

Эффективность защиты строителей от шума с помощью средств индивидуальной защиты

Ричард Нейтцель и Ноа Сейшас

The Effectiveness of Hearing Protection Among Construction Workers
Richard Neitzel and Noah Seixas

University of Washington, Department of Environmental and Occupational Health Sciences, Seattle, Washington
Адрес: Richard Neitzel, University of Washington, Environmental Occupational and Health Sciences, 4225 Roosevelt Way NE,
#100, Seattle, WA 98105; e-mail: neitzel@u.washington.edu.

Реферат

В строительной отрасли нечасто встречаются случаи, когда [программы защиты от шума](#) выполняются успешно. В тех случаях, когда работодатели разрабатывают программы защиты от шума, в них для снижения воздействия шума на работника часто используют [средства индивидуальной защиты органа слуха](#) (СИЗОС), а не средства коллективной защиты. (Однако) защитить работников от сильного шума с помощью СИЗОС трудно, так как степень защиты зависит и от ослабления шума самими СИЗОС, и от того, насколько своевременно они используются. В этой статье приведён анализ информации, собранной в 9 строительных организациях. Собранная информация охватывала и то, какое ослабление обеспечивали СИЗОС, и то, как своевременно СИЗОС использовали. Была собрана и обработана информация об уровне воздействия шума (средние значения за каждую минуту смены); и данные об использовании СИЗОС (по результатам опросов работников — в ту же смену, когда измерялось воздействие шума); об использовании СИЗОС на рабочих местах и во вне рабочее время (по данным ежегодных опросов за несколько лет, в рамках [лонгитюдного исследования](#) воздействия шума и ухудшения слуха у строителей-учеников). Кроме того, было измерено ослабление шума, обеспечиваемое СИЗОС у работников на рабочем месте. Работники, участвовавшие в этом исследовании, использовали СИЗОС менее четверти того времени, в течение которого воздействие шума на них превышало 85 дБА. Те работники, которые сообщали при опросах, что использовали СИЗОС постоянно, реально использовали их лишь треть времени, когда воздействие превышало 85 дБА. По данным опросов, СИЗОС после работы использовали нечасто. Непосредственное измерение ослабления шума показало, что в среднем они могут снизить воздействие более чем на 50% от той величины, которые они показывают при сертификационных испытаниях (наносимую на упаковку). Однако на практике оно было нестабильным, и очень разным. Анализ сочетания результатов непрерывных измерений воздействия шума, и данных об использовании СИЗОС показал, что фактически СИЗОС ослабили воздействие шума меньше чем на 3 дБ. Это незначительная величина, если учесть то, что уровень воздействия шума в этой отрасли очень большое. Но оказалось, что (среднее) ослабление шума у строителей разных профессий сильно отличается. Полученные результаты показывают, что программы защиты от шума должны выполняться более полно и тщательно; и что следует уделять больше внимания уменьшению шума на рабочих местах строителей.

Ключевые слова: ослабление шума, строительство, сбережение слуха, защита от шума, воздействие шума.

В строительной отрасли работники часто подвергаются чрезмерному воздействию шума, и у них нередко развивается [нейросенсорная тугоухость](#) [1]. Хотя среднесменное воздействие шума в строительной отрасли достаточно велико для того, чтобы использовать средства коллективной защиты [2, 3], в тех [программах защиты от шума](#), которые разрабатываются, главным средством защиты являются СИЗОС. К сожалению, работники строительной отрасли недостаточно осведомлены об опасности воздействия шума и других вредных производственных факторов [4], и их обучение охране труда не проводится [5]. Последнее особенно часто наблюдается при выполнении программ защиты от шума, которые в этой отрасли разрабатывают и выполняют сравнительно редко.

Проведённые ранее исследования показали, что воздействие шума на работников разных видов строительной отрасли, на разных предприятиях и при выполнении разной работы, часто превышает 85 дБА (значение [предельно допустимого уровня](#) (ПДУ) в США, который рекомендован [Национальным институтом охраны труда](#) NIOSH, но пока не принят), и 90 дБА (действующий в США ПДУ, установлен [Департаментом условий и охраны труда \(OSHA\)](#) в 1982 г., и пока не пересмотрен) [6, 7, 6-1 - 10]. Замеры воздействия шума при выполнении разных работ, и при использовании разного инструмента показали, что при определённых видах деятельности оно может быть сильным [8, 9, 6-2].

Случаи развития [нейросенсорной тугоухости](#) были впервые отмечены у рабочих некоторых строительных специальностей три десятилетия назад [11, 12], и это профессиональное заболевание продолжает преобладать в строительной отрасли [6-3, 13 - 15]. Из-за того, что для защиты от шума используют, преимущественно, средства индивидуальной, а не коллективной защиты, основную работу по защите от шума приходится выполнять самим работникам. К сожалению, строители часто не используют СИЗОС [3, 16-1 - 18-1]. Вероятно, это происходит из-за сочетания причин: отсутствия адекватного обучения работников [4], недоступности подходящих моделей СИЗОС [19-1], и из-за обстоятельств, препятствующих их применению [20-1].

Неизвестно, в какой степени использование СИЗОС снижает воздействие шума на работников. Для этого нельзя использовать показатель ослабления шума, полученный при сертификации, и наносимый на упаковку (*в США – NRR; в ЕС и РФ – SNR*) [21]. Причина в том, что замеры на рабочих местах показали, что ослабление шума, которое показывают наушники и вкладыши в лаборатории при сертификации, на практике достигается нечасто [22-25-1]. Альтернативой использованию лабораторного показателя эффективности является непосредственное измерение ослабления шума у работника, персонально. Исследование [26-1] показало, что системы для таких измерений работают адекватно, однако их использование на предприятиях выявило значительное разнообразие в ослаблении шума у разных работников [25-2]. Эта нестабильность объясняется разными причинами: отличиями в плотности прилегания вкладыша к слуховому каналу (или наушников к голове) [27-1], (неиспользованием) из-за дискомфорта или помехами при общении [28-1], а также (недостатками) в обучении охране труда и использованию СИЗОС [29-1]. По данным [18-2] обучение у большинства строителей минимально.

Для оценки воздействия шума на орган слуха информации лишь о степени ослабления у СИЗОС – недостаточно. Очень важно то, насколько правильно и своевременно работник использовал СИЗОС, так как неприменение средств защиты, способных хорошо ослаблять шум, приводит к резкому снижению их эффективности [30]. Работники ряда отраслей, включая строителей, подвергаются воздействию непостоянного шума в очень разной степени, и СИЗОС могут не обеспечивать эффективную защиту из-за неприменения в те периоды времени, когда шум сильный [16-2]. Ранее проводились исследования, в которых сравнивали долю времени применения СИЗОС и уровень воздействия шума путём опросов работников [16-3,18-3]. Но исследования использования СИЗОС строителями, где бы одновременно измеряли и воздействие шума, и использование СИЗОС – не проводились.

В этом исследовании использовалась информация о воздействии шума на работника, об использовании им СИЗОС, и об ослаблении шума при использовании СИЗОС. Она была собрана у рабочих-строителей в течение нескольких лет, и при (планировании) её сбора были учтены ряд недостатков в публикациях об использовании СИЗОС строителями. Информация об использовании СИЗОС и синхронизированные с ней замеры воздействия шума проводились у работников 9 разных организаций. Сопоставление этих сведений со средним ослаблением шума при использовании СИЗОС работниками (измерялось на предприятиях) позволило оценить, каково фактическое снижение воздействия шума за счёт СИЗОС.

Методы

Описанные здесь данные были собраны у строительных рабочих, нанятых различными подрядчиками на многих объектах в районе [Пьюджет-Саунд](#) штата Вашингтон. Все работники, у которых собиралась какая-либо информация (описанная в статье далее) предварительно подписывали документ, утверждённый комитетом по этике Университета Вашингтона – информирующий их об исследовании, и дающий согласие на участие в нём. Результаты опросов были получены у людей, участвовавших в пятилетнем (1999-2004) исследовании, в котором изучалось воздействие шума и ухудшение слуха у строителей-учеников [31]. Люди, участвовавшие в исследовании, отвечали на вопросы перед началом исследования (базовый опрос), и затем до 3 раз при проведении ежегодных опросов. В исследовании участвовали рабочие следующих специальностей: плотники, каменщики, электрики, рабочие по тепло-/морозо-/асбестоизоляции, слесари, бетонщики (монолитчики), инженеры-эксплуатационники и рабочие-жестянщики. Дополнительная информация, описанная в этой статье, была собрана у других строителей тех же специальностей, и у разнорабочих, которые не участвовали в этом исследовании, но работали на тех же стройках (что и участники пятилетнего исследования) в разное время в период 1997-2004 гг.

Данные о воздействии шума и использовании СИЗОС, собранные у работников

Сбор информации о воздействии шума и об использовании СИЗОС проводился одновременно в течение всей смены. Замер уровня шума и его оценка воздействия более подробно описаны в [32,33]. Замеры проводились с октября 1998 до марта 2004. Вкратце, во время работы строители носили с собой записывающее устройство, шумовой дозиметр (*Q-300; Quest Technologies, Osonomowoc, Wisc.*), которое регистрировало уровень шума с интервалом в 1 минуту. Это устройство было отрегулировано так, чтобы записывать данные в соответствии с определёнными настройками.

Конкретно, считали, что: предельно допустимый уровень шума ПДУ равен 85 дБА (этот ПДУ рекомендован Национальным институтом охраны труда NIOSH: NIOSH REL); что двухкратному изменению дозы воздействия шума соответствует изменение уровня на 3 дБ; настройка шумомера была «Медленно», нижний порог измерения или регистрации был 80 дБА. Во время работы, в течение всей смены, строители носили с собой эти дозиметры, и периодически заполняли опросники. В них они указывали, какую работу делают, какой инструмент используют, условия на рабочем месте, и то, используют ли они СИЗОС. При заполнении вопросника данные собирались с шагом 15 минут. Рабочие указывали вид деятельности и используемый инструмент, выбирая их из списка, или указывая самостоятельно (если он отсутствовал в списке, составленном с учётом характера деятельности). Рабочие заполняли вопросники во время перерывов и в конце смены. Проведённое ранее исследование [15] показало, что этот способ даёт отличное соответствие между тем, что указывают работники, и тем, что отмечает наблюдающий за ними исследователь (в части выполнения работы и использования инструмента).

При проведении анализа результаты этих опросов и записи дозиметра обрабатывались вместе. Вычисляли среднее арифметическое и [стандартное отклонение](#) того, сколько (какую долю, %) минут в течение каждой смены уровень шума превышал 85 дБА и сколько превышал 90 дБА. Также определяли, какую часть из времени воздействия шума выше 85 и 90 дБА работники использовали СИЗОС.

Использование строителями СИЗОС по данным ежегодных опросов, и по данным опросов в течение смены

С помощью компьютера у работников, участвовавших в пятилетнем исследовании, собиралась информация – демографическая, история болезни, о прежних местах работы на стройках, воздействии шума на рабочих местах и после работы, использовании СИЗОС, и по другим вопросам. Конкретно, их просили указать, какую долю времени при выполнении определённой работы (а также в целом) уровень шума был настолько большим, что им требовалось повышать голос чтобы общаться с собеседником, находящимся на расстоянии вытянутой руки; и как часто они использовали СИЗОС при (таком) сильном шума. Их ответы относили к одной из трёх категорий (использую СИЗОС – постоянно, периодически, редко или не использую никогда). Затем вычисляли соответствующие доли для всех ответов по всем видам деятельности, и для работников конкретных профессий.

У части работников, участников исследования, была проведена проверка точности ответов при ежегодных опросах. Для проверки эти ответы сравнили с результатами одновременных замеров воздействия шума и опросов об использовании СИЗОС в течение той же самой смены.

Информация об использовании СИЗОС после работы – по данным опросов

При проведении ежегодных опросов помимо вопросов о воздействии производственного шума и использовании СИЗОС на рабочих местах участников опрашивали и о воздействии шума после работы, что подробно описано в [32-4]. Также при ежегодном опросе у участников спрашивали, подвергаются ли они сильному воздействию шума после работы, например: из-за использования огнестрельного оружия, при развлечениях, использовании шумного инструмента, использования мощных машин; и используют ли они в таких случаях СИЗОС.

Замеры ослабления шума при использовании СИЗОС у рабочих на рабочих местах

Проводилось количественное измерение ослабления шума, у использовавших СИЗОС строителей, трудившихся в 6 местах и работавших в 5 компаниях. Замеры проводили с помощью измерительной системы [FitCheck](#) (Michael and Associates, State College, Pa.), предназначенной для [производственного контроля эффективности СИЗОС](#), в период с ноября 2003 по апрель 2004 года. Эти замеры проводили у тех же самых рабочих, у которых измеряли воздействие шума и одновременно опрашивали о выполняемой работе и применении СИЗОС – как описано выше. Замеры ослабления шума выполнялись в тихом месте (в трейлере, пустом помещении, или в автомобиле). Система FitCheck с помощью компьютера измеряла пороги восприятия звуков разных частот (по сути, это была аудиологическая проверка [по методу Бекеши](#)), до 9 разных 1/3-октавных полос. Для проверки использовали наушники с динамиками в них, и замеры порогов восприятия звуков разных частот проводились как при использовании СИЗОС, так и без них. Ослабление воздействия шума вычисляли как разницу между этими порогами восприятия. При замерах ослабления участники слушали звуки частотой 0,5; 1; 2; 4 и 6,3 кГц (1/3-октавные полосы).

Описание использования системы FitCheck приводится в [16-2]. Для проверки с помощью этой системы применялся компьютер (ноутбук Dell Inspiron 7500 с встроенной аудиокартой Dell и операционной системой MS Windows 98). Ежедневно проверяли выходной (звуковой) сигнал системы с помощью (шумового) дозиметра [Quest Q-300](#). Его использовали для измерения уровня звукового давления в реальном масштабе времени путём размещения микрофона дозиметра под чашки наушников с динамиками системы FitCheck. Для определения порога восприятия звуков на одной частоте у одного участника делали по 6 замеров (повторов).

Замеры ослабления шума у работников проводили во время работы, в подходящие для них время; замеры проводились исследователями. Если работник использовал вкладыши в тот момент, когда к нему подходил исследователь, и приглашал на проверку, то ему предлагали оставить вкладыши в слуховых каналах. Тем рабочим, которые не применяли вкладыши в момент приглашения на проверку, предлагали вставить их (из вспененного материала, модель [Howard Leight Max-Lite](#)) без какой-то помощи или инструкций со стороны исследователей. Каждый участник проходил проверку ослабления шума один раз в течение одной смены. Большинство участников проходило проверку следующим образом: проверка левого уха, правого уха, и обеих ушей вместе. В некоторых случаях замеры на некоторых частотах у части участников не проводили из-за того, что у этих участников ответы на сигналы были очень нестабильны; или из-за того, что требуемый выходной сигнал превышал верхний порог диапазона измерений системы.

(Система) измеряет ослабление шума – и на отдельных частотах, так и суммарное, определяет показатель PAR. Система FitCheck вычисляет PAR автоматически, примерно так же, как и вычисляется (лабораторный показатель ослабления шума) NRR по результатам замеров порогов восприятия звуков разных частот; при использовании СИЗОС и без СИЗОС. (При вычислении) предполагается, что уровень шума на каждой из частот (1/3-октавной тестовой полосе) равен 100 дБ. Затем уровень звука на каждой из частот корректируется (А-коррекция); и измеренное FitCheck ослабление вычитается из откорректированных уровней шума (на каждой из частот). (Затем) логарифм суммы [экспоненцированных](#) уровней шума (для всех частот) при использовании СИЗОС вычитается из логарифма суммы уровней шума при не применении СИЗОС. Эта разница считается (общим, суммарным) показателем эффективности PAR. Вышеописанный метод отличается от вычисления показателя эффективности NRR (американский аналог европейского и российского SNR – прим.) в некоторых отношениях. В частности, используются звуки других частот; замер звукового давления проводят с А-коррекцией, а не с С-коррекцией; при оценке воздействия звука на орган слуха не используется поправка на 3 дБ, и результат не корректируется с учётом стандартного отклонения.

Так как для проверки используются наушники, то с помощью этой системы производственного контроля можно измерять ослабление шума только у вкладышей. Для того, чтобы сравнить измеренные величины ослабления (PAR) с ослаблением, полученным при сертификационных испытаниях в лабораторных условиях (наносимых на упаковку NRR), значения NRR пересчитали, используя лишь те значения замеров в лабораторных условиях, которые проводили на тех же частотах, что и замеры PAR на рабочих местах с помощью системы FitCheck. В среднем из-за такого пересчёта значение NRR могло измениться на 1 дБ. Были вычислены средние откорректированные NRR; для подгрупп СИЗОС и для всех вместе определили показатели эффективности у работников PAR для каждого уха отдельно, и для обеих вместе. Также были вычислены средние арифметические и стандартные отклонения полученного ослабления шума у трёх групп СИЗОС, как доли (%) от того ослабления, которое они показали при сертификации — для тех частот шума, при которых измеряли его ослабление у рабочих.

Коррекция среднесменного эквивалентного уровня шума учитывающая использование СИЗОС и измеренное у работников ослабление шума

Для вычисления эквивалентного уровня шума, воздействовавшего на работников при не применении СИЗОС, использовали результаты ежеминутных замеров шума в течение смены. Вычисления проводили с помощью уравнения 1:

$$TWA_i = 10 \times \log_{10} [\{ \sum_{k=1}^{n_i} (10^{L_i/10}) \} / 480] \quad (1)$$

где k – номер одномоментного интервала в течение 1 смены у участника i ,

L_i – среднесменный эквивалентный уровень шума с А-коррекцией Leq average для одномоментного интервала у участника i , и

n_i - номер одномоментного интервала, в который проводили замеры в течение смены.

Чтобы учесть снижало воздействие шума на работников из-за использования ими СИЗОС часть смены использовали уравнение 2:

$$TWA_i = 10 \times \log_{10} \left[\left\{ \sum_{k=1}^{n_{ihp}} (10^{(L_i - H_a)/10}) + \sum_{k=1}^{n_{inhp}} (10^{L_i/10}) \right\} / 480 \right] \quad (2)$$

где k – одномоментный интервал в течение всей смены у участника i ,

L – эквивалентный за 1 минуту уровень шума с A -коррекцией,

n_{ihp} – число минут, в течение которых (по данным опроса участника) он использовал СИЗОС,

H_a – среднее ослабление шума при использовании СИЗОС, измеренное у группы работников, и

n_{inhp} – число минут, в течение которых (по данным опроса) СИЗОС не использовали.

Также были вычислены средние арифметические и стандартные отклонения для значений отличия (соответствующих индивидуальных) среднесменных эквивалентных уровней шума с и без СИЗОС: ($TWA - TWA_{prot}$, для одного и того же замера). Т.е. определили средние значения и стандартные отклонения эффективности защиты, у работников разных профессий, и у всех вместе.

Результаты

Уровни шума на рабочих местах, и использование СИЗОС по данным замеров и опросов в течение смены

В общей сложности было сделано 577 одновременных замеров воздействия шума на 267 строителей (всего 274 тыс минут), и опросов того, как они использовали СИЗОС в течение той же смены. У 138 рабочих сделали по 1 замеру, а у 129 других, в среднем, по 3,25 замера. В таблице 1 представлены значения среднего уровня шума (измерявшегося ежеминутно), средняя доля времени, в течение которого уровень шума превышал 85 и 90 дБА, с средняя доля времени, в течение которого рабочие использовали СИЗОС тогда, когда уровень шума превышал эти величины. Средние уровни за одну минуту были от $77,9 \pm 6,2$ дБА (у рабочих-изоляционщиков) до $84,6 \pm 8,9$ дБА у инженеров-эксплуатационников. Диапазон уровней шума у рабочих других профессий был меньше; у 6 из 9 он был от 80 до 82 дБА. В целом, воздействие шума превышало 85 дБА 30% от всего времени (когда проводилось измерение). Но в течение этого времени СИЗОС использовали лишь 17% времени. При превышении 90 дБА доля времени, когда использовали СИЗОС, была схожа. Работники сообщали, что использовали СИЗОС 16% времени (от всего времени, когда проводили регистрацию). Они использовали вкладыши 95% от времени использования СИЗОС, и наушники 5%.

Таблица 1. Воздействие шума на рабочих разных профессий и использование СИЗОС (за всю смену)

Профессия	Число		Эквивалентный уровень шума, дБА за минуту		Доля времени, %, в течение которого							
					Шум >85 дБА		Использовали СИЗОС		Шум >90 дБА		Использовали СИЗОС	
	смен	минут	ср.*	со*	ср.*	со*	ср.*	со*	ср.*	со*	ср.*	со*
Все	557	274 468	81,0	8,0	28,7	19,2	17,1	34,9	12,8	13,1	17,5	35,6
Плотники	81	39 027	81,7	8,0	33,0	14,1	22,0	37,2	16,1	10,2	22,0	36,9
Бетонщики	31	14 764	80,8	7,8	26,3	18,4	16,7	31,5	11,4	9,8	19,2	35,4
Электрики	230	114 827	80,5	7,6	26,3	17,4	4,5	17,9	10,8	11,4	4,6	19,0
Изоляционщики	23	11 597	77,9	6,2	15,0	17,5	4,3	20,7	4,5	5,9	4,5	21,3
Слесари	37	18 894	83,2	8,4	38,8	17,4	8,7	24,9	18,6	11,7	8,9	25,3
Чернорабочие	6	2 687	80,4	8,2	25,1	9,6	16,3	39,9	8,8	7,3	16,5	40,5
Каменщики	73	34 437	80,5	8,9	25,5	18,5	25,3	40,5	13,3	13,4	26,5	41,4
Эксплуатационщики	33	17 079	84,6	8,9	49,0	30,9	59,2	49,0	25,1	26,7	59,3	48,9
Жестянщики	43	21 156	80,6	6,4	24,0	15,2	43,3	46,8	7,0	6,2	43,1	47,1

* ср. - среднее значение, со — стандартное отклонение.

Воздействие шума на инженеров-эксплуатационщиков было наибольшим. В среднем, они проводили примерно половину рабочего времени при воздействии шума выше 85 дБА. Также у них была наибольшая доля времени использования СИЗОС, по данным опросов примерно 2/3 того времени, когда воздействие шума превышало 85 или 90 дБА. А у слесарей, у которых уровень воздействия шума был большим, вторым после эксплуатационщиков, наоборот - доля времени использования СИЗОС была наименьшей, менее 10% от времени, когда воздействия шума превышало

85 и 90 дБА. Воздействие шума на рабочих по изоляции и жестянщиков было небольшим, доля времени, когда оно превышало 85 дБА наименьшей. Но при этом рабочие по изоляции использовали СИЗОС меньше всех (при воздействии шума выше 85 и 90 дБА); а жестянщики использовали СИЗОС очень часто, занимая второе место после (после эксплуатационщиков) при воздействии шума выше 85 и 90 дБА. У электриков воздействие превышало 85 дБА более четверти рабочего времени; но они почти совсем не использовали СИЗОС – даже тогда, когда шум на рабочем месте был очень сильным.

Сведения об использовании СИЗОС по данным ежегодных опросов

Сотрудников, участвовавших в пятилетнем исследовании, опрашивали – перед началом исследования, и затем ежегодно. Вопросы затрагивали их работу на стройках, степень воздействия шума, и использование ими СИЗОС. Информация об использовании СИЗОС была собрана у 274 работника при первом опросе, у 223 при двух ежегодных опросах, и у 165 у трёх; всего 662 опроса. Их результаты представлены в таблице 2. В целом, немногим более 1/10 работников сказали, что используют СИЗОС редко или не используют совсем. Треть с небольшим заявила, что использует их периодически; и менее половины – что применяет всегда. И такое распределение ответов было очень стабильным при проведении 3 ежегодных опросов.

Таблица 2. Использование строителями СИЗОС (по данным опросов).

Группа	Число опросов	Доля строителей, %, использовавших СИЗОС		
		всегда	периодически	редко или никогда
Все	662	47,9	38,4	13,7
Год 1	274	45,6	39,1	15,3
Год 2	223	48,9	37,7	13,5
Год 3	165	50,3	38,2	11,5
Плотники	148	42,6	42,6	14,9
Бетонщики	62	22,6	41,9	35,5
Электрики	33	45,5	45,5	9,1
Изоляционщики	36	47,2	30,6	22,2
Слесари	134	43,3	41,8	14,9
Каменщики	155	56,8	36,1	7,1
Эксплуатационщики	43	72,1	27,9	
Жестянщики	51	60,8	29,4	9,8

Среди рабочих по изоляции и бетонщиков (монолитчиков) доля тех, кто заявлял, что использует СИЗОС редко или вообще не использует, была наибольшей. Среди слесарей, плотников и электриков доля тех, кто указывал, что использует СИЗОС периодически, была наибольшей. Доля тех, кто заявлял, что использует СИЗОС всегда, была наибольшей среди эксплуатационщиков, жестянщиков и каменщиков.

Сравнение сведений об использовании СИЗОС, полученных при ежегодных опросах, и по результатам регистрирования в течение смены и замеров

(Мы) сравнили результаты ежегодных опросов об использовании СИЗОС, конкретно («всегда», «периодически» и «никогда»), с результатами, полученными в течение смены, и одновременными замерами воздействия шума – у одной и той же группы работников. В таблице представлены результаты сравнения для 115 работников, у которых были проведены и результаты замеров воздействия шума, и результаты опросов об использовании СИЗОС в течение смены. Средняя доля времени, в течение которого эти работники из трёх (под)групп подвергались воздействию, превышавшему 85 дБА, было очень схожим: примерно четверть смены. Те работники, которые сообщали, что они всегда используют СИЗОС, использовали СИЗОС при воздействии шума более 85 дБА чаще других (доля времени $33\% \pm 43$). Те, кто заявлял, что использует периодически, использовали их реже ($13\% \pm 32$); а кто говорил, что никогда – ещё меньше ($0\% \pm 0$). Рабочие разных специальностей, в среднем, сообщали что они используют СИЗОД не одинаковую долю времени. Например, жестянщики сообщили, что используют СИЗОС периодически. А на практике они использовали СИЗОС в течение всего того времени, когда воздействие шума превышало 85 дБА. А слесари и рабочие по изоляции, заявлявшие что используют СИЗОС всегда, на практике не применяли их при воздействии шума выше 85 дБА.

Таблица 3. Доля времени, %, когда строители использовали СИЗОС при уровне шума выше 85 дБА.

Ответы об использовании**	всегда			периодически			редко или никогда		
	N рабочих	ср.*	со*	N рабочих	ср.*	со*	N рабочих	ср.*	со*
Все	50	32,9	43,1	53	12,6	32,7	12	0	0
Время (%) когда шум >85 дБА	50	21,8	15,5	53	25,2	17,4	12	26,2	14,1
Плотники	9	43,7	45,3	10	19,4	40,8	3	0	0
Бетонщики	2	25,9	15,7	6	0	0			
Электрики	10	26,8	40,8	11	16,0	35,6	3	0	0
Изоляционщики	4	0	0	4	0	0	2	0	0
Слесари	2	0	0	12	0	0	3	0	0
Каменщики	13	28,1	44,2	8	12,5	35,4			
Жестянщики	10	56,9	49,2	2	100,0	0	1	0	

* ср. - сред. значение, со — станд. отклонение; ** 115 человек заполняли опросники во время смены.

Сведения об использовании СИЗОС после работы – по данным опросов

В таблице 4 представлены результаты периодических опросов 289 участников пятилетнего исследования об использовании ими СИЗОС после работы. При опросах учитывали 4 вида возможного чрезмерного воздействия шума во внерабочее время. В целом, по данным опросов, СИЗОС после работы использовали редко. Почти половина тех, кто увлекался стрельбой, сообщили что использует СИЗОС всегда; а примерно треть – что не применяют. Из тех, кто использовал мощный шумный инструмент после работы примерно 2/3 заявили, что используют СИЗОС редко или не применяют совсем. Практически все участники, посещавшие шумные развлекательные мероприятия (концерты, танцы, гонки/скачки, спортивные мероприятия и т.п.) не использовали в это время СИЗОС. При воздействии шума машин после работы СИЗОС применяли крайне редко.

Таблица 4. Использование СИЗОС после работы, по данным первого опроса

Вид шумной деятельности	Число рабочих**	Ответы об использовании СИЗОС		
	Число (%)	всегда	периодически	редко или никогда
Стрельба	66 (22,8)	47,0	22,7	30,3
Развлечения*	171 (59,2)	2,9	3,5	93,6
Шумный инструмент	161 (55,7)	16,1	23,6	60,2
Шумное оборудование	51 (17,6)	23,5	15,7	60,8

* концерты, танцы, спортивные мероприятия, и т. п., ** - всего 289 опрошенных.

Измерение ослабления шума при использовании СИЗОС у рабочих на предприятиях

В таблице 5 показано, какое ослабление шума было получено при замерах у 44 рабочих на 4 стройках, у плотников, бетонщиков, слесарей и эксплуатационщиков. Хотя для проведения замеров (мы) выбрали тех работников, которые сообщили, что они всегда используют СИЗОС, но в момент, когда их приглашали провести проверку (с помощью FitCheck), 26 из 44 СИЗОС не применяли. И никто из них не использовал никакие СИЗОС на этих стройках, совсем. Поэтому у этих работников замеры проводили при использовании вкладышей Howard Leight Max-Lite, которые им выдали во время замеров. В целом, при замерах работники использовали 7 разных моделей вкладышей (3M [1100](#), 3M [1270](#), DePlug [77200](#), E-A-R [Classic](#), Howard Leight [Max-Lite](#), Moldex [Pura-Fit 6800](#), и Moldex [Sparkplug](#)). У некоторых моделей сделали всего лишь 1-2 замера, но для сравнения все результаты сгруппировали в 3 группы: Howard Leight (26 замеров), Moldex (11), и все остальные модели (7).

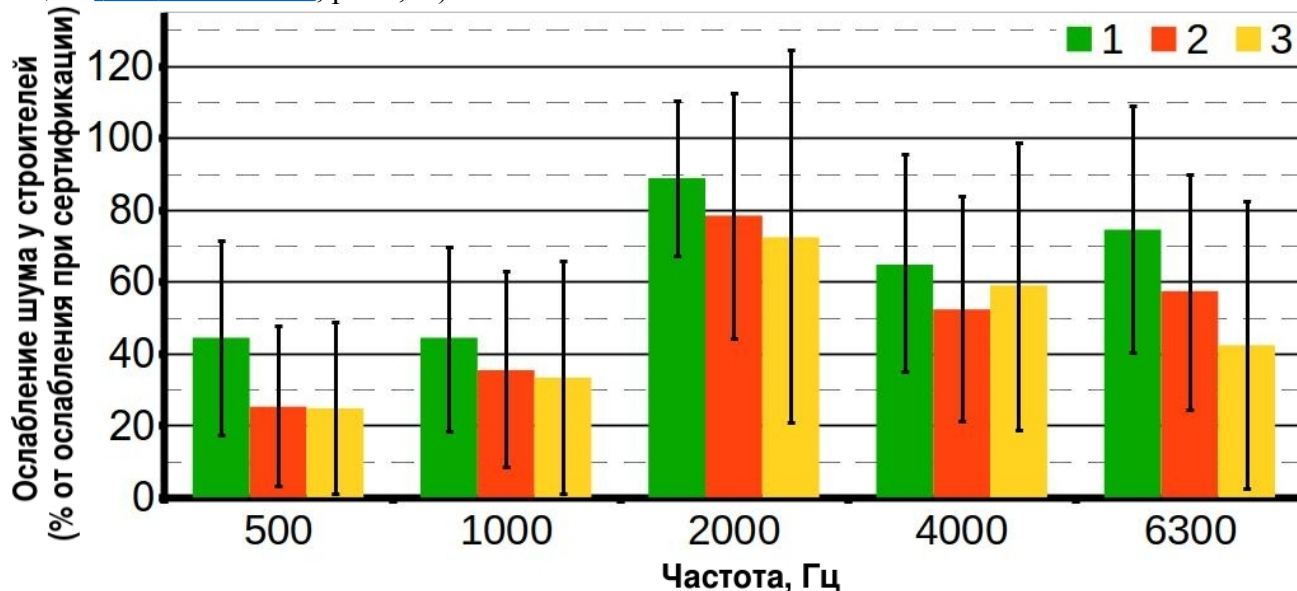
Таблица 5. Ослабление шума у работников при использовании ими СИЗОС (PAR), дБ

Модель ***	NRR с коррекц.	Левое ухо			Правое ухо			Оба уха		
		N замеров	ср.*	со*	N замеров	ср.*	со*	N замеров	ср.*	со*
Max-Lite	29	26	24,2	10,1	25	17,7	12,7	25	20,4	9,4
Moldex	31	11	22,4	12,0	9	25,6	8,8	9	17,6	9,1
Другие	27,3	7	23,3	10,5	5	17,0	15,5	5	18,9	8,8
Все**	29,2	44	24,3	10,5	39	20,0	12,4	39	19,5	9,1

* ср. - среднее значение, со — стандартное отклонение; ** замеры проведены у 44 работника; *** Moldex: модели Pura-Fit 6800 и SparkPlug; другие: 3M 1100, 3M 1270, DePlug 77200, E-A-R Classic

В среднем, наибольшее ослабление шума у СИЗОС (для обеих ушей сразу, PAR) получилась при использовании вкладышей Howard Leight. У этих вкладышей был второй по величине показатель лабораторной эффективности NRR (откорректированный). Наименьшие значения ослабления получились у вкладышей из категории «остальные»; и у них же было наименьшее значение откорректированного NRR. Отличие между средними наибольшим и наименьшим ослаблениями шума (для обеих ушей) было очень маленьким, 1,5 дБ. При проверке ослабления шума у работников, использовавших вкладыши всех трёх категорий, оно (PAR) было больше, чем половина от откорректированной лабораторной эффективности NRR. Но при этом конкретные результаты могли быть очень разные. (Средние) ослабления шума, полученные при замерах у работников 4 разных профессий немного отличались, и эти отличия были в пределах изменчивости средних показателей ослабления шума у работников конкретной профессии (PAR), несколько децибел.

На Фиг. 1 показаны средние значения ослабления шума для обеих ушей (как % от лабораторной эффективности NRR) и их стандартные отклонения, для всех частот, на которых проводили замеры, у 3 категорий вкладышей. Все СИЗОС показали наибольшую эффективность на частоте 2000 Гц, и наименьшую на 500 Гц. Нестабильность ослабления шума, полученная на разных частотах, была велика; иногда стандартное отклонение равнялось среднему значению. Ослабления шума, полученное при использовании вкладышей разных категорий при одной частоте звука, несколько различалось, но это отличие не было статистически значимым (как показала проверка с помощью [t-test Стьюдента](#), $p > 0,05$).



Фиг. 1. Ослабление воздействия шума при использовании работниками СИЗОС, вкладыши: 1 - Howard Leight Max-Lite; 2 - Moldex, 3 – остальные. Показаны средние значения и стандартные отклонения, как доли (%) от ослаблений шума у этих же моделей при сертификации, для шумов разных частот.

Уровень защиты работников, использующих СИЗОС не постоянно

В таблице 6 приводятся результаты, полученные при учёте сочетанного влияния использования СИЗОС и того ослабления шума, которое они обеспечивают при применении, когда воздействие шума превышает 85 дБА. То есть, фактическая эффективность их защиты, полученная на основе 557 замеров воздействия шума на работников в течение всей смены с интервалом в 1 минуту. Среднесменное эквивалентное воздействие шума на работников, если бы они не применяли СИЗОС вообще, в среднем было бы 87,4 дБА. А воздействие шума на строителей, в целом, и с учётом того, что они иногда применяют СИЗОС, и того, какое (среднее) ослабление шума дают сами СИЗОС (т. е. 20 дБА) было ниже, чем уровень шума на рабочем месте (т. е. без СИЗОС, по данным замеров, табл. 5) на 2,7 дБ. В целом, среднесменные уровни шума (без СИЗОС) превышали 85 дБА примерно в 2/3 замерах, а с учётом СИЗОС превышения были немногим более чем в половине случаев. Применение СИЗОС снижает долю времени, когда воздействие шума превышает 85 дБА, лишь на 20%.

У работников разных профессий отличие между воздействием шума при использовании СИЗОС и без них было различно. Оно было наибольшим у инженеров-эксплуатационников, 10,9 дБА. У них воздействие шума без использования СИЗОС, и доля времени, когда это воздействие превышало 85 дБА, были одними из наибольших. А у слесарей, работавших в более шумных

условиях, среднее отличие (с СИЗОС и без них) было значительно меньше, 1,2 дБА. Отличие в уровнях шума у жестянщиков было наибольшим (после инженеров), 6,8 дБА; но само воздействие шума на них (без СИЗОС) было небольшим, как и длительность воздействия шума с уровнем выше 85 дБА. Наконец, у электриков были большими и уровень шума с превышением 85 дБА, и длительность работы в таких условиях — но среднее отличие в воздействии шума при использовании СИЗОС и без них было самым маленьким.

Таблица 6. Сравнение воздействия шума на строителей, с и без учёта использования СИЗОС.

Профессия	смен	Среднесменный эквивалент. уровень шума, дБА						Снижение воздействия, дБА		
		Без СИЗОС			С СИЗОС			дБА		
		ср.*	со*	доля*	ср.*	со*	доля*	ср.*	со*	время*
Все	557	87,4	5,7	64,5	84,8	7,4	51,2	2,7	6,0	20,6
Плотники	81	89,3	4,5	84,0	86,2	6,9	65,4	3,1	6,2	22,1
Бетонщики	31	87,7	5,6	61,3	85,0	7,8	51,6	2,7	5,9	15,8
Электрики	230	86,7	5,5	59,1	86,2	6,2	56,1	0,5	2,5	5,1
Изоляционщики	23	81,8	3,8	26,1	81,1	4,2	21,7	0,7	3,4	16,7
Слесари	37	90,7	5,5	83,8	89,5	6,3	78,4	1,2	4,1	6,5
Чернорабочие	6	87,9	5,9	50,0	84,8	5,5	33,3	3,1	7,6	33,3
Каменщики	73	88,5	6,7	65,8	84,4	7,0	43,8	4,1	7,0	33,3
Эксплуатационщики	33	88,1	6,0	75,8	77,3	9,0	24,2	10,9	9,2	68,0
Жестянщики	43	85,7	4,2	53,5	78,8	8,0	25,6	6,8	8,4	52,2

* ср. - среднее значение, со — стандартное отклонение, доля - % времени, когда воздействие шума превышало 85 дБА (без СИЗОС); время — уменьшение доли времени воздействия на работника шума с уровнем 85 дБА из-за применения СИЗОС, %.

Средние значения и стандартные отклонения отличий в среднесменных уровнях воздействия шума у работников разных профессий показывают то, в какой степени СИЗОС защищают строителей этих специальностей. Например, у рабочих, занимавшихся тепло- и другими видами изоляции, было маленькое отличие в уровнях шума при использовании СИЗОС и без них, и маленькие стандартные отклонения. Это показывает, что рабочие этой профессии мало используют СИЗОС. Для сравнения, у жестянщиков отличие было больше, и стандартные отклонения были большими — поскольку жестянщики используют СИЗОС чаще.

У строителей 5 специальностей (инженеров-эксплуатационников, рабочих по тепло- и другой изоляции, чернорабочих, каменщиков и жестянщиков) среднее воздействие шума при использовании СИЗОС было ниже 85 дБА; но у изоляционщиков воздействие шума и без СИЗОС было ниже 85 дБА. За счёт применения СИЗОС длительность чрезмерного воздействия шума на инженеров-эксплуатационников снизилась более чем на 2/3, а у жестянщиков более чем вдвое. У электриков и слесарей СИЗОС снизили длительность чрезмерного воздействия шума меньше, чем на 7%.

Обсуждение

Чтобы улучшить защиту строителей от шума, важно знать, насколько СИЗОС уменьшают его воздействие на практике. Представленная в статье информация и её анализ позволяют оценить и то, как используют СИЗОС; и то, насколько они уменьшают воздействие шума. Анализ одновременно собранных данных об уровнях шума на рабочих местах и об использовании СИЗОС, а также замеров ослабления шума у строителей показал, что СИЗОС уменьшают воздействие очень слабо; и что риск ухудшения слуха при их использовании остаётся большим (несмотря на некоторые усилия по улучшению защиты строителей от шума).

В целом, средняя доля времени, когда рабочие применяли СИЗОС при измеренном уровне шума выше 85 дБА, была меньше ¼. Строители разных профессий использовали СИЗОС не одинаково, некоторые чаще, а другие почти не применяли. Например, эквивалентный уровень шума на рабочих местах инженеров-эксплуатационщиков и слесарей, и доля времени, когда воздействие шума превышало 85 дБА, были схожи. Но, по данным опросов, эксплуатационщики использовали СИЗОС часто, а слесари редко. Анализ демографической информации (взятой из ежегодных опросов) показал, что женщины, не белые, и рабочие старше 30 лет склонны несколько чаще заявлять, что используют СИЗОС всегда. Но различие было маленьким, менее 10%. Интересно, что состояние

органа слуха, по данным аудиологических проверок, не влияло на степень использования СИЗОС: 42-47% людей с разными состояниями органа слуха заявляли, что всегда используют СИЗОС.

Сравнение результатов опросов, ежегодных и проводившихся в течение смены, показало, что при ежегодных опросах рабочие склонны завышать долю времени использования СИЗОС. При (ежегодных) опросах около половины заявили, что всегда используют СИЗОС. Это не соответствует данным замеров (в течение смены) показавших, что реально при уровне шума выше 85 дБА СИЗОС используют около трети времени. Опросы показывают, что при воздействии шума после работы СИЗОС используют реже, чем во время работы. Замеры ослабления шума у работников на стройках показали, что – при своевременном применении – СИЗОС могут снизить воздействие шума на величину, примерно вдвое меньшую чем показываемую при сертификации (и наносимую на упаковку). Однако эффективность защиты у разных работников сильно отличалась. У части из них ослабление шума превышало полученную в лаборатории; а других СИЗОС практически никак не защищали. Наконец, анализ одновременно измерявшегося воздействия шума и опросов в течение смены об использовании СИЗОС показал, что у работников большинства строительных профессий снижение воздействия шума при использовании СИЗОС незначительно. В то же время работники двух профессий использовали СИЗОС достаточно большую долю времени, так, что это позволяло снизить воздействие шума на них до меньшего ПДУ, рекомендуемого NIOSH.

При сборе данных о воздействии шума на работников мы использовали значение ПДУ, разработанное и предложенное специалистами по охране труда Национального института охраны труда (NIOSH), равное 85 дБА. Этот ПДУ защищает здоровье рабочих надёжнее, чем действующий сейчас в США (старый, принят в ~1972 г.) ПДУ, разработанный Департаментом условий и охраны труда Минтруда США (OSHA), 90 дБА. Это особенно проявляется в случаях, когда уровень шума не постоянный, или когда воздействие периодическое (т.к. NIOSH рекомендует меньший ПДУ; и меньшее значение изменения уровня шума, соответствующее двукратному изменению дозы: 3 дБ, а не 5 дБ, как у OSHA. Проведённые ранее исследования показали, что при использовании рекомендаций Института получается больший среднесменный эквивалентный уровень шума, и большая доза; а при использовании подхода OSHA работники подвергаются чрезмерному воздействию шума [14, 16].

Проводившиеся ранее исследования использования СИЗОС строителями показали, что их применяют редко. По данным [33] строители 5 профессий в [Британской Колумбии](#) (Канада) использовали СИЗОС в 1997 г. чаще, чем в 1988 г. из-за определённых мероприятий. Но рабочие другой профессии (разнорабочие) продолжали использовать СИЗОС редко. По данным [16-4] строители трёх профессий (эксплуатационщики, плотники, и сантехники/трубопроводчики) при опросах сообщили, что используют СИЗОС 18-49% того времени, когда шум сильный – несмотря на то, что им известно о вреде шума для здоровья, и что шум ухудшает слух. Как и в нашем исследовании, эксплуатационщики использовали СИЗОС чаще других рабочих, а плотники - гораздо реже. По данным опросов, проводившихся в прошлом у небольшой доли участников нашего исследования, они в среднем использовали СИЗОС 15% времени [14, 16]. Это согласуется с окончательными результатами нашего анализа, охватившего много других работников других строительных профессий.

Приведённые в этой статье результаты опросов были получены при опросах лишь учеников, проходивших производственное обучение первые 4 года. В целом, их поведение в части использования СИЗОС, может отличаться от поведения строителей со стажем. Учитывая рост внимания к охране и гигиене труда в отрасли, можно ожидать, что они используют СИЗ, включая СИЗОС несколько чаще, чем опытные рабочие. В этом случае представленные нами результаты завышают долю времени использования СИЗОС по сравнению с реальной в этой отрасли. А замеры уровней шума на рабочих местах в сочетании с опросами в течение смены охватили опытных строителей разных профессий, и они могут более точно характеризовать “среднюю” ситуацию в строительстве. (К сожалению), нет никаких способов для непосредственной, прямой оценки возможной погрешности измерений у полученных нами данных.

То, что строители редко используют СИЗОС, может объясняться сочетанием нескольких причин. Конечно, главной из них является отсутствие СИЗОС на многих стройках. По данным [19-2] проверка строек в [Мичигане](#) показала, что примерно на половине из них работники жаловались, что работодатели не обеспечивают их СИЗОС регулярно. Однако и на тех стройках, где СИЗОС выдавались, строителей часто не обучали их использованию. По данным [18-4] проверка 50 строителей со средним стажем 15 лет показала, что 86% (из них) работодатели выдавали СИЗОС, но

лишь четверть обучалась их применению. Рабочие знают, что чрезмерный уровень шума вреден для здоровья, и что у них, с большой вероятностью, может ухудшиться слух из-за этого. Но большинство сообщает, что СИЗОС необходимо использовать лишь тогда, когда шум громкий и постоянный, и что они использовали СИЗОС менее чем 10% времени в течение 3 месяцев перед началом исследования.

Lusk и др. провели ряд исследований [20-2] использования СИЗОС и возможных путей улучшения защиты (с их помощью). Они изучали применение СИЗОС работниками, занятыми физическим трудом, и использовали Health Promotion Model (модель поведения, здорового образа жизни). В результате было выявлено 4 главных фактора, влияющих на не применение СИЗОС: самооценка (вера в свою способность правильно использовать СИЗОС); осознаваемые преимущества использования СИЗОС; ощущение полезности использования СИЗОС; и знание факторов, мешающих применению СИЗОС.. Использование этой модели при обучении строителей использованию СИЗОС привело к значительному увеличению доли времени их применения у работников некоторых профессий, а у других – не увеличило [34]. Это показывает, что обучение, учитывающее потребности и взгляды определённой подгруппы рабочих, может быть эффективным.

Помимо обучения, необходимо чтобы СИЗОС, выдаваемые работникам, соответствовали уровню шума (по степени его ослабления), условиям на рабочем месте, и индивидуальным особенностям работника (форма и размер слухового канала, размер головы). Другой возможной причиной не применения СИЗОС строителями может быть слишком сильное ослабление шума. На стройках воздействие шума на рабочих непостоянно. И, в периоды слабого шума, СИЗОС мешает им нормально общаться. На применение СИЗОС также влияет возможность выбрать более подходящую модель. Если у рабочих нет выбора, то есть – как это часто бывает на стройках – доступна лишь одна модель, и если она ослабляет шум слишком сильно, или слишком неудобна, то вряд ли строители будут её использовать, и она не обеспечит никакой защиты.

В ряде исследований сравнивалось ослабление шума у СИЗОС в лабораторных условиях (при сертификации, NRR), и у рабочих на предприятиях. Эти исследования неуклонно показывают, что у многих рабочих использование СИЗОС ослабляет воздействие шума меньше чем на 50% от лабораторного показателя, и что ослабление у некоторых моделей СИЗОС составляет лишь несколько % от лабораторной величины [22-2 - 25-3]. У сотрудников, использующих СИЗОС на предприятиях, ослабление шума крайне нестабильно, и это не позволяет использовать результаты замеров в лабораторных условиях для прогнозирования реальной эффективности СИЗОС [35]. Проведённые исследования показали, что распределение значений ослабления шума у рабочих – бимодально [22, 36-1]. У часть рабочих ослабление достигает лабораторных значений, а у других оно близко к нулю.

В среднем, у участников этого исследования ослабление шума было больше, чем половина от откорректированного лабораторного ослабления NRR, но (у разных рабочих) результаты были очень разные. Как и в проводившихся ранее исследованиях, распределение ослабления шума было бимодальным. Для получения на предприятиях того ослабления шума, которое они показывают в лабораторных условиях, и повышения стабильности ослабления шума, крайне важно обучать работников защите от шума и правильному (вставлению вкладышей / надеванию наушников) и их своевременному применению [29-2, 36-2].

В этом исследовании среднее ослабление шума у 44 рабочих было 20 дБ, но оно сильно отличалось у разных участников. Стандартное отклонение показателя ослабления у рабочих (PAR) во всех замерах было 9-12 дБ. Эта величина включает в себя и отличие в ослаблении шума у разных работников, и погрешность самой измерительной системы. Чтобы уточнить этот момент, мы провели небольшую проверку. 10 добровольцев использовали СИЗОС 2 раза, одну и ту же модель вкладышей. Замеры проводились с промежутком не менее 4 часа, и второй раз они вставляли вкладыши повторно. Результаты показывают, что нестабильность показателя PAR (в данном случае это стандартное отклонение) у участника была 4 дБ для одного уха, и 4,7 дБ для обеих ушей. Она была больше, чем нестабильность при сравнении результатов замеров у разных участников.

Для замеров ослабления шума при использовании СИЗОС у работников на предприятиях сейчас в продаже есть лишь одна система производственного контроля, FitCheck (*примечание – за более чем 1,5 десятилетия ситуация сильно изменилась, сейчас в развитых странах их десятки*). Исследование [26-3] показало, что по сравнению с другими измерительными системами, которые определяют ослабление шума с помощью замеров порогов восприятия звуков, у FitCheck стандартное отклонение больше. Непостоянство результатов измерений ослабления шума у одного и того же работника (повторных) в этом исследовании была большой (в зависимости от частоты шума стандартные отклонения были от 6 до 9 дБ). А общая изменчивость ослабления получилась несколько

меньше, чем в проведённых ранее исследованиях, в которых использовали ту же [систему производственного контроля эффективности СИЗОС](#) (для разных частот стандартные отклонения от 7 до 12 дБ) [25-4, 26-4]; стандартные отклонения у общего показателя ослабления шума PAR около 11 дБ [36-3, 37]. Результаты измерений ослабления шумов разных частот показали, что ослабление максимально при частоте 2 кГц. Этот результат отличается от некоторых опубликованных ранее: там максимум был на частоте 4 кГц и выше [22-3, 23-3, 25-5, 26-5]. Производитель системы FitCheck осведомлён об этом, и проверяет имеющиеся в системе корректирующие коэффициенты (они используются для учёта отличий при замерах с помощью наушников с микрофонами модель TDH-39 (у FitCheck), и в звуковом поле). Возможно, это объясняет обнаружившееся отличие (*по данным персонального сообщения от Майкла Кевина из компании-изготовителя, Michael and Associates, получено в январе 2005 г.*).

Работа по улучшению условий труда позволяет снизить воздействие шума на строителей. Сложнее снизить воздействие шума на них после работы. Два проведённых недавно исследования показали, что воздействие шума на большинство строителей после работы значительно меньше, чем на рабочем месте [32-3, 38]. Тем не менее, у небольшой доли рабочих воздействие шума после работы может быть достаточно сильным для того, чтобы усугубить воздействие шума на работе, и повысить риск и степень ухудшения слуха. Исследований, изучавших использование СИЗОС после работы (за исключением стрельбы) немного; и они показали, что СИЗОС обычно не применяют [39]. Этот результат согласуется с полученным в нашем исследовании. Использование СИЗОС при стрельбе (после работы) изучено лучше. Но и при этом (охота, стрельба по мишеням), к сожалению, их используют нечасто (на охоте реже, чем при стрельбе по мишеням) [40]. По данным [41] увлекающиеся стрельбой после работы склонны использовать СИЗОС на рабочем месте чаще, чем другие работники. А в нашем исследовании такая взаимосвязь не обнаружилась. Примерно половина увлекавшихся стрельбой заявила, что они используют СИЗОС при стрельбе всегда. Эта доля несколько выше, чем в других публикациях. Использование СИЗОС для защиты от [импульсного шума](#) при выстрелах обеспечивает адекватную защиту [42, 43]. Но те, кто это не делает, повышают риск ухудшения слуха.

Было бы полезно научиться прогнозировать степень использования работником СИЗОС после работы на основе того, как он это делает во время работы. Чтобы это сделать, (мы) вычислили, насколько взаимосвязано использование СИЗОС на рабочем месте и при 4 разных видах воздействия шума после работы. Для этого мы использовали описание применения СИЗОС как три категории (всегда; периодически; и никогда). Достоверность этой информации сильно зависит от точности ответов опрашиваемого, и точность ответов в части применения СИЗОС при опросах не проверена. Но доступная информация показывает, что взаимосвязь между применением СИЗОС на и после работы – обычно слабая. Диапазон значений коэффициента корреляции был от 0,1 при стрельбе до 0,5 при использовании шумного оборудования (после работы).

Влияние доли времени использования СИЗОС на снижение воздействия шума, представленное в таблице 6, можно описать математически, с помощью уравнения 3, считая что двухкратному изменению дозы воздействия шума соответствует изменение уровня шума на 3 дБ.

$$Pe_{eff} = 10 \log_{10} \{ 100 / [100 - p \times (1 - 10^{-N/10})] \} \quad (3)$$

где p = доля времени использования СИЗОС, %; а N – степень ослабления шума при использовании СИЗОС, дБ [28-3]. Пусть СИЗОС ослабляют шум на 20 дБ, как это получилось у работников, участвовавших в нашем исследовании (*в среднем – прим.*), и пусть общая доля времени использования СИЗОС не превышает 1/3. Тогда получим, что применение СИЗОС ослабит воздействие шума не более чем на 3 дБ. Этот результат схож с результатом нашего анализа.

Если работники будут использовать 100% времени СИЗОС, ослабляющее шум на 20 дБ, то отличие в воздействиях шума при использовании СИЗОС и без них составит 20 дБА. То, что (у нас) получилось лишь менее 3 дБА показывает, насколько велико влияние своевременного применения СИЗОС на обеспечиваемую ими защиту. Средний уровень защиты у работников разных профессий отличался на порядок (от 0,5 дБА у электриков до 10,9 дБА у инженеров-эксплуатационщиков). Это значительное отличие показывает, что работники некоторых профессий используют СИЗОС большую часть того времени, когда это необходимо, и потому защищены гораздо лучше, чем строители других профессий, использующие СИЗОС нечасто – даже тогда, когда (сами) СИЗОС у всех работников (могут) обеспечить одинаковое ослабление шума.

Все результаты, представленные выше, относятся к средней доле времени использования СИЗОС, у всех рабочих, или у каких-то подгрупп работников. Так как использование СИЗОС сильно зависит от индивидуальной мотивации и привычек работника, можно ожидать, что часть рабочих была хорошо защищена, а часть очень плохо. Для проверки этого предположения (мы) провели [дисперсионный анализ](#) смешанных эффектов (*mixed effects model*, учитывает влияние на результат и случайное, и постоянное). (Мы) определяли, в какой степени непостоянство в применении СИЗОС связано с индивидуальными отличиями, или с отличиями в использовании в разные дни одним и тем же работником, учитывая значительные отличия в использовании СИЗОС рабочими разных профессий. Как и ожидалось, изменчивость на 2/3 объяснялась индивидуальными отличиями, и лишь на 1/3 – отличиями в поведении (одного и того же) работника в разные дни. Проведённый анализ показал, что разные работники используют СИЗОС в разной степени. Но, при проведении этого анализа, (у нас) было мало результатов повторных (неоднократных) оценок использования у одного и того же работника для того, чтобы провести более детальный анализ использования СИЗОС, и для того, чтобы проанализировать, не влияют ли на отличия в использовании СИЗОС другие факторы.

Значительная часть сведений об использовании СИЗОС, описанных выше, была собрана у участников [лонгитюдного](#) пятилетнего исследования (ежегодные опросы учеников). А замеры воздействия шума и информация об использовании СИЗОС была получена у другой группы работников-строителей. Для оценки эффективности СИЗОС при их практическом применении (мы) использовали и ту, и другую информацию. Нет причин ожидать того, что ослабление шума или доля времени использования СИЗОС в двух этих группах значительно отличается; но возможно, что использование сочетания данных из двух разных групп привело к появлению некоторой систематической погрешности у полученного результата.

Особенности [системы производственного контроля эффективности СИЗОС](#) FitCheck позволяют использовать её только для замеров ослабления шума у вкладышей. Поэтому измерений ослабления шума у работников, использующих наушники, мы не проводили. Но строители использовали наушники очень редко, и полученные нами результаты можно применять для оценки эффективности СИЗОС на стройках (в целом). Кроме того, при замерах ослабления шума у работников многие из них использовали те вкладыши, которые (мы) им выдавали, а не свои. Это может привести к тому, что результат измерений занижает ослабление шума, обеспечиваемое фактически при использовании работниками своих штатных СИЗОС. Использование (нами) среднего ослабления шума, полученного при замерах у подгруппы работников, охваченных исследованием, для оценки ослабления у всех них - простейший способ оценки воздействия. Однако он не учитывает индивидуальные отличия в ослаблении шума при использовании СИЗОС разными рабочими.

Для конкретного работника определённой профессии, среднее значение ослабления шума СИЗОС не имеет значения. Но для группы работников данной профессии на данной стройке, среднее значение ослабления должно быть характерным. Хотя было показано, что опрос сотрудников даёт достаточно точную информацию о его предыдущих местах работы [44], и при составлении опросника для проведения этого исследования мы учли это так, чтобы результат был достоверный, и проводили проверку [174], но точность результата опроса в части использования СИЗОС – не проверялась. По данным [45] результаты опроса об использовании СИЗОС у 48 рабочих («[синие воротнички](#)»), в среднем, мало отличались от результатов наблюдений за рабочими, и были гораздо точнее чем сведения, полученные от их руководителя. Но рабочие склонны несколько завышать долю времени использования СИЗОС. А в нашем исследовании, при сопоставлении объективных записанных результатов измерения воздействия шума и ответов в течение смены (с интервалами 15 минут) получился иной результат. Те работники, которые (при ежегодных опросах) сообщали, что используют СИЗОС всегда, реально использовали его примерно треть того времени, когда воздействие шума на них превышало 85 дБА. Поэтому точность результатов опросов, которые использовались при проведении этого исследования, зависит от точности ответов работников, и может иметь (значительную) погрешность.

Одна из причин отличий в результатах исследований объясняется тем, что в исследованиях Lusk et al. изучалось применение СИЗОС работающими в промышленности, где воздействие шума более предсказуемо, и потому характер применения СИЗОС более стабилен и предсказуем, чем у строителей, воздействие шума на которых очень нестабильно и не предсказуемо. Используемый в этом исследовании способ измерения воздействия шума (каждую минуту) и регистрации применения СИЗОС, были проверены и потому более надёжны, и эти результаты использовали для вычисления эффективного снижения воздействия шума.

Выводы

Представленный в статье анализ данных, собранных у большого числа строителей, показал что при выполнении строительных работ одно лишь применение СИЗОС не позволяет снизить воздействие шума до безопасного уровня. Сопоставление информации об фактическом ослаблении шума (при использовании СИЗОС рабочими) с той долей времени, когда их применяют, показало что в среднем СИЗОС снижают среднесменный эквивалентный уровень шума менее чем на 3 дБА; и что в те периоды времени, когда воздействие шума превышает ПДУ (при проведении этого исследования считали =85 дБА) применение СИЗОС позволяет снизить воздействие до безопасного лишь 20% этого времени.

Очевидно, что необходимо приложить дополнительные усилия для того, чтобы СИЗОС были более доступны для строителей; чтобы обучить рабочих как, когда и где их использовать. Но даже при проведении (адекватного) обучения могут использовать СИЗОС не всегда, когда это необходимо. По данным [18-5] даже после проведения полноценного обучения в рамках программы защиты слуха, 25% строителей продолжали сообщать о неприменении СИЗОС. Эта информация соответствует результатам исследований, проведенных ранее Lusk et al., которые показали, что отношение строителей к применению СИЗОС изменить нелегко. Результаты и нашего исследования, и проводившихся ранее показывают, что надёжная защита строителя от шума с помощью СИЗОС невозможна, и что необходимы совместные усилия для разработки простых и эффективных средств коллективной защиты от шума при выполнении строительных работ.

Благодарности

Авторы благодарят Себрину Сомерс и Дженнифера Янга за помощь в сборе данных, и Брайану Голдману проведение статистического анализа. Исследование проводилось при содействии его участников, рабочих (строителей-учеников), их руководителей, а также было бы невозможным без помощи и щедрости участвующих в нем учеников-строителей, координаторов ученичества и подрядчиков. Данный проект был поддержан Национальным институтом охраны труда и здоровья при Центрах по контролю и профилактике заболеваний США, грант № 5 R01 OH03912.

Литература

1. ↑ Suter, A.H. [Construction noise: Exposure, effects, and the potential for remediation; A review and analysis](https://doi.org/10.1080/15428110208984768). American Industrial Hygiene Association Journal. 2002. 63(6): 768–789. <https://doi.org/10.1080/15428110208984768>
2. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) Neitzel, R., N.S. Seixas, J. Camp, and M. Yost. [An assessment of occupational noise exposures in four construction trades](http://dx.doi.org/10.1080/00028899908984506). American Industrial Hygiene Association Journal. 1999. 60(6): 807–817. <http://dx.doi.org/10.1080/00028899908984506>
3. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) Seixas, N.S., K. Ren, R. Neitzel, J. Camp, and M. Yost, [Noise exposure among construction electricians](http://dx.doi.org/10.1080/15298660108984661). American Industrial Hygiene Association Journal. 2001. 62(5): 615–621. <http://dx.doi.org/10.1080/15298660108984661>
4. ↑ [1](#) [2](#) Behrens, V.J., and R.M. Brackbill. [Worker awareness of exposure: Industries and occupations with low awareness](https://doi.org/10.1002/ajim.4700230503). American Journal of Industrial Medicine. 1993. 23(5): 695–701. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700230503>
5. ↑ Kinn, S., S.A. Khuder, M.S. Bisesi, and S.Woolley. Evaluation of safety orientation and training programs for reducing injuries in the plumbing and pipefitting industry. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2000. 42(12): 1142–1147. <http://dx.doi.org/10.1097/00043764-200012000-00004>
6. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) Kerr, M., L. Brosseau, and C. Johnson. Noise levels of selected construction tasks. American Industrial Hygiene Association Journal. 2002. 63(3): 334–339. <http://dx.doi.org/10.1080/15428110208984722>
7. ↑ McKernan, J.L., G.M. Piacitelli, K.C. Roegner, L. Delaney, and J.M. Boiano. Occupational exposures in seismic retrofitting operations. Applied Occupational and Environmental Hygiene. 2002. 17(2): 75–81. <http://dx.doi.org/10.1080/104732202317201285>
8. ↑ Blute, N., S.Woskie, and C. Greenspan. Exposure characterization for highway construction. Part I: Cut and cover and tunnel finish stages. Applied Occupational and Environmental Hygiene. 1999. 14(9): 632–641. <https://doi.org/10.1080/104732299302440> <https://portaildocumentaire.inrs.fr/doc/SYRACUSE/123561/exposure-characterization-for-highway-construction-part-1-cut-and-cover-and-tunnel-finish-stages-car>

9. ↑ Legris, M., and P. Poulin. Noise exposure profile among heavy equipment operators, associated laborers, and crane operators. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1998. 59(11): 774–778. <https://doi.org/10.1080/15428119891010947>
10. ↑ Sinclair, J., and W. Haflidson. Construction noise in Ontario. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. 1995. 10(5): 457–460. <https://doi.org/10.1080/1047322X.1995.10387637>
11. ↑ Kenney, G.D., and H.E. Ayer. Noise exposure and hearing levels of workers in the sheet metal construction trade. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1975. 36(8): 626–632. <https://doi.org/10.1080/0002889758507302>
12. ↑ LaBenz, P., A. Cohen, and B. Pearson. A noise and hearing survey of earth-moving equipment operators. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1967. 28(2): 117–128. <https://doi.org/10.1080/00028896709342495>
13. ↑ Daniell, W.E., D. Fulton-Kehoe, M. Cohen, S.S. Swan, and G.M. Franklin. Increased reporting of occupational hearing loss: Workers' compensation in Washington State, 1984–1998. *American Journal of Industrial Medicine*. 2002. 42(6): 502–510. <https://doi.org/10.1002/ajim.10146> Аналогичный документ
14. ↑ Arndt, V., D. Rothenbacher, H. Brenner, et al.: [Older workers in the construction industry: Results of a routine health examination and a five year follow up](#). *Occupational and Environmental Medicine*. 1996. 53(10): 686–691. <https://doi.org/10.1136/oem.53.10.686> копия
15. ↑ Wu, T.N., S.H. Liou, C.Y. Shen, et al. Surveillance of noise-induced hearing loss in Taiwan, ROC: A report of the PRESS-NHL results. *Preventive Medicine*. 1998. 27(1): 65–69. <https://doi.org/10.1006/pmed.1997.0238>
16. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) Lusk, S.L., M.J. Kerr, and S.A. Kauffman. Use of hearing protection and perceptions of noise exposure and hearing loss among construction workers. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1998. 59(7): 466–470. <https://doi.org/10.1080/15428119891010217>
17. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) Reeb-Whitaker, C.K., N.S. Seixas, L. Sheppard, and R. Neitzel. [Accuracy of task recall for epidemiological exposure assessment to construction noise](#). *Occupational and Environmental Medicine*. 2004. 61(2): 135–142. <https://doi.org/10.1136/oem.2002.000489>
18. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) Dineen, R., J. Reid, and P. Livy. Knock out noise injury: An evaluation of the influence of education and workers' understanding and management of noise hazards in the building and construction industry. In: *Noise Effects '98—Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Sydney, Australia, November 1998. N. Carter and R.F.S. Job (eds.). Sydney: Noise Effects '98 Pty. Ltd., 1998. pp. 135–138. <https://catalogue.nla.gov.au/Record/725464>
19. ↑ [1](#) [2](#) Reilly, M.J., K.D. Rosenman, and D.J. Kalinowski. Occupational noise-induced hearing loss surveillance in Michigan. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*. 1998. 40(8): 667–674. <https://doi.org/10.1097/00043764-199808000-00002>
20. ↑ [1](#) [2](#) Lusk, S., D. Ronis, and M. Kerr. Predictors of hearing protection use among workers: Implications for training programs. *Human Factors*. 1995. 37(3): 635–640. <https://doi.org/10.1518/001872095779049390>
21. ↑ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). [Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure, Revised Criteria 1998](#). Cincinnati, Ohio: U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, 1998. p. 105. Перевод: [PDF Wiki](#).
22. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) Berger, E.H., J.R. Franks, and F. Lindgren. [International review of field studies of hearing protector attenuation](#). In: [Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss](#), A. Axleson, et al. (eds.). New York: Thieme Medical Publishing, Inc., 1996. pp. 361–377.
23. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) Casali, J., and M. Park. Laboratory versus field attenuation of selected hearing protectors. *Sound & Vibration*. 1991. 25(10): 28–38. <https://www.cdc.gov/niosh/nioshtic-2/00203495.html>
24. ↑ [1](#) [2](#) Behar, A. [Field evaluation of hearing protectors](#). *Noise Control Engineering Journal*. 1985. 24(1): 13–18. <http://dx.doi.org/10.3397/1.2827644>
25. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) Lempert, B.L., and R.G. Edwards. Field investigations of noise reduction afforded by insert-type hearing protectors. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1983. 44(12): 894–902. <https://doi.org/10.1080/15298668391405913> Аналогичное исследование <https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/PB299319.xhtml>
26. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) Franks, J.R., W.J. Murphy, D.A. Harris, J.L. Johnson, and P.B. Shaw. [Alternative field methods for measuring hearing protector performance](#). *American Industrial Hygiene Association journal*. 2003. 64(4): 501–509. <https://doi.org/10.1202/309.1>

27. ↑ [1](#) [2](#) Murphy, W.J., J.R. Franks, and E.F. Krieg. [Hearing protector attenuation: Models of attenuation distributions](#). The Journal of the Acoustical Society of America. 2002. 111(Pt. 1): 2109–2116. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1461835>
28. ↑ [1](#) [2](#) Arezes, P., and A. Miguel. [Hearing protectors acceptability in noisy environments](#). The Annals of Occupational Hygiene. 2002. 46(6): 531–536. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mef067>
29. ↑ [1](#) [2](#) Toivonen, M., R. Paakkonen, S. Savolainen, and K. Lehtomaki. [Noise attenuation and proper insertion of earplugs into ear canals](#). The Annals of Occupational Hygiene. 2002. 46(6): 527–530. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mef065>
30. ↑ Berger, E. Hearing protection devices. In: The Noise Manual, Fifth Edition. E. Berger, et al. (eds.). 2000, Fairfax, Va.: AIHA Press, 2000. pp. 379–454. 6 издание <https://www.aiha.org/education/marketplace/noise-manual-6th-edition>
31. ↑ Seixas, N., S.G. Kujawa, S. Norton, L. Sheppard, R. Neitzel, and A. Slee. [Predictors of hearing threshold levels and distortion product otoacoustic emissions among noise exposed young adults](#). Occupational and Environmental Medicine. 2004. 61(11): 899–907. <https://doi.org/10.1136/oem.2003.009209>
32. ↑ [1](#) [2](#) Neitzel, R., N. Seixas, B. Goldman, and W. Daniell. [Contributions of non-occupational activities to total noise exposure of construction workers](#). The Annals of Occupational Hygiene. 2004. 48(5): 463–473. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meh041>
33. ↑ Gillis, H., and C. Harrison. “Hearing Levels and Hearing Protection Use in the British Columbia Construction Industry—1988–1997.” Report by the Workers’ Compensation Board of British Columbia, 1998. [Online] Available at <http://hearingconservation.healthandsafetycentre.org/pdfs/hearing/nhcatalk.pdf> (Accessed August 12, 2004).
34. ↑ Lusk, S.L., O.S. Hong, D.L. Ronis, B.L. Eakin, M.J. Kerr, and M.R. Early. [Effectiveness of an intervention to increase construction workers’ use of hearing protection](#). Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 1999. 41(3): 487–494. <https://doi.org/10.1518/001872099779610969>
35. ↑ Franks, J.R., W.J. Murphy, J.L. Johnson, and D.A. Harris. [Four earplugs in search of a rating system](#). Ear Hearing. 2000. 21(3): 218–226. <https://doi.org/10.1097/00003446-200006000-00005>
36. ↑ [1](#) [2](#) [3](#) Michael, K. Measurement of insert-type hearing protector attenuation on the end-user: A practical alternative to relying on the NRR. Spectrum. 1999. 16(): 13–17.
37. ↑ Byrne, D., and K. Michael: [Current state of insert-type hearing protector fit-testing: Follow-on measurements in the steel industry and fit-testing in a mobile environment](#). Spectrum. 2002. 19(): 14–16.
38. ↑ Neitzel, R., N. Seixas, J. Olson, W. Daniell, and B. Goldman. Nonoccupational noise: Exposures associated with routine activities. The Journal of the Acoustical Society of America. 2004. 115(1): 237–245. <https://doi.org/10.1121/1.1615569>
39. ↑ J. R. Wilkins III, H. L. Engelhardt, J. M. Crawford, G. L. Mitchell, L. C. Eicher, T. L. Bean, L. A. Jones. Self-reported noise exposures among Ohio cash grain farmers. Journal of Agricultural Safety and Health (Special Issue No. 1): 1998. pp. 79–88. https://elibrary.asabe.org/toc_journals.asp?volume=4&issue=5&conf=j&confalias=j&orgconf=j1998
40. ↑ Nondahl, D.M., K.J. Cruickshanks, T.L. Wiley, R. Klein, B.E. Klein, and T.S. Tweed. [Recreational firearm use and hearing loss](#). Archives of Family Medicine. 2000. 9: 352–357. <https://doi.org/10.1001/archfami.9.4.352>
41. ↑ Stewart, M., D.F. Konkle, and T.H. Simpson. The effect of recreational gunfire noise on hearing in workers exposed to occupational noise. Ear, Nose & Throat Journal. 2001. 80(1): 32–40. <https://doi.org/10.1177/014556130108000109>
42. ↑ Ylikoski, M., J.O. Pekkarinen, J.P. Starck, R.J. Paakkonen, and J.S. Ylikoski. Physical characteristics of gunfire impulse noise and its attenuation by hearing protectors. Scandinavian Audiology. 1995. 24(1): 3–11 (1995). <https://doi.org/10.3109/01050399509042203>
43. ↑ Dancer, A., P. Grateau, A. Cabanis, et al. [Effectiveness of earplugs in high-intensity impulse noise](#). The Journal of the Acoustical Society of America. 1992. 91(3): 1677–1689. <https://doi.org/10.1121/1.402447>
44. ↑ Bourbonnais, R., F. Meyer, and G. Theriault. [Validity of self reported work history](#). British Journal of Industrial Medicine. 1988. 45(1): 29–32 (1998). <https://dx.doi.org/10.1136/oem.45.1.29>
45. ↑ Lusk, S.L., D.L. Ronis, and L.M. Baer. [A comparison of multiple indicators - Observations, supervisor report, and self-report as measures of workers’ hearing protection use](#). Evaluation & the Health Professions. 1995. 18(1): 51–63. <https://doi.org/10.1177/016327879501800104>