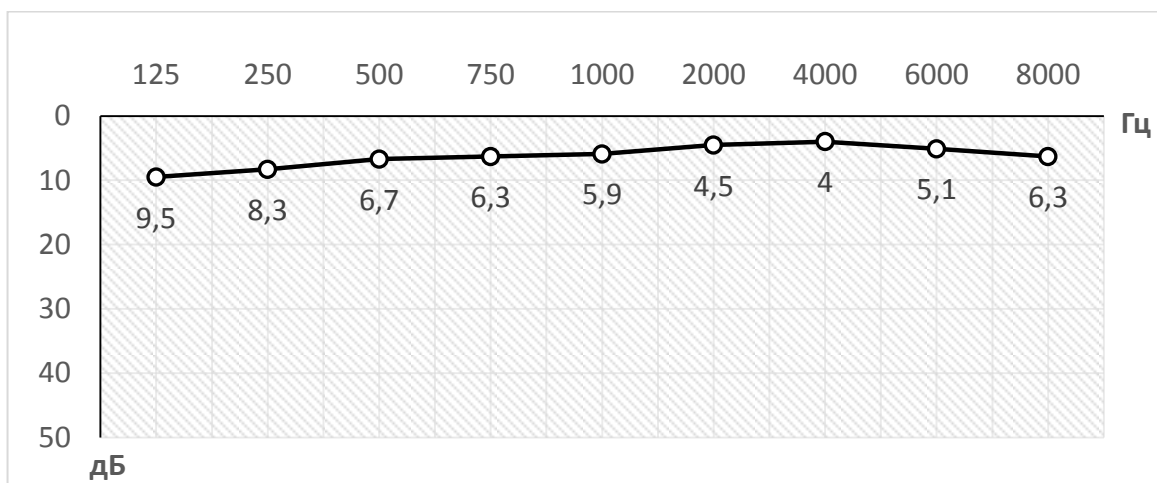


Рисунок 4 – Средние значения уровня слуха обследуемых школьников и студентов контрольной группы до звуковой нагрузки в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц, дБ

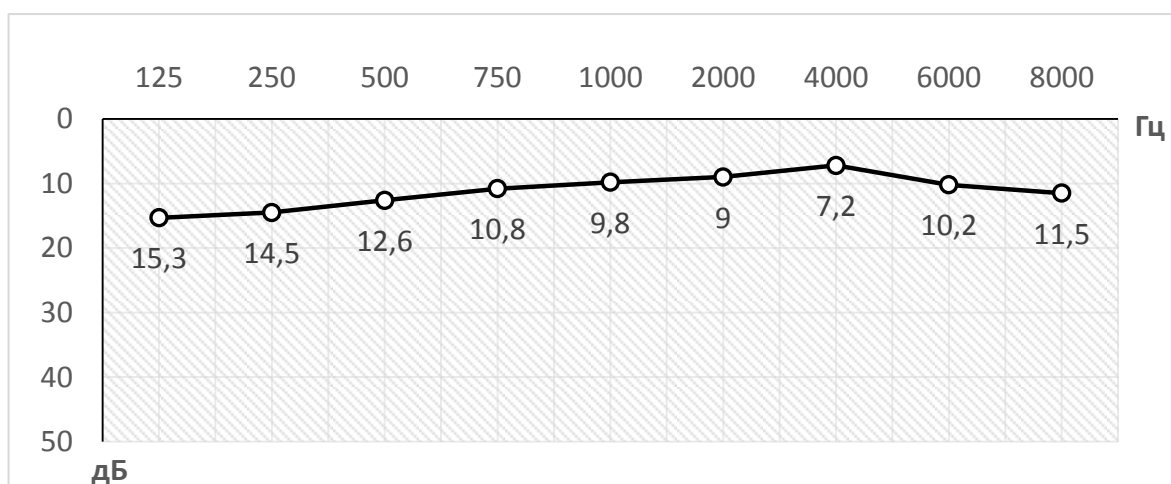


Рисунок 5 – Средние значения уровня слуха обследуемых школьников и студентов основной группы до звуковой нагрузки в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц, дБ

Полученные в результате проведенной серии исследований с акустической нагрузкой данные свидетельствуют о том, что обследуемые учащиеся основной группы, ежедневно прослушивающие музыку с использованием наушников более 2х часов в день на громкости более 65 дБ(А), перенесли 60 минутную музыкальную нагрузку интенсивностью 40 дБ(А) и 70 дБ(А), а также 30 минутную музыкальную нагрузку интенсивностью 95 дБ(А) хуже, чем лица контрольной группы, не

использующие в повседневной жизни аудиогарнитуры, или прослушивающие музыкальные файлы через наушники не более 1 часа в день, громкостью воспроизведения менее 65 дБ(А). Также отмечено, что регулярное использование аудионаушников приводит к нарушению механизмов компенсации органа слуха (Рисунок 6, Рисунок 7).

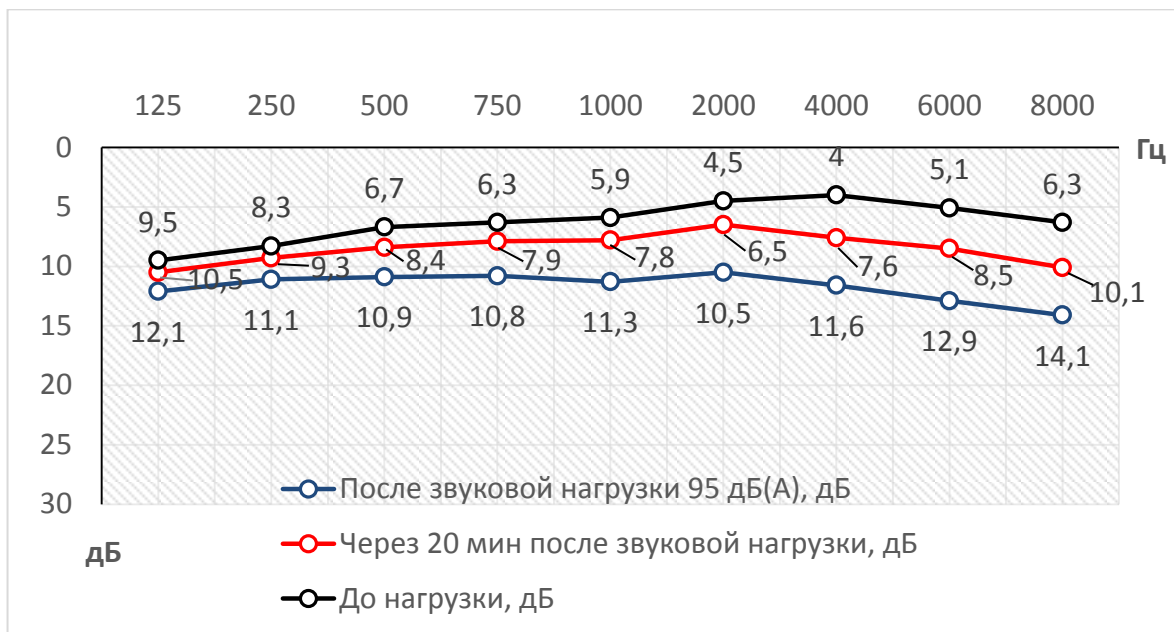


Рисунок 6 – Средние значения уровня слуха обследуемых школьников и студентов контрольной группы до и после звуковой нагрузки интенсивностью 95 дБ(А); через 20 минут после окончания звуковой нагрузки, дБ

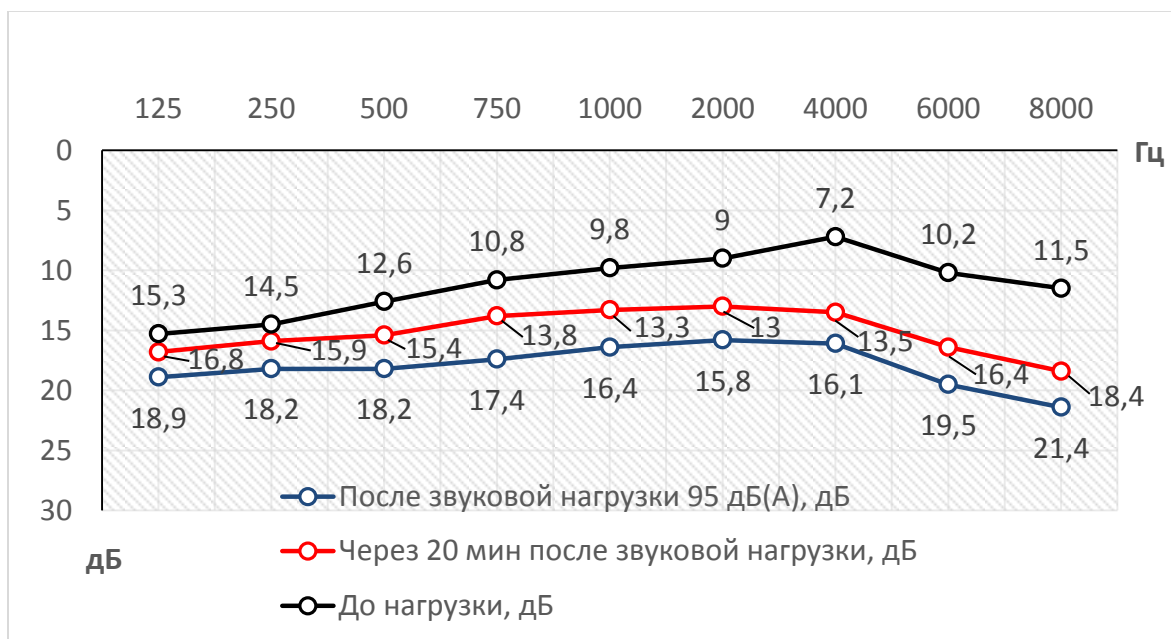


Рисунок 7 – Средние значения уровня слуха обследуемых школьников и студентов основной группы до и после звуковой нагрузки интенсивностью 95 дБ(А); через 20 минут после окончания звуковой нагрузки, дБ

Аудионаушники школьники и студенты используют не только в домашних условиях, но и в классах, аудиториях, в общественных местах, на улице и в транспорте. Наиболее популярными местами, где школьники и студенты пользуются наушниками, являются холлы и коридоры образовательных организаций, общественный транспорт, спортивные клубы, улица.

Но даже при соответствии требованиям СанПиНа 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и ГОСТ Р 33555-2015 «Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний» уровня окружающего шума в холлах образовательных организаций, общественном транспорте, на улице, человеку, использующему аудионаушники приходится увеличивать их громкость примерно на 10 дБ(А) – 15дБ(А) для того, чтобы «комфортно» слышать музыкальные произведения. Избыточный уровень звука приводит к значительному утомлению и напряжению органа слуха.

Результаты, полученные после проведенного исследования функционального состояния органа слуха под воздействием акустической нагрузки, разнятся с данными ВОЗ о допустимом безопасном времени и громкости использования наушников. В исследовании установлено, что даже при громкости воспроизведения аудиофайлов в 70 дБ(А) в течение 1 часа выявляется негативное влияние на слуховой анализатор в виде повышения порогов восприятия звуков на всем диапазоне частот от 125 до 8000 дБ.

Анализ различных типов наушников помог определить, что для органа слуха менее опасными являются накладные аудионаушники с конструкцией головных телефонов закрытого или полужакрытого типов.

В заключении диссертации изложены итоги данного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы; отмечено, что регулярное использование аудионаушников приводит к нарушению механизмов компенсации органа слуха. Установлено, что гигиенические факторы риска развития ранней нейросенсорной потери слуха являются управляемыми, для современных детей, подростков и молодежи необходим поиск наиболее эффективных принципов

формирования установок на здоровый образ жизни. При сравнительной характеристике гигиенических показателей аудионаушников, был сделан вывод, что для органа слуха менее опасными являются накладные наушники с конструкцией головных телефонов закрытого и полужакрытого типов.

ВЫВОДЫ

1. Среди школьников 5-х, 8-х, 10-х классов и студентов 2-го курса $95,1\% \pm 1,6\%$ используют аудионаушники ежедневно. $85,5\% \pm 1,5\%$ опрошенных учащихся используют аудионаушники на громкости 3 балла и более (выше 60-65 дБ(А)). $58,0\% \pm 1,6\%$ школьников и студентов проводят в наушниках более двух часов в день. $59,3\% \pm 1,6\%$ учащихся отметили возраст начала использования аудионаушников младше десяти лет. Наиболее популярными среди опрошенных школьников и студентов ($88\% \pm 1,9\%$) по частоте использования являются внутриканальные наушники.

2. Случаи снижения слуха по типу звуковосприятия (нейросенсорная потеря слуха) больше выявлены среди лиц мужского пола ($52,7\% \pm 2,9\%$). $59,8\% \pm 1,3\%$ школьников и студентов с выявленным снижением слуха считали себя практически здоровыми и не замечали незначительного снижения слуха.

3. Негативное влияние использования аудионаушников проявляется не только снижением слуха, но и возникновением тиннитуса, а также появлением таких психофизиологических проявлений, как нарушение сна, головная боль и головокружение. В целом, негативные психофизиологические проявления отметили $68,6\% \pm 1,5\%$ всех опрошенных.

4. Установлен вклад показателей-предикторов, определяющих снижение слуха у школьников и студентов. Выделены 4 значимых фактора, приводящих к снижению слуха: использование наушников; громкость использования наушников; длительность использования аудионаушников в течение дня; возраст начала использования аудионаушников. Данные факторы составляют 58% общей дисперсии. Показатели-предикторы «Громкость использования наушников»

($\beta=0,50$), «Длительность использования аудионаушников в течение дня» ($\beta=0,51$) вносят наибольший вклад в прогноз зависимой переменной, следовательно, оказывают приоритетное влияние на развитие снижения слуха.

5. Разработанный аппарат «Шепотный анализатор слуха» предназначен для решения проблемы ранней экспресс-диагностики снижения слуха. Аппарат обеспечивает увеличение скорости, точности диагностики, исключает возникновение диагностических ошибок, связанных с особенностями речи исследователя, увеличивает вероятность выявления снижения слуха на ранней стадии.

6. Исследование с акустическими нагрузками в 40, 70 и 95 дБ(А) определило негативное влияние громких звуков, воспроизводимых через наушники, на орган слуха человека. Также было установлено нарушение адаптационных механизмов звуковоспринимающего аппарата уха, проявляющееся в длительном восстановлении пороговых значений слуха после прекращения звуковой нагрузки. Адаптационные способности слухового анализатора хуже у тех лиц, кто ежедневно длительно (более 2 часов) пользуется аудионаушниками.

7. Проведенный анализ различных видов аудионаушников, изучение их характеристик, позволил установить среди них наиболее безопасные для органа слуха человека – накладные наушники с конструкцией головных телефонов закрытого и полужакрытого типа и рекомендовать их для повседневного использования.

8. Научно обоснованы регламенты безопасного использования аудионаушников: оптимальное время пользования аудионаушников один час в день, допустимое – до двух часов в день; безопасный уровень воспроизведения музыки через наушники равен 60 – 65 дБ(А), максимально допустимый уровень громкости – до 80 дБ(А). Соблюдение данных регламентов поможет предупредить появление снижения слуха и развитие ранней нейросенсорной тугоухости.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для профилактики развития ранней нейросенсорной тугоухости у школьников и студентов проводить работу по гигиеническому воспитанию учащимися, их родителями относительно навыков безопасного использования аудионаушников в досуговой деятельности и сократить их использование до 1 часа в день (допустимо до 2-х часов в день) на громкости, не превышающей 60% от максимальной громкости устройства. Для этого размещать на официальных сайтах и в образовательных организациях информацию по вопросам профилактики и охраны здоровья (памятки, плакаты, брошюры) и рекомендовать родителям их использование.

2. Результаты работы целесообразно учитывать при подготовке врачей-педиатров; врачей-оториноларингологов; врачей по гигиене детей и подростков.

3. Полученные данные могут быть использованы для циклов гигиенического воспитания по разделу ЗОЖ для обучающихся образовательных организаций, студентов ВУЗов; для повышения компетенции родителей, педагогов в вопросах профилактики нарушений слуха подрастающего поколения в современных условиях.

4. С целью эффективного раннего выявления патологии слуха необходимо проводить ежегодный скрининг уровня слуха среди школьников и студентов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Мартюшева В.И. Неконтролируемое использование аудионаушников – актуальная проблема современной молодежи / В.И. Мартюшева, Г.В. Павлова. – М.: Издательство «Научная книга», 2020. – С. 357.

2. Мартюшева В.И. Шепотный анализатор слуха – аппарат для профилактических осмотров по выявлению ранней тугоухости / В.И. Мартюшева // **Уральский медицинский журнал**. – 2021. – №3. – С. 62-66.

3. Мартюшева В.И. Скрининговое исследование остроты слуха лиц молодого возраста – как основная профилактическая мера предупреждения развития тугоухости / В.И. Мартюшева // **Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание**. – 2021. – №3. – С. 47-51.

4. Мартюшева В.И. Длительность использования мобильных электронных устройств с наушниками учащимися, как современный фактор риска состоянию их органа слуха / О.Ю. Милушкина, В.И. Попов, Н.А. Скоблина, В.И. Мартюшева [и др.] // **Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики.** – 2021. – №3. – С. 77-90.

5. Свидетельство о регистрации объекта интеллектуальной собственности. Рационализаторское предложение № 02.19 от 27 ноября 2018 года «Аппарат для экспресс-диагностики тугоухости с помощью шепотной речи».

6. Свидетельство о регистрации интеллектуальной собственности. Рекомендации № 05.21 от 25 мая 2021 года «Практические гигиенические рекомендации безопасного использования портативных устройств, оснащенных наушниками».

7. Патент на изобретение № 2748409 «Способ экспресс-диагностики уровня слуха» от 28 января 2020 года.