

ОТОЛОГІЯ

УДК 616.282.7:681.84.081:621.395.623.65

*Е.В. Дёмина**Харьковский национальный медицинский университет***ПЛЕЙЕРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР ЧЕЛОВЕКА**

Проведены сравнительная оценка акустических частотных характеристик плееров и различных видов наушников и экспериментальное исследование уровня звука и звукового давления в наружном слуховом проходе при прослушивании плееров. Установлено, что амплитудно-частотные характеристики исследуемых видов наушников низкой стоимости не соответствуют тем показателям, которые декларируются производителями, а наиболее качественными являются профессиональные наушники, которые имеют оптимальные параметры, но, вместе с тем, и высокую стоимость. Уровни звукового давления в наружном слуховом проходе при прослушивании плееров превышают безопасные, что негативно влияет на функции слухового анализатора.

Ключевые слова: плееры, наушники, звуковое давление, шум, искусственное ухо.

В современных условиях слуховой анализатор человека подвергается всё большим звуковым нагрузкам [1–3]. Усиливающийся окружающий производственный и фоновый шум, разнообразные звуки различной природы всё больше и дольше окружают человека в его среде обитания [4].

Одним из существенных факторов, повышающих звуковую нагрузку на слуховой анализатор, являются портативные электронные устройства – плееры, которые в настоящее время получают всё большее распространение [5], популярны особенно среди молодёжи. Их негативное влияние вызвано громкостью звуков мелодий, а также тем, что звуковые излучатели (наушники) фиксируются в наружном слуховом проходе – в непосредственной близости от внутреннего уха. Кроме того, отрицательное влияние плееров усугубляется в условиях их прослушивания в замкнутом пространстве – в метро, автомобиле, наземном городском общественном транспорте. В результате таких пролонгированных нагрузок вначале возникают обратимые изменения рецепторного аппарата внут-

реннего уха, которые клинически не проявляются. В последующем эти симптомы усугубляются и становятся явно выраженными. При этом отмечаются затруднения социальных контактов в обществе и семье.

Воздействие музыки на слуховой анализатор, если не учитывать психологическую составляющую, аналогично воздействию шума, и повреждающие эффекты непосредственно связаны с уровнем звука и его частотной характеристикой [6, 7]. Экспериментальное исследование уровня звука и звукового давления в наружном слуховом проходе при различных режимах прослушивания плеера включало два этапа: I – анализ технической характеристики воспроизводящих устройств и оценка их акустической частотной характеристики; II – характеристика шумов, воздействующих на слушателя, и их гигиеническая оценка.

Анализ технической характеристики современных плееров свидетельствует о том, что в основе их действия лежат цифровые технологии и что они обеспечивают диапазон звуковых частот не менее 20 – 20 000 Гц [8].

© Е.В. Дёмина, 2012

Прослушивание аудиозаписей через наушники имеет свои специфические особенности. Микрофон, как воспроизводящее (передающее) устройство, находится в непосредственной близости от слухового анализатора, поэтому частотная характеристика воспроизводимого сигнала (музыки) полностью зависит от технической характеристики как самого воспроизводящего устройства, так и применяемых наушников.

В настоящее время имеется много типов наушников, от качества которых зависит частотная характеристика воспринимаемого звука [9]. Нами проведена оценка акустической частотной характеристики (АЧХ) различных типов наушников. Все наушники были условно разделены на четыре группы. В 1-ю группу включены бытовые наушники низкого ценового диапазона, без маркировки, без указания АЧХ; во 2-ю – бытовые наушники, наиболее широко представленные на рынке, имеющие маркировку и указания АЧХ в пределах 20–20000 Гц; в 3-ю – бытовые наушники более высокого качества с АЧХ 16–25 000 Гц; в 4-ю группу – профессиональные наушники, ДН80 от аудиометра МА 31.

Нами были выбраны приборы фирмы «Брюль и Кьер».

Для сравнения характеристик наушников регулировкой выходного напряжения генератора были установлены одинаковые базовые напряжения на входе самописца 316 мВ на

частоте 1000 Гц для каждого наушника, при этом уровень звукового давления на мембране микрофона искусственного уха составлял 101,4 дБ. В процессе определения АЧХ частота сигнала изменялась синхронно с перемещением ленты, при этом напряжение на входе наушника оставалось неизменным. Таким образом достигался постоянный уровень звукового давления в 101,4 дБ для всех октавных полос в диапазоне 16 – 8 000 Гц.

При оценке АЧХ 1-й группы наушников (рис. 1) обращает на себя внимание неравномерность частотной характеристики «завал» (снижение уровня звукового давления более чем на 10 дБ от стандартного сигнала в нескольких рядом стоящих октавных полосах частот) в области низких и средних частот на 30 и 10 дБ соответственно, «провал» (снижение уровня звукового давления более чем на 10 дБ от стандартного сигнала в одной из нескольких рядом стоящих октавных полос частот) до 20–25 дБ на частотах 4 000 и 8 000 Гц, а также различия АЧХ в области высоких частот для правого (1) и левого (2) наушников до 20 дБ.

Для 2-й группы наушников (рис. 2) характерен «завал» на низких частотах 16–125 Гц до 10–20 дБ и «провал» на частоте 2500 Гц до 25 дБ, правый (1) и левый (2) наушники имеют идентичные характеристики. Декларируемая производителями АЧХ такого класса наушников не соответствует их истинным параметрам.

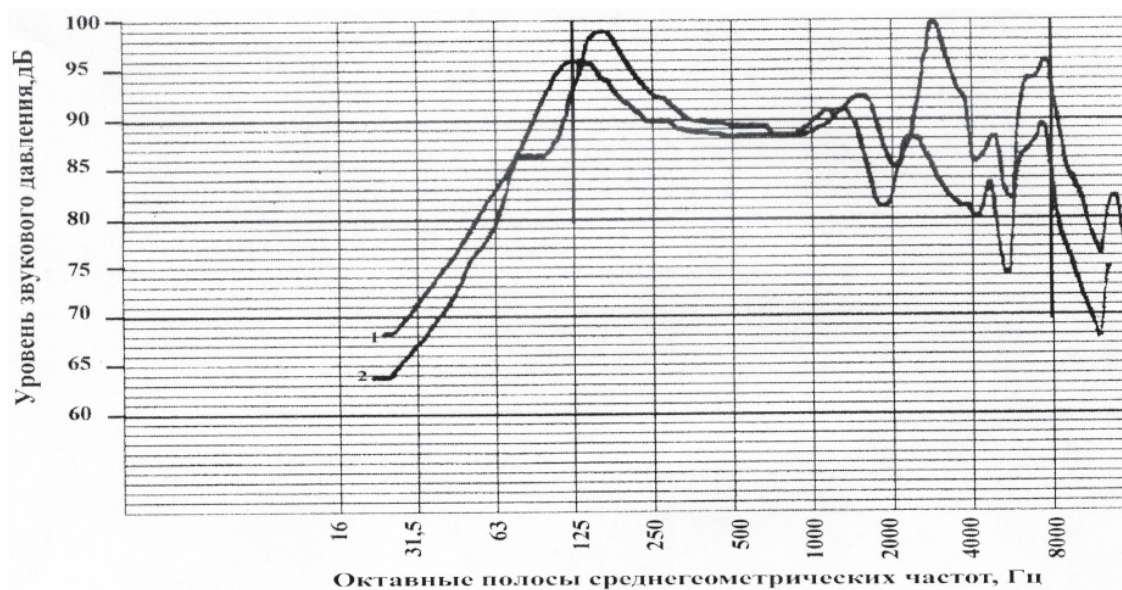


Рис. 1. Акустические частотные характеристики 1-й группы наушников: 1 – правый; 2 – левый

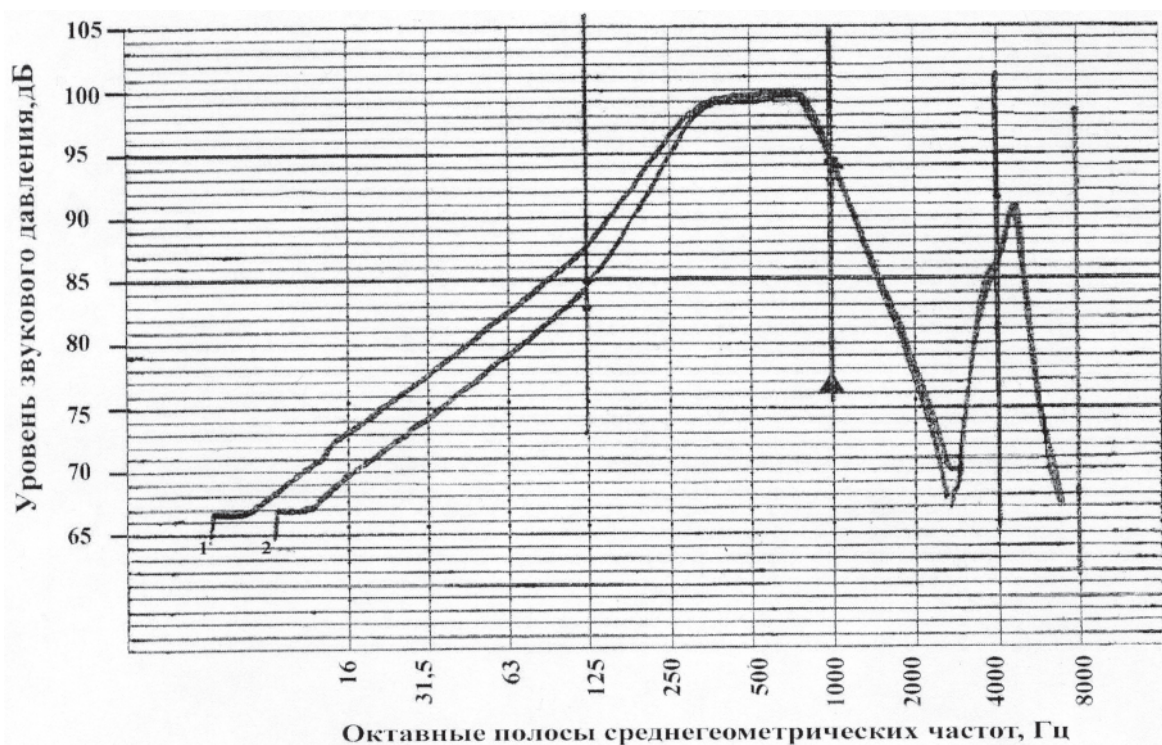


Рис. 2. Акустические частотные характеристики 2-й группы наушников: 1 – правый; 2 – левый

Параметры 3-й группы наушников (рис. 3) достаточно близко соответствуют декларируемым параметрам в области низких и средних частот (неравномерность составляет

5–6 дБ), но в то же время отмечается «провал» в области 4 000 Гц до 25 дБ при идентичных характеристиках правого (1) и левого (2) наушников.

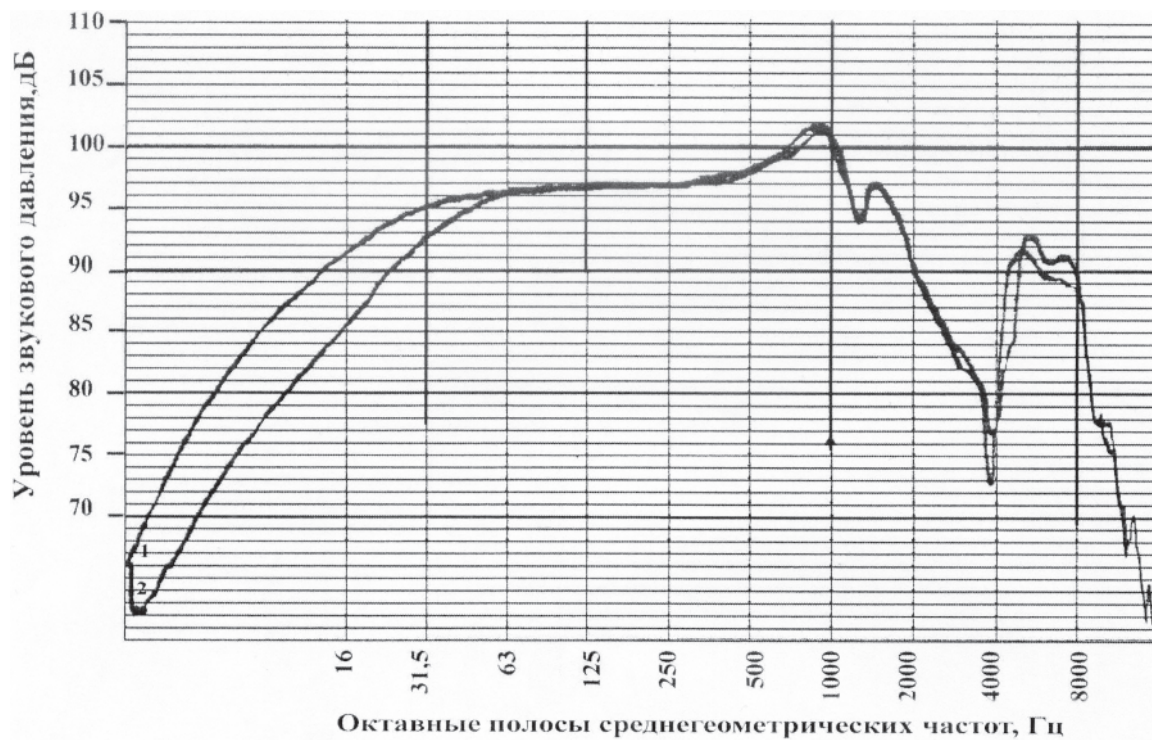


Рис. 3. Акустические частотные характеристики 3-й группы наушников: 1 – правый; 2 – левый

Профессиональные наушники 4-й группы (рис. 4) имеют незначительные отклонения характеристик в области низких и средних частот до 2–4 дБ и до 7–9 дБ на частотах 4 000 и 8 000 Гц.

ной перепонки при прослушивании музыкальных записей на плеере в течение 8 часов.

Для определения эквивалентного уровня звукового давления наушник плеера был соединен с искусственным ухом через камеру

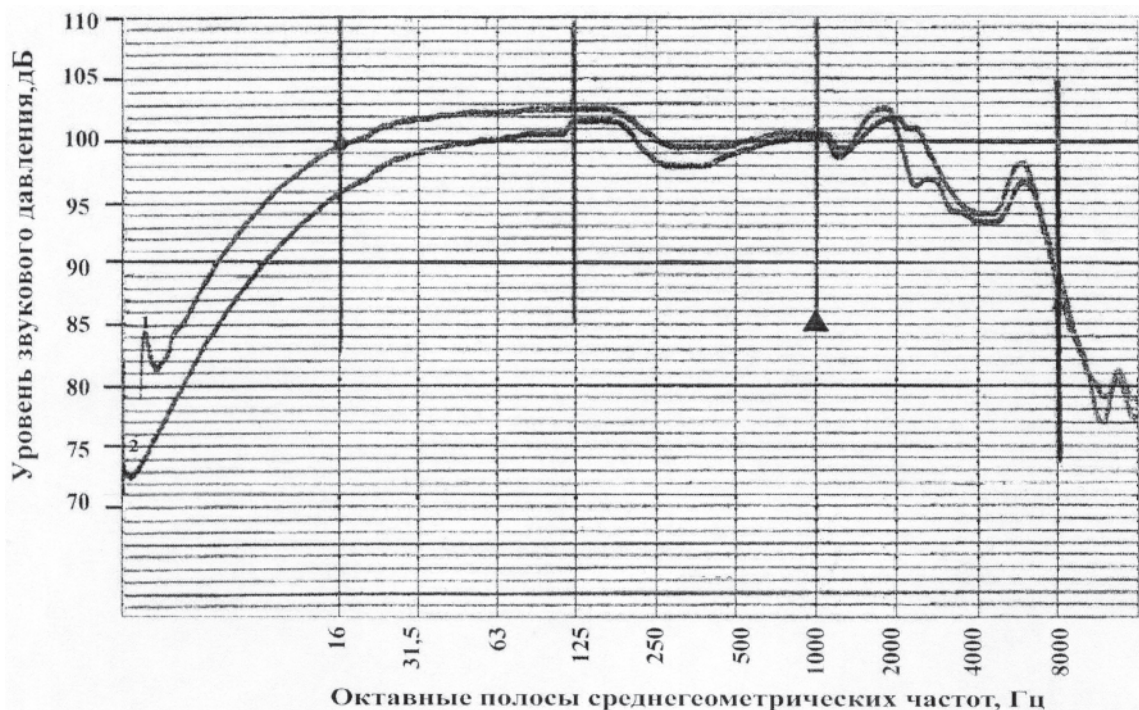


Рис. 4. Акустические частотные характеристики 4-й группы наушников: 1 – правый; 2 – левый

Таким образом, проведённые исследования свидетельствуют о том, что бытовые наушники для плееров не отвечают АЧХ, которые декларируются производителями. В трёх группах имеет место «провал» на высоких частотах (2 000, 4 000, 8 000 Гц) и «завал» на низких. При этом неравномерность АЧХ тем меньше, чем выше качество изготовленных наушников. Профессиональные наушники практически лишены этих дефектов, но имеют высокую стоимость и практически не применимы с бытовыми плеерами.

С практической точки зрения важно, что использование дешёвых бытовых наушников, имеющих неравномерную АЧХ, будет искажать спектральный состав прослушиваемой мелодии и речи, ухудшая её разборчивость, что вынуждает слушателя значительно увеличить громкость прослушивания, тем самым увеличивая звуковую нагрузку.

На следующем этапе исследования определяли звуковую нагрузку на уровне барабан-

связи. Воспроизводились поочередно все файлы, имеющиеся в плеере. Для определения эквивалентных уровней звукового давления с различными фильтрами одновременно шумомер был соединён с компьютером через интерфейсный кабель, а для регистрации данных применялась специальная программа. Для уменьшения влияния акустических помех, обусловленных неравномерностью АЧХ наушников, регулятор уровня звука плеера Telefunken с соответствующими наушниками (2-я группа) был установлен на максимум. В связи с этим за основу оценки воздействия взяты основные подходы и критерии повреждающего воздействия производственного шума. Исследовали уровни звука в дБА, то есть с частотной коррекцией А, которая наиболее полно отражает физиологическое восприятие шума слуховым анализатором человека, а также уровни звукового давления в октавных полосах среднегеометрических частот, указанных в таблице.

*Уровни звука и звукового давления в октавных полосах частот,
воздействующих на барабанную перепонку при прослушивании плейера*

Место измерения	Октавные полосы среднегеометрических частот, Гц										Уровень звука, дБА и дБА экв.
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
На микрофоне искусств. уха (характеристика «медленно»)											
min	30	32	31	32	32	33	33	35	36	37	39
max	83	93	89	109	110	107	90	91	71	43	109
На микрофоне искусств. уха импульс											
импульс	90	95	102	112	112	111	94	94	76	48	112
эквивалентный уровень	59	78	85	93	96	92	75	76	55	38	96
ПДУ шума на постоянных рабочих местах в производств. помещениях и на территории предприятий (санитарные нормы)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	–	80

При измерениях использовали стандартные временные характеристики «медленно» (1 000 мс) и «импульс» (35 мс). Применение характеристики «импульс» необходимо для проверки импульсного характера шума. Оценка записей, которые были представлены для прослушивания, показывает, что значения измерения шума одного и того же фрагмента на временной характеристике «медленно» и «импульс» отличаются не более чем на 5–6 дБ (таблица). Это свидетельствует об отсутствии импульсного характера шума. Поэтому оценка таких шумов проводилась по эквивалентному уровню, который является интегральным (по энергии) критерием воздействия шума на человека. Индивидуальное оценивание шумовой нагрузки при наличии непостоянного шума в соответствии с ДСТУ 2867–94 необходимо проводить по величине эквивалентного уровня шума, измеренного с помощью интегрирующего шумомера, и по величине эквивалентного уровня шума, рассчитанного согласно ГОСТ 12.1.050–86 [10, 11].

Результаты измерений максимальных и минимальных значений звука и эквивалентных уровней звука и звукового давления представлены в таблице.

Как видно из таблицы, на слушателя воздействует широкополосный звук, максимальные уровни которого приходятся на частоты 250, 500, 1 000 Гц, более низкие уровни на

высоких частотах, по всей видимости, обусловлены неравномерностью АЧХ наушников. По временным характеристикам данный шум относится к непостоянным шумам (ДСТУ 2325-93), уровни звука которого непрерывно изменяются во времени более чем на 5 дБА. Гигиеническую оценку шума проводили в соответствии с санитарными нормами ДСН 3.3.6.037-99, где в качестве допустимого уровня воздействия шума взяты постоянные рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятия за 8-часовой рабочий день (таблица). Максимальные значения звука при прослушивании музыкальных произведений превышают допустимые значения в области речевых частот 500 и 1 000 Гц на 32 дБ, а 2 000 и 4 000 Гц – на 17 и 20 дБ. Уровень звука может превышать допустимые значения на 29 дБ. Учитывая прерывистый характер шума, его гигиеническую оценку более корректно проводить по значениям эквивалентных уровней постоянного звука и звукового давления. В этом случае превышение допустимого уровня воздействия по уровню звука составляет 16 дБА, а по уровню звукового давления в широком диапазоне частот (250–4 000 Гц) на 18–5 дБ. Наибольшее превышение нормативных значений отмечается на речевых частотах 500 и 1000 Гц на 18 и 17 дБ соответственно.

Прослушивание музыкальных произведений в течение длительного времени через плеер приводит к существенной нагрузке на слуховой анализатор, которая сравнима с воздействием производственного шума на рабочих местах, и при длительном воздействии может привести к шумовой болезни и потере слуха. Так, в соответствии с ISO–1999 риск ухудшения слуха при воздействии эквивалентного уровня звука в 96 дБА при 8-ча-

совом воздействии в течение 40-часовой рабочей недели и стаже 5 лет составляет 7–8 %, 10 лет – 17–18 %, 15 лет – 24–25 %.

Таким образом, установлено, что у постоянных слушателей плееров слуховой анализатор подвергается длительным и сверхмощным звуковым нагрузкам, что оказывает существенное негативное влияние на него. И это влияние будет тем сильнее, чем больше стаж использования плеера и соответствующих наушников.

Список литературы

1. Шидловська Т. В. Комплексний підхід до діагностики і лікування сенсоневральної приглухуватості / Т. В. Шидловська, Т. А. Шидловська // Журн. вушних, носових і горлових хвороб. – 2008. – № 3. – С. 190–191.
2. Шидловская Т. В. Влияние шума на слуховой анализатор, церебральную гемодинамику, электрическую активность головного мозга и пути коррекции выявленных нарушений / Т. В. Шидловская // VII съезд оториноларингологов Украины : Тез. докл. – Одесса, 1987. – С. 187–188.
3. Розкладка А. І. Вибір лікувальної тактики у хворих з сенсоневральною приглухуватістю / А. І. Розкладка // Журн. вушних, носових і горлових хвороб. – 2002. – № 3. – С. 67.
4. Noise related hearing loss risk factors / S. I. C. Almeida, P. L. M. Albernaz, P. A. Zaia [et al.] // 4th Eur. Congress of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery. Abstracts: Laringorhinootologie. – 2000. – № 1 (Suppl. 79). – P. 84.
5. Алдошина И. А. Потери слуха у музыкантов и звукорежиссеров – проблема XXI века / И. А. Алдошина // Звукорежиссер. – 2007. – № 4. – С. 21–25.
6. Физиолого-гигиеническая оценка равноэнергетической звуковой нагрузки с различной временной и информационной структурой / Г. А. Суворов, Л. Н. Шкаринов, О. К. Кравченко, Н. Н. Курьеров // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. – № 6. – С. 10–16.
7. Воздействие звуковых сигналов высокой интенсивности на слуховой анализатор / М. Р. Богомильский, И. Н. Дьяконова, И. В. Рахманова [и др.] // Вестн. оториноларингологии. – 2006. – № 3. – С. 31–33.
8. Левшин С. Н. С Концертные усилители мощности / С. Н. Левшин // Звукорежиссер. – 2006. – № 3. – С. 3–39.
9. Орлов Л. Л. Профессиональные наушники для звуковой индустрии / Л. Л. Орлов // Звукорежиссер. – 2009. – № 2. – С. 23–28.
10. Шум. Методы оценки производственной шумовой нагрузки. Общие требования: ДСТУ 2867–94. – К. : Держстандарт України, 1994.
11. ГОСТ 12.1.050–86. Система стандартов безопасности труда. Методы измерения шума на рабочих местах. – М. : Стандартиформ, 1986. – 17 с.

Є.В. Дьоміна

ПЛЕСЕРИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА СЛУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР ЛЮДИНИ

Проведені порівняльна оцінка акустичних частотних характеристик плеєрів і різних видів навушників та експериментальне дослідження рівня звуку і звукового тиску в зовнішньому слуховому проході при прослуховуванні плеєрів. Установлено, що амплітудно-частотні характеристики досліджуваних видів навушників низької вартості не відповідають тим показникам, які декларуються виробниками, а найбільш якісними є професійні навушники, котрі мають оптимальні параметри, але разом з тим і високу вартість. Рівні звукового тиску в зовнішньому слуховому проході при прослуховуванні плеєрів перебільшують безпечно, що негативно впливає на функцію слухового аналізатора.

Ключові слова: плеєри, навушники, звуковий тиск, шум, штучне вухо.

Ye. V. Dyomina

PLAYERS AND THEIR IMPACT ON THE HUMAN ACOUSTIC ANALYZER

Acoustic frequency characteristics of cassette players and different kinds of headphones were comparatively assessed. An experimental study of the sound volume and pressure in the external acoustic meatus in the process of listening to cassette players was made. It is established that the amplitude-frequency characteristics of the presented types of headphones low cost do not correspond to the indicators, which declared by producers. And the highest quality are professional headphones, which are optimal parameters, but at the same time, the high cost. Level of sound pressure in the external auditory passage while listening to the players exaggerate safe, that adversely affects the function of the auditory analyzer.

Key words: *cassette players, headphones, sound pressure, noise, artificial ear.*

Поступила 15.08.12