

American Journal of Industrial Medicine

том 57, номер 9, стр. 1001-1010, 2014 г.

<https://doi.org/10.1002/ajim.22323>



Editor-in-Chief

Steven B. Markowitz

Deputy Editors

Rodney Ehrlich
Paul Landsbergis

Assistant Editors

Eula Bingham	Richard J. Jackson
Lynn R. Goldman	Kenneth Olden
John Howard	Linda Rosenstock

Associate Editors

Henry A. Anderson	Howard M. Kipen
Shunichi Araki	Richard A. Lemen
Dean Baker	James M. Melius
Henry Falk	James A. Merchant
Arthur L. Frank	Albert Miller
John R. Froines	William N. Rom
James H. Godbold	E. Neil Schachter
William E. Halperin	Ellen K. Silbergeld
J. Malcolm Harrington	David H. Wegman
Robin Herbert	Ainsley Weston
David G. Hoel	Mary S. Wolff

WILEY

ISSN 0271-3586

Защищают ли от шума средства индивидуальной защиты органа слуха?

[Do Hearing Protectors Protect Hearing?](#)

Matthew R. Groenewold^{1*}, Elizabeth A. Masterson¹, Christa L. Themann², и Rickie R. Davis²

¹ Surveillance Branch, Division of Surveillance, Hazard Evaluations and Field Studies, [Национальный институт охраны труда](#) (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Cincinnati, Ohio

² Hearing Loss Prevention Team, Engineering and Physical Hazards Branch, Division of Applied Research and Technology, NIOSH, CDC, Cincinnati, Ohio

*Ответственный автор: M.R. Groenewold, PhD, MSPH, 275 E. Main St. MS H51-EJ, Frankfort, KY 40621 =gyr5@cdc.gov.

**Это исследование проводилось за счёт правительства США,
и потому является общественным достоянием.**

This article is a U.S. Government work and is in the public domain in the USA.

HHS Public Access Author manuscript

Реферат

История вопроса. Мы изучили взаимосвязь между риском (вероятностью) значительного ухудшения слуха за период 5 лет, и тем, как часто работники использовали [средства индивидуальной защиты органа слуха \(СИЗОС\)](#), по данным их опросов.

Методы. Как исходные данные использовались результаты измерений порогов восприятия звуков (аудиологических проверок) у 19 911 рабочих. Чтобы определить, какое ухудшение слуха считать значительным, (мы) использовали два критерия. Один (OSTS) используется сейчас [Департаментом условий и охраны труда](#) в Минтруда США (OSHA); другой (HFTS) учитывал изменение порогов восприятия звуков более высоких частот. (Мы) рассматривали изменение порогов слуха за период 2005-2009 гг. Для получения скорректированных [отношений шансов](#) (*odds ratio*) использовали многомерную логистическую [регрессию](#) с многоуровневым моделированием.

Результаты. Сравнение отношений шансов (значительного) ухудшения слуха у тех работников, которые заявляли, что всегда используют СИЗОС, и у тех, кто заявлял, что вообще не использует СИЗОС, показало незначительное отличие – если использовался критерий ухудшения слуха OSTS: отношение шансов 1,23, [доверительный 95% интервал](#) 0,92–1,64. А при критерии HFTS отличие было едва значительным, отношение шансов 1,26, [доверительный 95% интервал](#) 1,00–1,59. При оценке состояния слуха работников с помощью (более чувствительного) критерия HFTS с уменьшением использования СИЗОС обнаружилась значительная линейная тенденция роста риска ухудшения слуха.

Заключение. Это исследование поднимает вопрос об эффективности средств индивидуальной защиты органа слуха как альтернативе средствам коллективной защиты, при их использовании для профилактики [нейросенсорной тугоухости](#) у работников, подвергающихся (чрезмерному) воздействию производственного шума.

Ключевые слова: шум, средства индивидуальной защиты органа слуха, нейросенсорная тугоухость, утрата слуха из-за производственного шума.

Введение

Производственный шум является серьезным вредным фактором, воздействие которого может привести к развитию [нейросенсорной тугоухости](#), [тиннитусу](#) (звон в ушах), затруднить общение, привести к нарушениям сна, вызвать заболевания сердечно-сосудистой системы [26]. Чрезмерному воздействию [производственного шума](#) подвергается значительная часть работников. По данным опросов [33-1], порядка 22 млн рабочих в США подвергаются воздействию сильного шума. Самым эффективным способом защиты от шума является снижение шума в его источнике; или удаление работника из шумной обстановки (организационные меры). Когда эти методы не обеспечивают снижение воздействие шума до безопасного уровня, из-за технических трудностей или по экономическим причинам, работники должны использовать [средства индивидуальной защиты органа слуха](#) (СИЗОС).

СИЗОС – средства индивидуальной защиты, которые или закрывают уши ([наушники](#)), или устанавливаются в слуховой канал (вкладыши), и закрывают воздушный путь прохождения шума к чувствительной части органа слуха. Если подходящие СИЗОС аккуратно надеты и своевременно используются, они *могут* эффективно предотвращать развитие нейросенсорной тугоухости. Для того, чтобы СИЗОС обеспечивали эффективную защиту в течение длительного времени, работники должны пройти обучение их применению – перед началом работы в шумной обстановке, и затем периодически [21-1]. Департамент условий и охраны труда (в Минтруда США, OSHA) [27-1] обязывает работодателей в большинстве отраслей народного хозяйства обеспечивать работников СИЗОС и проводить адекватное обучение работников их использованию – в рамках полноценной [программы защиты от шума](#). Такая программа включает в себя: мониторинг воздействия шума на работников, проверку чувствительности органа слуха, оценку качества программы, и многое другое. В то же время некоторые отрасли (например – строительство) не имеют столь подробных требований [28] в США; а в некоторых отраслях таких требований нет вовсе (например – сельское хозяйство).

Хотя СИЗОС могут эффективно уменьшать воздействие шума до безопасного уровня, проводившиеся ранее исследования систематично показывали, что использование СИЗОС не обеспечивает ожидаемый уровень защиты работников [2; 12; 18]. Более того, по сложившейся ранее традиции, при выборе СИЗОС основное внимание уделяется их способности ослаблять шум, а

дискомфорта и удобства в использовании уделяется мало внимания. В результате, многие работники не используют СИЗОС вовремя и (или) используют их неправильно. Это увеличивает дозу воздействия шума на работников за смену [14].

Так как СИЗОС часто используют (как средство защиты от шума), и поскольку проведённые ранее исследования показали, что многие работники не всегда используют СИЗОС своевременно, и не всегда правильно, то важно определить — может ли применение СИЗОС, такое, которое происходит на практике, эффективно предотвращать ухудшение слуха из-за воздействия шума (нейросенсорную тугоухость). В прошлом, для ответа на этот вопрос проели сравнительно немного исследований, и они давали неоднозначные результаты. Одно небольшое исследование показало, что у рабочих-строителей нет взаимосвязи между состоянием органа слуха и использованием СИЗОС (по данным опроса работников) [23-1]. В другом большом исследовании изучали результаты аудиологических проверок канадских работников лесопильных предприятий. Оно показало, что регулярное использование СИЗОС снижает риск ухудшения слуха на 30%, и увеличивает средний возраст тех, у кого оно происходит, на 2,4 года [6-1]. Но, несмотря на использование СИЗОС, риск ухудшения слуха у рабочих остаётся большим.

Это исследование проводилось для того, чтобы определить, насколько хорошо СИЗОС обеспечивают профилактику нейросенсорной тугоухости у американских рабочих, подвергающихся чрезмерному воздействию шума. Для этого использовали базу данных с информацией о результатах аудиологических проверок ([National Institute for Occupational Safety and Health \(NIOSH\) OHL Surveillance Project](#)). В базе были сведения о проверках работников тысяч компаний из разных отраслей народного хозяйства США.

Материалы и методы

План проведения исследования, и участники

Для оценки профилактической эффективности СИЗОС мы провели ретроспективное [когортное исследование](#). Изучался риск ухудшения слуха за период 5 лет у работников, подвергавшихся чрезмерному воздействию шума, и сообщавших при опросе то, используют ли они СИЗОС, или нет. Анализировали результаты аудиологических проверок, проводившихся в период 2005-2009 гг., у 19 911 рабочих, мужчин и женщин, возраст от 18 до 65 лет. Исходные данные поступали в базу данных ([NIOSH OHL Surveillance Project](#)) от медицинских организаций, проводивших аудиологические проверки работников тех отраслей, где законодательство США обязывает проводить такие проверки. Медицинские организации передавали информацию без персональных данных [Институту охраны труда \(NIOSH\)](#), как это описано в [19-1]. Так как у аудиограмм отсутствовали персональные сведения о работниках, исследование было одобрено комитетом по этике Института охраны труда (*NIOSH Institutional Review Board*).

У каждой аудиограммы была следующая информация: какой-то произвольно выбранный уникальный номер, позволяющий отличить аудиограммы одного работника от другого (номер работника); дата проверки; пороги восприятия звуков разных частот (0,5; 1; 2; 3; 4; 6 и 8 кГц); кодовый номер отрасли, где работал человек (2007 [North American Industry Classification System, NAICS](#)); и немного информации о работнике (включая возраст и пол). В некоторых аудиограммах также была информация об ответах работника на вопросы, на которые он отвечал перед замерами порогов восприятия звуков: использовал ли он СИЗОС, подвергался ли сильному воздействию производственного шума на работе (охота, служба в армии, во время отдыха), какие принимал лекарства, состояние здоровья на момент аудиологической проверки, и другие. Но эта информация имела не всегда: часть организаций, проводивших аудиологическую проверку работников, опросы не проводили; часть проводила не всегда; а часть проводила очень последовательно.

При проведении анализа мы использовали результаты аудиологических проверок, проводившихся в одной медицинской организации, где всегда опрашивали работников об использовании ими СИЗОС. В использованной нами информации всегда были самые последние аудиограммы, сделанные за период 2005-2009 гг., у всех тех работников (возраст от 18 до 65 лет), у кого была хотя бы одна достаточно качественная аудиограмма в 2005 и в 2009 г., и ещё хотя бы одна качественная аудиограмма, сделанная в 2006, 2007 или 2008 году (*т.е. минимум три качественных проверки, в первый год, в последний, и в середине интервала 5 лет – прим.*). Таким образом, мы использовали данные по тем работникам, у которых максимально возможные перерывы между проверками

чувствительности органа слуха не превышали 2 года. Такой отбор позволил нам охватить тех работников, которые, с большой вероятностью, непрерывно работали в условиях чрезмерного воздействия шума в рассматриваемый период. Если бы мы проводили анализ лишь для тех работников, для которых имелись результаты аудиологических проверок за каждый год из рассмотренного периода, то число охваченных работников значительно уменьшилось.

Некоторая часть предприятий проводила аудиологические проверки у всех работников — и тех, кто подвергался чрезмерному воздействию шума, и работавших в тихих условиях. Но подавляющее большинство аудиограмм, имевшихся в базе данных, было сделано у работавших в условиях чрезмерного воздействия шума, и охваченных «программами защиты от шума», которые должны разрабатывать и выполнять американские работодатели в соответствии с действующим законодательством. Например, Департамент охраны и условий труда обязывает тех работодателей, у которых есть сотрудники, подвергающиеся чрезмерному воздействию шума, разработать и проводить постоянную и эффективную программу защиты от шума. Она включает в себя, в том числе, проверку чувствительности органа слуха - перед началом работы в шумных условиях (базовую), и затем ежегодно. Проверка должна проводиться у всех тех работников, у которых среднесменное 8-часовое эквивалентное воздействие шума превышает 85 дБА [27-2]. (Поэтому) при проведении исследования мы считали, что факт проведения проверки показывает, что рабочий подвергался чрезмерному воздействию шума.

Критерии, использовавшиеся для определения того, какие аудиограммы выбирать для дальнейшего анализа

Те аудиограммы, которые имелись в базе данных, были сделаны для выполнения требований законодательства в отношении оценки здоровья рабочих, подвергающихся воздействию шума — а не в исследовательских целях. Поэтому они могли быть неполными или неточными [17]. Соответственно, все те аудиограммы, качество которых не соответствовало целям проводимого исследования, при анализе не использовались. Также исключались все те аудиограммы, которые делали у людей с ухудшением слуха, вызванным не производственными причинами, или заболеваниями. Конкретно, исключались те аудиограммы, где были необычные значения порогов восприятия звуков, свидетельствовавшие об ошибках во время измерений. Исключали аудиограммы с «обратным наклоном» (*negative slope*), показывавшим чрезмерно большой уровень фонового шума во время проверки; и аудиограммы с значительным отличием результатов для правого и левого уха, которое могло быть вызвано не производственными причинами. Возможно, такое значительное отличие в порогах у правого и левого уха объяснялось ухудшением слуха (для одного из них) из-за не профессионального заболевания. Отбор аудиограмм более подробно описан в статье [19-2]. Также мы не использовали те аудиограммы, для которых не было информации о возрасте и поле работника, об отрасли народного хозяйства (код NAICS); или не было (какого-то из) порогов для звуков частот 2, 3, 4 или 6 кГц. Наконец, мы не стали использовать аудиограммы, сделанные у шахтёров, из-за их небольшого количества.

Переменные

В этом исследовании зависимой переменной было изменение слуха у работника за период 2005-2009 гг. Чтобы определить, произошло ли за это время значительное ухудшение слуха, использовались два критерия. Первый — стандартный OSTS, используемый Департаментом условий и охраны труда (OSHA, в Минтруда США). Считалось, что у работника произошло значительное ухудшение слуха, если среднее значение порогов восприятия звуков с частотой 2, 3 и 4 кГц, измеренных в 2009 г., возросло на 10 дБ или больше по сравнению с базовым значением (аудиограммой, сделанной в 2005 г.); и если такой рост обнаруживался хотя бы для одного уха. Этот критерий широко используется специалистами по защите органа слуха (*hearing conservationists*) в США и учитывает те частоты звуков, которые люди используют при общении. Второй критерий учитывал изменения порогов восприятия звуков более высоких частот, HFTS. Считалось, что у работника значительно ухудшился слух, если среднее значение порогов восприятия звуков с частотой 3, 4 и 6 кГц возросло на 10 дБ или больше по сравнению с базовым значением хотя бы для одного уха. Второй критерий учитывал изменение слуха на более высоких частотах. При постепенном ухудшении слуха из-за воздействия сильного шума, снижение порогов обычно происходит сначала для звуков высоких частот, а потом для низких. (При анализе) использование обоих критериев могло давать один из двух результатов: 1 — если произошло значительное ухудшение, и 0 — если не

произошло. При использовании обеих критериев базовой (исходной) аудиограммой считали сделанную в 2005 году (момент начала исследования), и все случаи, соответствовавшие этим критериям, считали случаями значительного ухудшения слуха.

Главной независимой переменной в этом исследовании было то, применяли ли работники СИЗОС при воздействии шума. Для оценки этого использовали результаты опросов, проводившихся у работников в 2005-2009 гг. Их опрашивали перед замерами аудиограмм, и включали результат опросов в запись о проверке. При опросе, рабочие отвечали на вопрос: «При выполнении работы в условиях сильного шума, на рабочих местах, где должны использоваться СИЗОС, Вы обычно не применяете их?». При анализе ответов их относили к трём категориям: 1 — не используют; 2 — используют не постоянно, и 3 — используют всегда. Если работник заявлял, что он не использовал СИЗОС (ответ «Да») при проведении всех опросов (т. е. во время всех проверок органа слуха) в течение 2005-2009 гг., то считалось, что он вообще не использует СИЗОС (категория 1). И наоборот, если он всегда отвечал, что использует СИЗОС (ответ «Нет»), считалось, что он всегда использует СИЗОС (категория 3). А если рабочий хотя бы иногда давал разные ответы, его считали использовавшим СИЗОС не постоянно (категория 2).

Дополнительными (независимыми) переменными считали возраст работника (в 2009 г.) и его пол. Также учитывали, в какой отрасли работал человек (на основе двузначного кода классификации NAICS). При проведении исследования также дополнительно учитывали результаты ответа работника на вопросы о воздействии шума после работы: не производственного сильного шума, увлечение стрельбой по мишеням, занятие охотой. Эти вопросы также включались в опросник, заполняемый работником перед замером порогов восприятия звуков разных частот (аудиологическая проверка). Если работник сообщал, что подвергался какому-то из указанных воздействий не производственного шума хотя бы один раз за период 2005-2009 гг., то его относили к соответствующей категории. Наконец, при анализе мы учитывали то, как долго до 2005 г. у работника проводили аудиологические проверки. Это позволяло оценить длительность вредного стажа до начала периода наблюдения, 2005-2009 гг. А сведений о других факторах, потенциально влияющих на результат (курение, раса, годовой доход, образование) — отсутствовали.

Статистический анализ

Вычисляли частоту значительного ухудшения слуха у работников за период 5 лет (используя оба критерия ухудшения слуха, OSTS и HFTS), как долю тех рабочих, у которых произошло ухудшение на 2009 г. Эти значения и [доверительные 95% интервалы](#) определяли и для всех работников, охваченных этим исследованием; и для их подгрупп, выделенных по полу, отрасли хозяйства, воздействию непроизводственного шума (стрельбой по мишеням, занятием охотой, развлечения), и по использованию СИЗОС.

Для выявления возможной взаимосвязи между использованием СИЗОС на работе и частотой значительного ухудшения слуха (для обеих критериев, OSTS и HFTS), провели проверку тенденций с помощью теста Кокрана-Армитиджа ([Cochran–Armitage test for trend](#)). Для определения того, как независимые переменные (пол, отрасль, воздействие непроизводственного шума, стрельба по мишеням и на охоте) влияют на результат, использовали проверку на независимость с помощью [Хи-квадрат](#) ([Chi-square test for independence](#)). Для непрерывных переменных мы использовали [t-test](#) (Стьюдента) для равных средних или, при необходимости, аппроксимацию Р-значения Кокрана и Кокса ([Cochran and Cox approximation of the P-value](#)) для t-критерия для учета неравных отклонений. Для оценки статистической значимости при проведении всех проверок использовали вероятность 0,05 (альфа-уровень, отклонение [нулевой гипотезы](#)). Все статистические проверки проводились с помощью программы [SAS 9.3](#) ([SAS Institute Inc., Cary, NC](#)).

Чтобы определить взаимосвязь между использованием СИЗОС на работе и риском значительного ухудшения слуха (полученного за 5 лет, с использованием 2 критериев), и учесть влияние других факторов, мы с помощью логистической регрессии смоделировали откорректированные отношения шансов их 95% доверительные интервалы. Но исходные данные для этого исследования были получены у участников, работавших в разных организациях. А то, как в организации относятся к вопросам охраны труда, может сильно повлиять на использование СИЗОС. Поэтому мы также определили, в какой степени изменчивость между разными организациями влияет на риск ухудшения значительного слуха. Для этого мы провели многоуровневое моделирование, чтобы учесть иерархическую структуру исходных данных [[10](#); [13](#); [31](#)]. При моделировании «организацию» считали

случайным эффектом, а все независимые переменные — постоянным эффектом. Анализ проводился с помощью статистического пакета SAS. Для определения откорректированных значений отношения шансов (при критерии OSTS или HFTS) (мы) использовали обобщённую многоуровневую, многомерную модель («подогнав», отрегулировав её с помощью процедуры GLIMMIX в пакете SAS), и использовали [функцию Логит](#) для исходных данных, соответствующих [биномиальному распределению](#). Также процедура GLIMMIX (в пакете SAS) использовалась (нами) для определения (наличия) линейной зависимости между использованием СИЗОС (по данным опросов) и (риска значительного ухудшения слуха) при использовании критериев OSTS и HFTS.

Для описания того, в какой степени организация, где трудился работник, влияет на риск значительного ухудшения слуха (при использовании каждого из 2 критериев) мы использовали среднее отношение шансов (*median odds ratio, MOR*) [16]. Это среднее отношение шансов является простой функцией [дисперсии](#) (непостоянства) [кластера](#) (уровень организации), преобразуя её в обычную шкалу отношения шансов, где единица соответствует нулевому значению. То есть, если $MOR = 1$, то фактор «организация» не влияет на риск ухудшения слуха (изменчивость результата, вызванная влиянием организации - отсутствует). Значение MOR всегда ≥ 1 . В данном случае MOR определяли как среднее значение для отношения шансов между наибольшим и наименьшим риском у двух случайно выбранных организаций; то есть — среднее увеличение риска у работника при его переходе из организации с меньшим риском в организацию с большим [20]. С ростом влияния параметра «организация» на риск ухудшения слуха (при использовании критериев OSTS или HFTS), значение среднего отношения шансов (тоже) возрастает.

Для тех (независимых) переменных, которые (каждая) могла относиться к разным категориям, мы использовали следующие «базовые» категории: Женщины (для пола); Промышленность (для отрасли); Нет (для случаев, когда работник не подвергался никакому виду чрезмерного воздействия производственного шума: стрельбы по мишеням, охота, и другого); и Всегда (постоянное использование СИЗОС). За исключением категории Промышленность, как базовую выбирали ту категорию, где (при сравнении с другими) ожидаемый риск был наименьшим. А группу Промышленность, где риск ухудшения слуха не считается низким, выбрали как базовую потому, что число рабочих из других отраслей (в нашем исследовании) было невелико, и это могло негативно повлиять на точность сравнения риска в разных отраслях [11]. Для непрерывных переменных базовым значением было среднее; а отношение рисков выражалось как эффект от отклонения от среднего значения на 1 единицу.

Результаты

На момент проведения исследования в базе данных было 517 619 аудиограмм, сделанных за период 2005-2009 гг. у работников в возрасте от 18 до 65 лет в такой медицинской организации, которая точно и постоянно проводила опросы обследуемых о том, используют ли они СИЗОС. Из этих аудиограмм было исключено 122 066 из-за того, что они не соответствовали предварительно выбранным критериям: 76 242 из-за «отрицательного (негативного) наклона» (*negative slope*); 31 959 из-за значительного отличия в результатах для разных ушей; 623 из-за отсутствия порогов, требовавшихся для вычислений среднего снижения чувствительности для звуков 3 частот; и 13 242 из-за сочетания указанных причин. Ещё 10 275 аудиограмм исключили из-за того, что они не были последними в тот год, в который они были получены.

Из оставшихся 385 278 аудиограмм мы сделали базу данных с информацией о результатах аудиологических проверок за пятилетний период у 25 939 работников, у которых проводили проверки и в 2005, и в 2009 году, используя для отбора аудиограмм индивидуальный идентификационный номер работника. Из этих работников 25 193 соответствовали выбранному критерию включения: у них было не менее чем три аудиограммы, в том числе сделанные в 2005 и 2009 г. Затем исключили 5 261 работника, у которых отсутствовала информация об использовании СИЗОС, 5 тех, у кого не было сведений о воздействии шума после работы, и 16 горняков. В конечном итоге для анализа использовали информацию, собранную у 19 911 работников.

В таблице 1 представлена информация о работниках, охваченных нашим исследованием, отраслях, где они работали, и воздействии шума на них. Большинство из них были мужчинами (74%), и работали в промышленности (86%). Средний возраст – 46 лет. В среднем, вредный стаж (по шуму) до начала рассматриваемого периода у участников этого исследования был 5,87 лет. 20% сообщили, что

после работы стреляют (по мишеням / на охоте); и 33% сказали, что они подвергаются чрезмерному воздействию не производственного шума. Подавляющее большинство работников (71%) заявили, что всегда используют СИЗОС; 26% что используют не всегда; и 3% что не применяют совсем.

Таблица 1. Информация о работниках (n=19 911), охваченных этим исследованием

Показатель	Количество рабочих (доля, %)
Средний возраст, лет (SE)	46,1 (0,07)
Пол	
Мужчины	14 817 (74,4)
Женщины	5 094 (25,6)
Средний вредный стаж перед исследованием, лет (SE)	5,87 (0,04)
Отрасль	
Сельское хозяйство, рыболовство, лесоводство	69 (0,4)
Строительство	892 (4,5)
Промышленность	17 127 (86)
Услуги	770 (3,9)
Транспорт, складское хозяйство и коммунальные услуги	190 (1)
Оптовая и розничная торговля	863 (4,3)
Стрельба (охота, или по мишеням)	
Нет	15 932 (80)
Да	3 979 (20)
Другие воздействия сильного шума после работы	
Нет	13 338 (67)
Да	6 573 (33)
Применение СИЗ	
Не применяют совсем	563 (2,8)
Применяют не постоянно	5 158 (25,9)
Применяют всегда	14 190 (71,3)

Отношение шансов значительного ухудшения слуха у участников исследования было 8,04% при использовании критерия OSTS, 95% доверительный интервал 7,66–8,42); и 13,34% при использовании критерия HFTS, 95% доверительный интервал 12,87–13,82), таблица 2. результаты двумерного статистического анализа оказались схожи для всех переменных, кроме подгруппы «Промышленность». Работники, у которых обнаружили значительное ухудшение слуха (при использовании любого критерия) были в среднем старше (при критерии OSTS средний возраст 50 лет, ($P < 0,01$), при критерии HFTS = 50 years [$P < 0,01$]), чем остальные. И они в среднем подвергались чрезмерному воздействию шума до начала рассмотренного периода 6 лет: при критерии OSTS 6 лет ($P < 0,01$), при критерии HFTS 6 лет ($P < 0,01$). При использовании любого из 2 критериев риск ухудшения слуха у мужчин был выше, чем у женщин. Значительных отличий в ухудшении слуха у рабочих, подвергавшихся и не подвергавшихся воздействию сильного шума после работы (стрельба по мишеням, на охоте, развлечения) — не обнаружено, ($P > 0,05$). Между использованием СИЗОС и риском ухудшения слуха (при использовании любого критерия) обнаружилась значительная взаимосвязь, что показывает снижение дозы воздействия, ($P < 0,01$). Проведение двумерного анализа для промышленности показало, что при использовании разных критериев результат отличается. При критерии OSTS статистически значимых отличий не обнаружилось, а при критерии HFTS - были.

В таблице 3 представлены результаты многомерного многоуровневого анализа. После контроля за влиянием параметров, и учёта влияния организации как случайной величины оказалось, что использование СИЗОС не приводит к статистически значимому измерению риска (отношения шансов) ухудшения слуха (и для критерия OSTS, и для HFTS). При использовании критерия OSTS отношение шансов у рабочих, которые никогда не использовали СИЗОС было 1,23 (95% доверительный интервал 0,92-1,64); у использовавших периодически 1,08 (95% дов. инт. 0,96-1,22), и эти значения не имели статистически значимых отличий от полученных у рабочих, которые всегда сообщали что используют СИЗОС. Но обнаружилась не значительная линейная тенденция роста риска при снижении использования СИЗОС.

Таблица 2. Факторы, влиявшие на риск значительного ухудшения слуха (с использованием критериев OSTS и HFTS) у 19 911 рабочих, участвовавших в программах защиты слуха в 2005-2009 гг.

Критерий	Стандартный OSTS			Учёт более высоких частот HFTS		
	Н рабочих, или среднее значение (SE)	Доля, % (95% доверит. интервал)	P ^a	Н рабочих, или среднее значение (SE)	Доля, % (95% доверит. интервал)	P ^a
Всего	1 601	8,0 (7,7-8,4)	-	2 657	13,3 (12,9-13,8)	-
Возраст, лет	50,5 (0,23)	-	<0,01 ^b			<0,01 ^b
Пол						
Мужчины	1 263	8,5 (8,1-9,0)		2 090	14,1 (13,5-14,7)	
Женщины	338	6,6 (6,0-7,3)	<0,01 ^c	567	11,1 (10,3-12,0)	<0,01 ^c
Вредный стаж до 2005 г., лет	6,5 (0,13)	-	<0,01 ^d	6,4 (0,10)	-	<0,01 ^d
Отрасль						
Сельское хозяйство, рыболовство, лесоводство	8	11,6 (4,0-19,2)		9	13,0 (5,1-21,0)	
Строительство	73	8,2 (6,4-10,0)		154	17,3 (14,8-19,7)	
Промышленность	1 361	8,0 (7,5-8,4)		2 251	13,1 (12,6-13,7)	
Услуги	69	9,0 (6,9-11,0)		106	13,8 (11,3-16,2)	
Транспорт, складирование и коммунальные услуги	16	8,4 (4,5-12,4)		27	14,2 (9,3-19,2)	
Опт. и розничная торговля	74	8,6 (6,7-10,4)	0,75 ^c	110	12,8 (10,5-15,0)	0,02 ^c
Стрельба (охота / по мишеням)						
Нет	1 258	7,9 (7,5-8,3)		2 093	13,1 (12,6-13,7)	
Да	343	8,6 (7,8-9,5)	0,13 ^c	564	14,2 (13,1-15,3)	0,09 ^c
Другие воздействия шума после работы						
Нет	1 066	8,0 (7,5-8,5)		1 778	13,3 (12,8-13,9)	
Да	535	8,1 (7,5-8,8)	0,72 ^c	879	13,4 (12,5-14,2)	0,93 ^c
Применение СИЗОС						
Не применяют совсем	60	10,7 (8,1-13,2)		102	18,1 (14,9-21,3)	
Применяют не постоянно	452	8,8 (8,0-9,5)		753	14,6 (13,6-15,6)	
Применяют всегда	1 089	7,7 (7,24-8,11)	<0,01 ^e	1 802	12,7 (12,2-13,3)	<0,01 ^e

a Вероятность для разницы между теми, у кого произошло значительное ухудшение слуха, и другими.

b Результат получен с помощью проверки Кокрана-Армитиджа ([Cochran–Armitage](#)) для t-test при сравнении средних значений.

c Результат проверки с помощью Хи-квадрат на независимость.

d Результат сравнения средних значений с помощью критерия Стьюдента.

e Результат получен при проверке линейного тренда с помощью теста Кокрана-Армитиджа.

А при использовании критерия HFTS у рабочих, сообщавших что совсем не применяют СИЗОС, риск ухудшения слуха был выше на 26%. Статистическая значимость этого отличия была невелика, отношение шансов 1,26, 95 дов. инт. 1,00-1,59, вероятность P = 0,0546. При использовании критерия OSTS и сравнении тех, кто всегда использовал и всегда не использовал СИЗОС, отличие было статистически незначительным: отношение шансов 1,23, 95% дов. инт. 0,92-1,64. При использовании критерия HFTS отношение шансов у использовавших СИЗОС всегда и периодически отличалось, но отличие было статистически незначительным. Но при использовании критерия HFTS обнаружилась статистически значимая линейная тенденция роста риска с уменьшением использования СИЗОС, P = 0,02. Эта линейная тенденция при использовании критерия OSTS была незначительна, P = 0,09.

Результаты, полученные с помощью этой модели для других независимых переменных (для любого критерия, OSTS и HFTS), получились очень схожи. Статистически значимой взаимосвязи между стажем работы в условиях сильного шума до начала исследования, отраслью, воздействием шума после работы (стрельба, охота, развлечения, и другие источники шума); и отношением шансов значительного ухудшения слуха (критерий OSTS / HFTS) не обнаружилось. Риск ухудшения слуха у мужчин был выше, чем у женщин: и при критерии OSTS, отношение шансов 1,28, 95% дов. пределы 1,12–1,47); и при критерии HFTS, отношение шансов 1,28, 95% пределы 1,14–1,43. С увеличением

возраста риск значительного ухудшения слуха повышался: и при критерии OSTS, отношение шансов 1,05, 95% пределы 1,05–1,06; и при критерии OSTS, отношение шансов 1,06, 95% пределы 1,05–1,06. Оказалось, что изменчивость при сравнении разных организаций была умеренной, среднее отношение шансов 1,48 (и для OSTS, и для HFTS).

Таблица 3. Скорректированные отношения шансов риска значительного ухудшения слуха при его оценке с помощью критериев OSTS и HFTS, показывающие влияние разных факторов на риск.

Характеристика	Отношение шансов (95% доверительные интервалы) ^a , при критерии	
	OSTS	HFTS
Возраст ^b	1,05 (1,05-1,06)	1,06 (1,05-1,06)
Пол		
Мужчины	1,28 (1,12-1,47)	1,28 (1,14-1,43)
Женщины	Ref	Ref
Вредный стаж до 2005 г. ^b	1,00 (0,99-1,02)	1,00 (0,99-1,01)
Отрасль		
Сельское хозяйство, рыболовство, лесоводство	1,36 (0,62-3,00)	0,87 (0,41-1,86)
Строительство	0,89 (0,64-1,24)	1,25 (0,95-1,65)
Промышленность	Ref	Ref
Услуги	1,04 (0,75-1,43)	0,89 (0,67-1,19)
Транспорт, складирование и коммунальные услуги	1,03 (0,55-1,92)	0,97 (0,57-1,68)
Оптовая и розничная торговля	1,11 (0,79-1,56)	0,98 (0,72-1,34)
Стрельба (охота, или по мишеням)		
Нет	Ref	Ref
Да	1,09 (0,95-1,26)	1,07 (0,96-1,21)
Другие воздействия сильного шума после работы		
Нет	Ref	Ref
Да	1,04 (0,92-1,18)	0,98 (0,89-1,09)
Применение СИЗОС		
Не применяют совсем	1,23 (0,92-1,64)	1,26 (1,00-1,59)
Применяют не постоянно	1,08 (0,96-1,22)	1,08 (0,98-1,20)
Применяют всегда	Ref	Ref
Непостоянство при сравнении разных организаций (SE)	0,17 (0,04)	0,17 (0,03)
Среднее отношение шансов ^c	1,48	1,48

a Представленные отношения шансов были откорректированы так, чтобы устранить влияние всех остальных переменных, показанных в таблице, и чтобы устранить влияние случайного эффекта организации.

b Изменение отношения шансов, возникающее при изменении среднего вредного стажа на 1 год от его среднего значения.

c Представленное в таблице среднее отношение шансов показывает, в какой степени влияет на риск значительного ухудшения слуха (при критерии OSTS или HFTS) организация, в которой работал участник; то есть — с учётом того, что исходные данные при проведении исследования были получены у подгрупп работников из разных организаций. По определению, это среднее отношение шансов было равно средней величине отношения шансов между наибольшим и наименьшим риском у любых двух случайно выбранных организаций. То есть, это было показателем среднего увеличения риска значительного ухудшения слуха в ситуации, когда работник менял место работы (уходя из организации с меньшим риском в организацию с большим риском).

Ref - «Базовые» категории, с которыми сравнивали остальные категории при определении увеличения риска.

Обсуждение

Главной целью этого исследования было определение того, влияет ли применение СИЗОС (по данным опросов) на риск (значительного) ухудшения слуха за период 5 лет. Для оценки того, значительно ли ухудшение, использовали 2 критерия. Общепринятый (в США) OSTS, учитывал чувствительность к звукам тех частот, которые используют при общении. Второй, HFTS, учитывал звуки более высоких частот, что позволяет обнаружить более ранние признаки ухудшения слуха. Двумерный [статистический](#) анализ¹ показал, что у не использующих СИЗОС работников риск значительного ухудшения слуха (при его оценке с помощью обоих критериев, OSTS и HFTS) выше. Однако (углублённое) многоуровневое моделирование², при котором учитывали демографические параметры и информацию о работе; а компанию, где работал участник, считали случайным эффектом - использование СИЗОС перестало оказывать значительное влияние на риск ухудшения слуха (критерий OSTS), но осталось значительным при использовании критерия HFTS.

Полученные нами результаты схожи с результатами исследования [\[6-2\]](#), в котором изучались работники лесопилок в Британской Колумбии, и использовалась схожая методика. При сравнении участников, которые использовали и не применяли СИЗОС, мы обнаружили, что у последних вероятность значительного ухудшения слуха выше: на 23% (при критерии OSTS), и на 26% (HFTS). Этот результат схож со снижением риска ухудшения слуха (OSTS) на 30% у тех работников, которые при опросах сообщали об использовании ими СИЗОС в период проведения исследования [\[6-3\]](#).

Если бы СИЗОС являлись эффективной альтернативой средствам коллективной защиты (т.е. улучшению условий труда), то следовало бы ожидать сильного и статистически значимого отличия между отношениями шансов (риском) ухудшения слуха у работников, которые использовали СИЗОС всегда и не применяли совсем. (Но) мы не обнаружили взаимосвязи между использованием СИЗОС и значительным ухудшением слуха (критерий OSTS). А при использовании более чувствительного критерия HFTS взаимосвязь была крайне слабой. Поэтому возникает беспокойство – насколько эффективны СИЗОС как средство профилактики нейросенсорной тугоухости при воздействии производственного шума; и как альтернатива средствам коллективной защиты от шума. Они также показывают необходимость постоянного и правильного применения СИЗОС для обеспечения эффективной защиты рабочих от шума.

Эти результаты вызывают беспокойство, и они подтверждаются результатами ряда других исследований, показавших что рабочие не всегда используют СИЗОС при сильном шуме, что приводит к низкой эффективности защиты [\[4; 5; 7; 33-2\]](#). Например, изучение использования СИЗОС рабочими-строителями в штате Вашингтон показало, что работники используют их лишь 25% от того времени, в течение которого они подвергаются воздействию опасного сильного шума [\[23-2\]](#) Это исследование также показало, что работники используют СИЗОС лишь 25% от того времени, когда они подвергаются чрезмерному, опасному воздействию шума. Их исследование также показало, что СИЗОС могут снизить воздействие шума примерно на половину от той величины, которая указана на упаковке, и даже больше. Но на практике, с учётом того, когда их используют, они снижают среднесменный эквивалентный уровень шума менее чем на 3 дБ, и снижают чрезмерное воздействие до безопасного уровня в течение менее чем 20% от того времени, когда шум на рабочем месте превышает ПДУ. Этот результат соответствует результатам нашего исследования: взаимосвязь между использованием СИЗОС и риском ухудшения слуха слабая.

Другие результаты, полученные в этом исследовании, согласуются с результатами ранее проведённых исследований. Обнаружилась значительная положительная взаимосвязь между увеличением возраста и мужским полом работника, и риском значительного ухудшения слуха (при использовании обоих критериев), что согласуется с результатами других исследований, которые показали, что риск значительного ухудшения слуха заметно зависит от не производственных факторов [\[32; 34; 35\]](#). Обычно значительное ухудшение слуха, вызванное шумом, у мужчин развивается чаще, и оно сильнее, чем у женщин. При этом неясно, связано ли это отличие с биологическими отличиями; или с разным характером жизни. Возрастное ухудшение слуха, [пресбикузис](#), хорошо известно. Это многофакторная нейросенсорная тугоухость, которая может развиваться в результате совокупного воздействия шума и других внешних факторов; а также из-за ухудшения работы центральных отделов слухового анализатора [\[29\]](#).

¹ Анализ двух переменных для выявления возможной взаимосвязи между ними.

² Статистический анализ, при котором данные разбиты на подгруппы по каким-то признакам, см. [Multilevel model](#).

После коррекции, учитывающей влияние дополнительных факторов, оказалось что отрасль (где работал сотрудник) не оказывает значительного влияния на риск ухудшения слуха. Другие исследования, например [9; 33-3], показали, что риск значительного ухудшения слуха в разных отраслях сильно отличается. То, что в нашем исследовании получился иной результат, может объясняться, по крайней мере, двумя причинами. Во-первых, хотя риск значительного ухудшения слуха в разных отраслях различен, но наше исследование охватило лишь ту часть работников, которые участвовали в программах защиты слуха. То есть, воздействие шума на участников нашего исследования (из разных отраслей) было более схожим (чрезмерным) – по сравнению со случаем, когда учитывают всех работников подряд, не выбирая тех, кто подвергается сильному воздействию шума. Во-вторых, подавляющее число рабочих в нашем исследовании работали в одной отрасли – в промышленности. То, что в других отраслях работало незначительное число людей, могло привести к тому, что в нашем исследовании отличия получились статистически незначительными.

Также наше исследование показало, что ни длительность работы в шумных условиях до начала рассмотренного периода, ни воздействие шума после работы (шум при развлечениях, и охота) - не оказывали значительного влияния на риск ухудшения слуха. Ухудшение слуха при воздействии шума обычно происходит неравномерно. Сначала слух теряется быстрее, а потом медленнее [30]. Но у работников, охваченных нашим исследованием, средняя продолжительность работы перед рассмотренным периодом была меньше чем 6 лет. А заметное замедление ухудшения слуха наблюдается после примерно 10 лет работы в шумных условиях. Может быть, из-за этого значительной взаимосвязи между вредным стажем и риском значительного ухудшения слуха в нашем исследовании не обнаружилось. В отношении не производственного шума, например - при охоте, работники не всегда могли сообщать об этом при опросах. Кроме того, ряд исследований показал, что воздействие шума после работы (в среднем) обычно не превышает 80 дБА. Этого недостаточно для заметного повышения риска ухудшения слуха [3; 24; 25].

Те данные, которые мы использовали, показали умеренное отличие в уровне риска ухудшения слуха у работников, трудившихся в разных организациях. Это отличие следовало ожидать. На эффективность защиты работников, на культуру гигиены и охраны труда на предприятии, сильно влияют политика руководителей, усилия менеджеров, характер работы, и многие другие факторы. Соответственно, всё это отражается и на риске потери слуха.

Проведённое нами исследование также показало, что измерение порогов восприятия звуков высоких частот (HFTS) более чувствительный индикатор начальных стадий ухудшения слуха, чем измерение порогов звуков тех частот, которые соответствуют разговорной речи (OSTS). Это и ожидалось, так как при ухудшении слуха из-за чрезмерного воздействия шума, обычно сначала повышаются пороги восприятия звуков высоких частот.

Недостатки (ограничения) и достоинства этого исследования

У этого исследования был ряд недостатков, которые могли повлиять на результат, и которые вызваны и самим планом исследования, и свойствами использовавшейся исходной информации. Во-первых, на результат могла повлиять погрешность при выборе данных. Использовались данные, полученные у одной организации, которая обслуживала один географический регион США, и которая располагала сведениями лишь по некоторым отраслям народного хозяйства. Поэтому выводы, сделанные на основе анализа этих данных, могут отличаться от тех, которые могли бы быть сделаны, если бы использовались репрезентативные данные, характерные для (всех) тех работников в США, которые охвачены программами сохранения слуха. Кроме того, мы не использовали информацию о тех работах, для которых имелось менее трёх аудиограмм (получаемых при ежегодных проверках). Некоторые из этих случаев могут объясняться нарушением требований (законодательства) к регулярной проверке состояния органа слуха; и эти работники также могли чаще не применять свои СИЗОС при чрезмерном воздействии шума. То, что мы исключили сведения о таких работах, могло привести к тому, что мы не полностью учли данные о работах, подвергавшихся чрезмерному воздействию шума, и не применявших СИЗОС. Это могло исказить результат, в сторону уменьшения. Кроме того, мы исключили много аудиограмм низкого качества. При аудиометрических проверках нередко бывает, что фоновый уровень шума соответствует требованиям Департамента условий и охраны труда (OSHA, разработаны в 1972 г.), но не соответствует современным рекомендациям специалистов. В результате пороги восприятия звуков искусственно завышаются [8; 15]. Те специалисты, которые проводят аудиологические проверки (в

США), обычно не являются аудиологистами, и не имеют (достаточно) опыта для того, чтобы обнаружить случайно ошибочный результат, и провести проверку повторно. Исключение большого числа таких аудиограмм могло повлиять на результат, если эти (некорректные) проверки относились к работникам с высоким и с низким уровнем риска ухудшения слуха в не одинаковой степени.

Во-вторых, как и все исследования, в которых используются результаты опросов, в этом исследовании были погрешности из-за двух причин. Участники не всегда правильно вспоминали события, к которым относились их ответы; и они могли отвечать так, чтобы казаться лучше (*recall and social desirability biases*). Респондентов спрашивали, использовали ли они свои СИЗОС в течение предыдущего года, и они могли выбрать лишь один из двух вариантов ответа: «да» или «нет». Соответственно, тем работникам, которые иногда не применяли СИЗОС, было трудно решить, какой вариант ответа выбрать. Кроме того, работники могли быть склонны давать такой ответ, который соответствует требованиям, предъявляемым работодателем. В результате могло произойти искажение данных об использовании СИЗОС (независимая переменная).

Наконец, даже те работники, которые точно сообщили, как они используют СИЗОС, могли быть плохо защищены от шума из-за неправильного или не всегда своевременного применения СИЗ. У большинства работников СИЗОС обеспечивают (гораздо) меньшее ослабление шума, чем наносимый на упаковку (лабораторный) показатель NRR; а даже кратковременное не применение СИЗОС в течение смены значительно снижает их эффективность [22-1; 27].

Недостаток информации о фактическом воздействии шума на работников также мог дополнительно способствовать появлению ошибок при отборе аудиограмм для анализа. Проведение аудиологических проверок у работников, подвергающихся чрезмерному воздействию шума, закреплено в законодательстве США. Соответственно, факт проведения проверки с большой вероятностью показывает, что работник подвергался чрезмерному воздействию шума. Но некоторые работодатели (в профилактических целях) могут проводить проверки у всех работников, а не только у тех, кто подвергается чрезмерному воздействию шума. В результате часть данных, использованных при анализе, могла относиться к тем работникам, которые не подвергались чрезмерному воздействию шума, и у которых не могло быть вызванного шумом ухудшения слуха — вне зависимости от того, использовали ли они СИЗОС. Информация, которой мы располагали, не позволяла определить, были ли такие случаи, и (если были), как часто. Мы считаем, что таких случаев было мало (если и были), так как работодатели заинтересованы в сокращении расходов на проведение проверок, и соответственно стараются проверять лишь тех сотрудников, которые подвергаются чрезмерному воздействию шума. Кроме того, мы использовали лишь те аудиограммы, которые были получены у работников, дававших ответы на вопрос: работаете ли Вы в условиях сильного шума без СИЗОС. Если работник не подвергался воздействию сильного шума, он, скорее всего, отвечал «нет». При анализе такие работники относились к числу использовавших СИЗОС вовремя. Соответственно, такие ошибки способствовали искусственному завышению эффективности СИЗОС. А среди тех работников, которые действительно подвергались чрезмерному воздействию шума, степень и длительность воздействия была очень разной.

Поскольку ухудшение слуха, выявленное при аудиологическом обследовании, может быть временным — из-за заболевания, из-за невнимательности обследуемого, и из-за ошибки, рекомендуется подтверждать выявленное ухудшение, проводя повторную проверку [22-2]. Однако те данные, которые у нас имелись, не позволяли это сделать. Соответственно, часть случаев значительного ухудшения слуха (критерий OSTS или HFTS) на самом деле могла быть ошибочной.

Наконец, наше исследование было обсервационным; и полученный нами результат — слабая взаимосвязь между использованием СИЗОС и риском ухудшения слуха — не означает отсутствия причинно-следственной взаимосвязи между ними. Хотя мы старались учесть как можно больше факторов, но на полученный результат могли повлиять и другие важные факторы. Например, хотя при анализе мы учитывали воздействие шума и во вне рабочее время, но сведения о таком воздействии были неточные. Возможно, в некоторых случаях выявленное ухудшение слуха произошло из-за сильного воздействия шума на не защищённый орган слуха — но не на рабочем месте. (Также) мы никак не учитывали другие, потенциально важные факторы — курение, расу, образование. И, поскольку не было ни сведений о работе, ни истории болезни, следует сделать вывод, что выявленные изменения слуха были связаны с работой.

Несмотря на указанные выше ограничения, у нашего исследования был ряд достоинств. Во-первых, зависимая переменная, изменение порогов восприятия звуков, была получена на основе

(объективных) результатов аудиологических проверок, а не по ответам работников при опросе. При проведении исследования для оценки изменения порогов мы использовали два разных критерия. Один был традиционный (OSTS), применяемый при оценке значительности ухудшения слуха в соответствии с требованиями, установленными Департаментом условий и охраны труда США (OSHA). Кроме этого, мы оценивали изменение порогов на более высоких частотах (HFTS), так как при ухудшении слуха изменение порогов на более высоких частотах начинается раньше, и оно более сильное. Соответственно, второй критерий — более чувствительный, и позволяет обнаружить ухудшение слуха на более ранних стадиях. В использовавшейся базе данных было достаточно много аудиограмм, чтобы исключить те, качество которых было сомнительным; те, который показывали наличие не профессиональных заболеваний. Это позволило дать качественную и обоснованную оценку влияния СИЗОС на риск ухудшения слуха при воздействии (производственного) шума. Кроме того, в базе данных было достаточно много аудиограмм, последовательно выполненных у одного и того же работника в течение пятилетнего периода. Это позволило провести анализ для достаточно продолжительного периода времени, чтобы выявить изменение порогов и то, как использовались СИЗОС.

Опрос работников в отношении того, используют ли они СИЗОС, проводился постоянно, в течение всего периода времени, которое охватило наше исследование. Каждый работник давал ответ на вопрос письменно, и до того, как начиналась проверка чувствительности органа слуха. Для описания того, применялись ли СИЗОС, использовали три категории: «всегда», «периодически» и «никогда».

Наконец, при проведении анализа нам удалось учесть влияние ряда важных факторов (возраст, пол, отрасль народного хозяйства, длительность работы в условиях воздействия шума, воздействие шума в предыдущий период, воздействие шума во вне рабочее время).

Заключение

Полученные в этом исследовании результаты показывают, что применение СИЗОС — так, как это сейчас происходит в США — не может рассматриваться как альтернатива эффективным средствам коллективной защиты и организационным мероприятиям. Чтобы применение СИЗОС давало хороший профилактический эффект, они должны использоваться правильно и своевременно, во всех случаях, когда работник подвергается чрезмерному воздействию шума. А те работники, которые не обучены тому, как правильно устанавливать вкладыши в слуховой канал, плохо защищены от шума [21-2].

Кроме того, чтобы СИЗОС использовались своевременно, при их выборе необходимо уделять максимум внимания отсутствию дискомфорта, удобства в применении, и возможности общаться — не меньше, чем к обеспечиваемому ими ослаблению шума [1]. Полученные нами результаты подчёркивают важность (полноценного) обучения работников эффективному применению СИЗОС.

Кроме того, хотя наше исследование не выявило взаимосвязи между ухудшением слуха и воздействием шума во вне рабочее время, но стимулирование работников использовать свои СИЗОС при воздействии шума не на рабочем месте лишь улучшит их защиту и послужит воспитанию культуры сбережения слуха. В тех случаях, когда с помощью средств коллективной защиты устранить чрезмерное воздействие шума не удаётся, следует очень тщательно и ответственно обеспечить выбор подходящих СИЗОС, обучение работников их применению, и организации их своевременного использования.

В нашем случае, применение СИЗОС (по результатам опроса), слабо повлияло на (скорректированный) риск значительного снижения слуха на частотах, используемых при общении, за пятилетний период. А при учёте изменения порогов восприятия звуков более высоких частот, влияние использования СИЗОС на риск ухудшения слуха было маленьким, но более выраженным. В настоящее время, по своей профилактической эффективности, СИЗОС не может рассматриваться как альтернатива средствам коллективной защиты. Полученные нами результаты показывают, что необходимо устранять чрезмерное воздействие шума на рабочих местах, а не полагаться на применение СИЗОС. Но, если их использования нельзя избежать, то работники должны быть качественно обучены и тренированы в отношении правильного и своевременного применения этих СИЗ; и их необходимо обеспечивать такими СИЗОС, которые не создают дискомфорт, удобны, и не мешают общаться.

Благодарности

Авторы благодарят Дэвида Уолла за администрирование и за запросы в базу данных, содержащую информацию о состоянии слуха работников ([NIOSH OHL Surveillance Project](#)), и Джеймсу Деддинсу за рекомендации по статистической проверке линейного тренда. Авторы также благодарны Санву Таку и Джеффри М. Калверту, которые начали проект Института ([NIOSH OHL Surveillance Project](#)), а также организациям, предоставившим информацию об обследованиях работников, без которой это исследование невозможно было бы провести.

Литература

1. ↑ **Arezes PM, Miguel AS.** Hearing protectors acceptability in noisy environments. *The Annals of Occupational Hygiene.* 2002; 46(6): 531–536. [PubMed: [12176768](#)] <https://doi.org/10.1093/annhyg/mef067>
Бесплатная копия [ссылка](#).
2. ↑ **Berger EH.** The naked truth about noise reduction ratings. *Hearing Instruments.* 1994; 45(2):8–11.
Доступна статья: [E-A-Rlog 20 The Naked Truth About NRRs](#)
3. ↑ **Berger E, Kieper R.** Representative 24-hour Leqs arising from a combination of occupational and non-occupational noise exposures. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1994; 95(5): 2890.
<https://doi.org/10.1121/1.409374>
4. ↑ **Daniell WE, Swan SS, McDaniel MM, Camp JE, Cohen MA, Stebbins JG.** [Noise exposure and hearing loss prevention programmes after 20 years of regulations in the United States.](#) *Occupational and Environmental Medicine.* 2006; 63(5): 343–3351. [PubMed: [16551755](#)]
<https://doi.org/10.1136/oem.2005.024588>
5. ↑ **Daniell WE, Swan SS, McDaniel MM, Stebbins JG, Seixas NS, Morgan MS.** Noise exposure and hearing conservation practices in an industry with high incidence of workers' compensation claims for hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine.* 2002; 42(4): 309–317. [PubMed: [12271478](#)]
<https://doi.org/10.1002/ajim.10124>
6. ↑ **1 2 3 Davies H, Marion S, Teschke K.** The impact of hearing conservation programs on incidence of noise-induced hearing loss in Canadian workers. *American Journal of Industrial Medicine.* 2008; 51(12): 923–931. [PubMed: [18726988](#)] <https://doi.org/10.1002/ajim.20634>
7. ↑ **Davis RR, Sieber WK.** Hearing protector use in noise-exposed workers: A retrospective look at 1983. *American Industrial Hygiene Association Journal (Fairfax, Va).* 2002; 63(2): 199–204. [PubMed: [11975657](#)]
<https://doi.org/10.1080/15428110208984705>
8. ↑ **Frank T, Williams DL.** Ambient noise levels in industrial audiometric test rooms. *American Industrial Hygiene Association Journal.* 1994; 55(5): 433–437. [PubMed: [8209846](#)]
<https://doi.org/10.1080/15428119491018871>
9. ↑ **Franks JR.** Number of workers exposed to occupational noise. *Seminars in Hearing.* 1988; 9(4): 287–298. <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/journal/10.1055/s-00000067>
10. ↑ **Goldstein, H.** [Multilevel statistical models.](#) Hodder Headline Group; London: 1995. p. 173 [ссылка](#)
11. ↑ **Hardy, MA.** Regression with dummy variables. Sage Publications; Newbury Park: 1993. p. 90.
<https://dx.doi.org/10.4135/9781412985628>
12. ↑ **Hempstock TI, Hill E.** The attenuations of some hearing protectors as used in the workplace. *The Annals of Occupational Hygiene.* 1990; 34(5): 453–470. [PubMed: [2281890](#)]
<https://doi.org/10.1093/annhyg/34.5.453>
13. ↑ **Нох, JJ.** Multilevel analysis: Techniques and applications. Lawrence Erlbaum Associates; Mahwah, NJ: 2002. <https://doi.org/10.4324/9780203852279> Первые 64 стр из 304 [ссылка](#)
14. ↑ **Hsu YL, Huang CC, Yo CY, Chen CJ, Lien CM.** Comfort evaluation of hearing protection. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 2004; 33(6): 543–551.
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.01.001>
15. ↑ **Lankford JE, Perrone DC, Thunder TD.** Ambient noise levels in mobile audiometric testing facilities: Compliance with industry standards. *AAOHN Journal (Workplace Health & Safety).* 1999; 47(4): 163–167. [PubMed: [10418346](#)] <https://doi.org/10.1177/216507999904700404>
16. ↑ **Larsen K, Petersen JH, Budtz-Jorgensen E, Endahl L.** Interpreting parameters in the logistic regression model with random effects. *Biometrics.* 2000; 56(3): 909–914. [PubMed: [10985236](#)]
<https://doi.org/10.1111/j.0006-341x.2000.00909.x> Первая [страница](#)

17. ↑ Laurikkala J, Kentala E, Juhola M, Pyykko I, Lammi S. [Usefulness of imputation for the analysis of incomplete otoneurologic data](#). International Journal of Medical Informatics. 2000; Vol. 58–59: 235–242. [https://doi.org/10.1016/S1386-5056\(00\)00090-3](https://doi.org/10.1016/S1386-5056(00)00090-3)
18. ↑ Lempert BL, Edwards RG. Field investigations of noise reduction afforded by insert-type hearing protectors. American Industrial Hygiene Association Journal. 1983; 44(12): 894–902. [PubMed: [6660189](#)] <https://doi.org/10.1080/15298668391405913>
19. ↑ [1 2](#) Masterson EA, Tak S, Themann CL, Wall DK, Groenewold MR, Deddens JA, Calvert GM. Prevalence of hearing loss in the United States by industry. American Industrial Hygiene Association Journal. 2012; 56(6): 670–681. [PubMed: [22767358](#)] <https://doi.org/10.1002/ajim.22082>
20. ↑ Merlo J, Chaix B, Ohlsson H, Beckman A, Johnell K, Hjerpe P, Rastam L, Larsen K. [A brief conceptual tutorial of multilevel analysis in social epidemiology: Using measures of clustering in multilevel logistic regression to investigate contextual phenomena](#). Journal of Epidemiology and Community Health. 2006; 60(4): 290–297. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.029454>
21. ↑ [1 2](#) Murphy WJ, Franks JR, Berger EH, Behar A, Casali JG, Dixon-Ernst C, et al. [Development of a new standard laboratory protocol for estimation of the field attenuation of hearing protection devices: Sample size necessary to provide acceptable reproducibility](#). The Journal of the Acoustical Society of America. 2004; 115(1): 311–323. [PubMed: [14759024](#)] <https://doi.org/10.1121/1.1633559>
22. ↑ [1 2](#) National Institute for Occupational Safety and Health. [Occupational Noise Exposure, Revised Criteria](#). 1998. National Institute for Occupational Safety and Health (US); Cincinnati (OH): 1998. Report No. 98–126. [Есть перевод PDF Wiki](#)
23. ↑ [1 2](#) Neitzel R, Seixas N. The effectiveness of hearing protection among construction workers. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2005; 2(4): 227–238. [PubMed: [15788384](#)] <https://doi.org/10.1080/15459620590932154>
24. ↑ Neitzel R, Seixas N, Goldman B, Danielle W. [Contributions of non-occupational activities to total noise exposure of construction workers](#). The Annals of Occupational Hygiene. 2004; 48(5): 463–473. [PubMed: [15242844](#)] <https://doi.org/10.1093/annhyg/meh041>
25. ↑ Neitzel R, Seixas N, Olsen J, Danielle W, Goldman B. Non-occupational noise: Exposures associated with routine activities. The Journal of the Acoustical Society of America. 2004; 115(1): 237–245. [PubMed: [14759016](#)] <https://doi.org/10.1121/1.1615569>
26. ↑ Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. American Industrial Hygiene Association Journal. 2005; 48(6): 446–458. [PubMed: [16299704](#)] <https://doi.org/10.1002/ajim.20223>
27. ↑ [1 2](#) Occupational Safety and Health Administration. Occupational Noise Exposure. 1983. Code of Federal Regulations Title 29, Chapter XVII, Part 1910, [Subpart G](#), 36 FR 10466; Amended 48 FR 9776–9785, 1983 [копия](#)
28. ↑ Occupational Safety and Health Administration. Safety and Health Regulations for Construction: Occupational Noise Exposure. 2002. Code of Federal Regulations Title 29, Chapter XVII, Part 1926, Subpart D, Section [1926.52.2002](#) [копия](#)
29. ↑ Pacala JT, Yueh B. Hearing deficits in the older patient: "I didn't notice anything" JAMA (*The Journal of the American Medical Association*). 2012; 307(11): 1185–1194. [PubMed: [22436959](#)] <https://doi.org/10.1001/jama.2012.305>
30. ↑ Rosler G. Progression of hearing loss caused by occupational noise. Scandinavian Audiology. 1994; 23(1): 13–37. [PubMed: [8184280](#)] <https://doi.org/10.3109/01050399409047483>
31. ↑ Searle, SR. Linear models for unbalanced data. J Wiley; New York: 1987. p. 536. На сайте [издательства](#).
32. ↑ Tak S, Calvert GM. Hearing difficulty attributable to employment by industry and occupation: An analysis of the National Health Interview Survey, United States, 1997 to 2003. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2008; 50(1): 46–56. [PubMed: [18188081](#)] <https://doi.org/10.1097/jom.0b013e3181579316>
33. ↑ [1 2](#) Tak S, Davis RR, Calvert GM. [Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers—NHANES, 1999–2004](#). American Journal of Industrial Medicine. 2009; 52(5): 358–371. [PubMed: [19267354](#)] <https://doi.org/10.1002/ajim.20690>
34. ↑ Tambs K, Hoffman HJ, Borchgrevink HM, Holmen J, Engdahl B. Hearing loss induced by occupational and impulse noise: Results on threshold shifts by frequencies, age and gender from the Nord-

Trondelag Hearing Loss Study. *International Journal of Audiology*. 2006; 45(5): 309–317. [PubMed: [16717022](#)] <https://doi.org/10.1080/14992020600582166>

35. ↑ **Toppila E, Pyykko II, Starck J, Kaksonen R, Ishizaki H.** [Individual risk factors in the development of noise-induced hearing loss](#). *Noise and Health*. 2000; 2(8): 59–70. [PubMed: [12689463](#)]