

Дослідження можливості застосування отоакустичної емісії для реєстрації медикаментозного впливу на слуховий канал морських свинок

Паренюк Д. В., ORCID [0000-0002-0734-3183](https://orcid.org/0000-0002-0734-3183)

e-mail d.pareniuk@aae.kpi.ua

Кафедра акустики та акустoeлектроніки acoustic.kpi.ua

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" kpi.ua

Київ, Україна

Руденька К. Л., наук.співр., ORCID [0000-0003-3487-098X](https://orcid.org/0000-0003-3487-098X)

e-mail erudenka@gmail.com

Відділ патології дитячого віку

Інститут отоларингології ім. О.С. Коломійченка АМН України

Київ, Україна

Дідковський В. С., д.т.н, проф., ORCID [0000-0002-0807-822X](https://orcid.org/0000-0002-0807-822X)

e-mail vs.didkovskiy@aae.kpi.ua

Найда С. А., д.т.н, проф., ORCID [0000-0002-5060-2929](https://orcid.org/0000-0002-5060-2929)

e-mail s.naida@kpi.ua

Кафедра акустики та акустoeлектроніки acoustic.kpi.ua

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" kpi.ua

Київ, Україна

Тімен Г. Е., д.м.н, проф., ORCID [0000-0001-6791-9466](https://orcid.org/0000-0001-6791-9466)

e-mail erudenka@gmail.com

Відділ патології дитячого віку

Інститут отоларингології ім. О.С. Коломійченка АМН України

Київ, Україна

Анотація—В даній роботі розглянуто можливість застосування отоакустичної емісії на частоті продукту спотворення для оцінки направлено впливу на слуховий орган біологічного об'єкту. В якості піддослідних об'єктів були використані морські свинки, будова слухового органу яких близька до людського. Для отримання ефекту направлено впливу на слуховий канал була проведена експозиція піддослідних зразків до отоактивних медичних препаратів. Було встановлено можливість отримання результатів оцінки стану слухового каналу шляхом застосування отоакустичної емісії з наступною обробкою її результатів за допомогою t-критерію Стьюдента. У роботі представлені результати оцінки для двох великих груп експериментів та приведено їх статистичний аналіз.

Бібл. 10, рис. 6, табл. 4.

Ключові слова — отоакустична емісія, частота продукту спотворення, біологічний об'єкт, об'єктивна аудіологія, t-критерій Стьюдента.



I. Вступ

З сотні новонароджених приблизно від одного до трьох дітей народжуються з патологією слуху або набувають її в період новонародженості [1].

Саме через це відбувається пошук та розвинення нових методик скринінгу слуху у новонароджених, зокрема застосування результатів дослідження викликаного отоакустичної емісії (ОАЕ).

Аудіологічний скринінг слуху новонароджених є обстеженням, при якому автоматизованим методом підтверджується або не підтверджується нормальна функція органу слуху. Серед важливих переваг отоакустичної емісії є те, що цей метод є об'єктивним та може застосовуватись вже з перших днів життя. Метою роботи було встановлення можливості застосування отоакустичної емісії для реєстрації направлено впливу на слуховий канал та встановлення можливості оцінки її чисельних результатів шляхом використання t-критерію Стьюдента.

II. ОТОАКУСТИЧНА ЕМІСІЯ НА ЧАСТОТІ ПРОДУКТУ СПОТВОРЕННЯ

Сигнали отоакустичної емісії на частоті продукту спотворення (ОАЕПС) генеруються структурами завитки внутрішнього вуха у відповідь на акустичну стимуляцію. Явище ОАЕ, що лежить в основі методу, було відкрито в 1978 р. Девідом Кемпом [2]. ОАЕПС викликається парою чистих тонів з частотами f_1 і f_2 , що подаються в слуховий прохід. У зв'язку з нелінійними властивостями завитки в слуховому проході, крім поданих тонів, починають з'являтися їх інтермодуляційні спотворення третього порядку (продукт спотворення). Зазвичай реєструють найпотужніший з них – на частоті $2f_1 - f_2$. Оптимальне співвідношення між частотами f_2 та f_1 становить приблизно 1,22. Для частот вище 8 кГц це відношення знижується приблизно до 1,15. Найбільш часто використовувані інтенсивності f_1 – 65 дБ РЗТ (рівня звукового тиску), f_2 – 55 дБ РЗТ [3]. Принцип реєстрації ОАЕПС наведено на рис. 1.

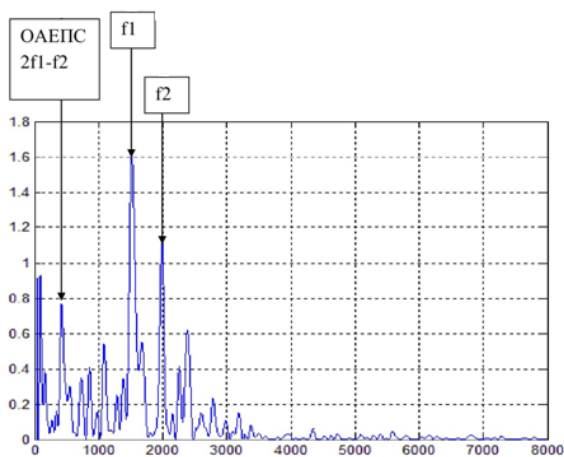


Рис. 1. Принцип реєстрації ОАЕПС.

У якості піддослідних були застосовані морські свинки, оскільки їх слуховий канал має мінімальні відмінності від людського – відмінності у будові гіпотимпануму та мезотимпануму, кількість витків завитки становить від 3,25 до 4,25, а система молоточок-коваделко-стремінце аугментована додатковою зв'язкою [4]. Важливо відзначити також наявність круглого та овального вікон, хоча вони і розташовані на різних площинах [5].

Був розглянутий комплекс результатів дослідження слуху морської свинки за допомогою отоакустичної емісії на частоті продукту спотворення. Кожна розглянута ситуація представлена сукупністю результатів дослідження кожного з вух для восьми морських свинок по 6 частотам – 2 кГц, 4 кГц, 6 кГц, 8 кГц, 10 кГц, 12 кГц, загалом 96 результатів на дослід.

Морські свинки, організм яких не зазнав впливу медичних препаратів, були зведені у контрольну групу (їх результат прийнято за нормальне значення). Таким чином було виконано 40 дослідів з медикаментозним впливом та один для встановлення нормального значення. У роботі представлено 6 груп дослідів, які були проведені за допомогою приладу «Otohead» фірми «Interacoustics» (Данія) на базі ДУ «Інститут отоларингології імені О. С. Коломійченко НАМН України».

III. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінка чисельних результатів відбувалася наступним чином: для кожної із використовуваних частот було знайдено середнє значення амплітуди, а після визначення відхилення – встановлено довірчий інтервал для кожного із дослідів. Довірчий інтервал – це той діапазон значень, у якому з вірогідністю 95% буде лежати результат наступного подібного дослідів, тобто становить $\sigma=1,96 \approx 2$ для $p=0,05$. Даний алгоритм було використано і для оцінки усіх наступних дослідів, у котрих вже застосовувались медичні препарати для впливу на чутливість слухового каналу.

Розподілення результатів

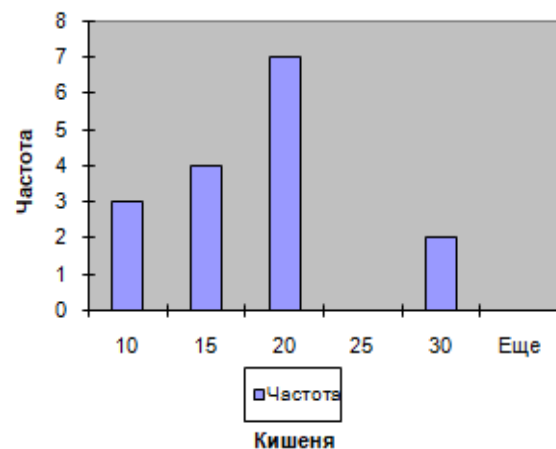


Рис. 2. Розподілення результатів для контрольної групи морських свинок на частоті тестування 2 кГц.



ТАБЛИЦЯ 1. СКЛАД СЕКЦІЙ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Номер секції	Склад групи
1	“Норма”, “Терапевтична дія через 7 днів після введення внутрішньом’язовим (В/м) способом”, “Терапевтична дія через 7 днів після введення інтратімпанальним (Інтра/тимп) способом”, “Терапевтична дія через 7 днів після введення інтраперитональним (Інтра/перит) способом”.
2	“Норма”, “Терапевтична дія через 14 днів після введення В/м способом”, “Терапевтична дія через 14 днів після введення Інтра/тимп способом”, “Терапевтична дія через 14 днів після введення Інтра/перит способом”.

ТАБЛИЦЯ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИТЕРІЮ ПРОХОДЖЕННЯ ТЕСТУ ЗА Ю. К. СОКОЛОВИМ

Частота, кГц	2	4	6	8	10	12
Чутливість, дБ	-4,34	-4,95	-4,92	-6	-7	-7

Також було проведено статистичний аналіз отриманих результатів шляхом застосування t-критерію Стьюдента [6]. Підставою для його застосування була відповідність вибірок результатів нормальному закону розподілення (рис. 2). Для оцінки застосовували критерій для залежних та незалежних вибірок.

Для зручності представлення результатів було наведено дві фінальні групи експериментів відповідно до характеру медикаментозного впливу. Склад груп наведено у таблиці 1.

У роботі [7] наведено графік середньої чутливості «Норми» разом із довірчим діапазоном. Як видно з табл. 1, «Норма» присутня у всіх секціях, оскільки із нею порівнюються усі інші результати.

У табл. 2 та на рис. 3 наведено цей критерій, а на рис. 4 показано відношення «Норми» до цього критерію.

Аналіз практичних результатів дослідження наведено у роботах [8] та [9]. Також у подальшому результати (включно із «Нормою») порівнюються з критерієм проходження отоакустичного тесту, що наведено Ю. К. Соколовим [10].

А. Секція “Всі 7” представлена 1 групою дослідів

Група “Норма”, “Терапевтична дія через 7 днів після В/м”, “Терапевтична дія через 7 днів після Інтра/тимп”, “Терапевтична дія через 7 днів після Інтра/перит”.

Графіки експериментів наведено на рис. 5. Порівнюючи вплив “терапевтичної дії через 7 днів після В/м” та “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/тимп”, середні значення по частотним діапазонам співвідносяться наступним чином відносно “терапевтичної дії через 7 днів після В/м”: для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/тимп” для 2 кГц вища на 0,06 дБ, для 4 кГц вища на 0,38 дБ, для 6 кГц вища на 1,63 дБ, для 8 кГц вища на 1 дБ, для 10 кГц вища на 1,94 дБ, для 12 кГц вища на 3,88 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц більший на 1,3 дБ, для 4 кГц менший

на 3,09 дБ, для 6 кГц менший на 3,37 дБ, для 8 кГц менший на 2,27 дБ, для 10 кГц менший на 6,17 дБ, для 12 кГц менший на 21,88 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/тимп” вища, в той час як довірчий інтервал загалом вужчий.

У порівнянні впливу “терапевтичної дії через 7 днів після В/м” та “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” середні значення по частотним діапазонам співвідносяться відносно “терапевтичної дії через 7 днів після В/м” наступним чином: для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” для 2 кГц вища на 1,94 дБ, для 4 кГц вища на 0,38 дБ, для 6 кГц нижча на 0,61 дБ, для 8 кГц нижча на 1,69 дБ, для 10 кГц вища на 0,75 дБ, для 12 кГц вища на 3 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц менший на 2,19 дБ, для 4 кГц менший на 2,23 дБ, для 6 кГц більший на 4,94 дБ, для 8 кГц більший на 8,65 дБ, для 10 кГц менший на 5,71 дБ, для 12 кГц менший на 22,26 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” вища, окрім 6 кГц та 8 кГц, в той час як довірчий інтервал загалом вужчий, окрім 6 кГц та 8 кГц.

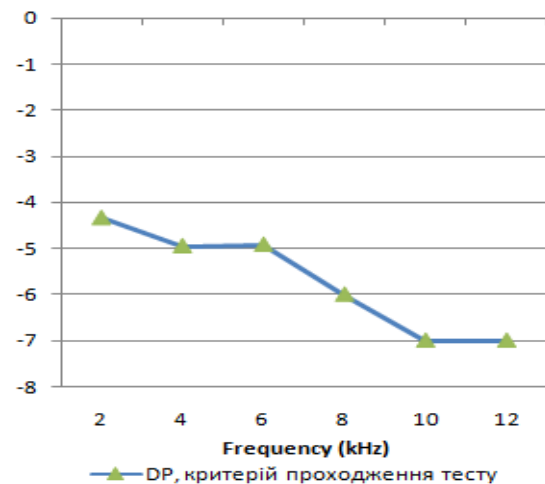


Рис. 3. Критерій проходження тесту за Соколовим.

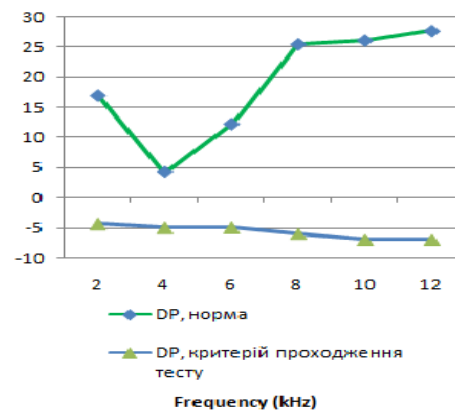


Рис. 4. Порівняння «Норми» та критерію проходження тесту.



ТАБЛИЦЯ 3. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ГРУПИ “НОРМА”, “ТЕРАПЕВТИЧНА ДІЯ ЧЕРЕЗ 7 ДНІВ ПІСЛЯ В/М”, “ТЕРАПЕВТИЧНА ДІЯ ЧЕРЕЗ 7 ДНІВ ПІСЛЯ ІНТРА/ТИМП”, “ТЕРАПЕВТИЧНА ДІЯ ЧЕРЕЗ 7 ДНІВ ПІСЛЯ ІНТРА/ПЕРИТ”.

Частота, кГц	2	4	6	8	10	12
Контрольна група, n=16	16,94±11,92	4,19±11,76	12,13±9,79	25,5±9,83	26,13±17,26	27,69±11,9
Терапевтична дія через 7 днів після В/м, n=16	17,19±12,09 p>0,05	5,13±13,18 p>0,05	10,19±14,5 p>0,05	26,06±9,22 p>0,05	29,06±11,92 p>0,05	26,81±25,29 p>0,05
Терапевтична дія через 7 днів після Інтра/тимп, n=16	17,25±13,4 p>0,05 p1-2>0,05	5,5±10,09 p>0,05 p1-2>0,05	11,81±11,13 p>0,05 p1-2>0,05	27,06±6,95 p>0,05 p1-2>0,05	31±5,75 p<0,05 p1-2>0,05	30,69±3,4 p>0,05 p1-2>0,05
Терапевтична дія через 7 днів після Інтра/перит, n=16	19,13±9,9 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	5,5±10,95 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	9,38±19,44 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	24,38±17,87 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	29,81±6,21 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	29,81±3,03 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05

p – ступінь достовірності різних показників відносно контрольної групи “Норма”.
p1-2, p2-3, p3-1 – ступінь достовірності різних показників у відповідних групах тварин.
n – число дослідів.

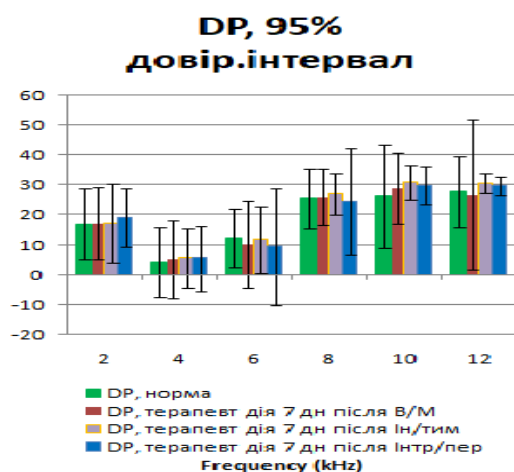


Рис. 5. Графіки експериментів груп “Норма”, “Терапевтична дія через 7 днів після В/м”, “Терапевтична дія через 7 днів після Інтра/тимп”, “Терапевтична дія через 7 днів після Інтра/перит”.

У порівнянні впливу “терапевтичної дії через 7 днів після В/м” та “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” середні значення по частотним діапазонам співвідносяться відносно “терапевтичної дії через 7 днів після В/м” наступним чином: для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” для 2 кГц вища на 1,94 дБ, для 4 кГц вища на 0,38 дБ, для 6 кГц нижча на 0,61 дБ, для 8 кГц нижча на 1,69 дБ, для 10 кГц вища на 0,75 дБ, для 12 кГц вища на 3 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц менший на 2,19 дБ, для 4 кГц менший на 2,23 дБ, для 6 кГц більший на 4,94 дБ, для 8 кГц більший на 8,65 дБ, для 10 кГц менший на 5,71 дБ, для 12 кГц менший на 22,26 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” вища, окрім 6 кГц та 8 кГц, в той час як довірчий інтервал загалом вузький, окрім 6 кГц та 8 кГц.

У порівнянні впливу “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/тимп” та “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” середні значення по частотним діапазонам співвідносяться відносно “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/тимп” наступним чином: для “терапевтичної дії через 7 днів після

Інтра/перит” для 2 кГц вища на 1,88 дБ, для 4 кГц вони рівні, для 6 кГц нижча на 2,44 дБ, для 8 кГц нижча на 2,69 дБ, для 10 кГц нижча на 1,19 дБ, для 12 кГц нижча на 0,88 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц менший на 3,49 дБ, для 4 кГц більший на 0,86 дБ, для 6 кГц більший на 8,32 дБ, для 8 кГц більший на 10,93 дБ, для 10 кГц більший на 0,46 дБ, для 12 кГц більший на 0,37 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії через 7 днів після Інтра/перит” загалом нижча, в той час як довірчий інтервал загалом ширший. Статистичний аналіз результатів наведено у табл. 3.

В. Секція “Всі 14” представлена 1 групою дослідів

Група “Норма”, “Терапевтична дія через 14 днів після В/м”, “Терапевтична дія через 14 днів після Інтра/тимп”, “Терапевтична дія через 14 днів після Інтра/перит”. Графіки експериментів наведено на рис. 6.

У порівнянні впливу “терапевтичної дії через 14 днів після В/м” та “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/перит” середні значення по частотним діапазонам відносно “терапевтичної дії через 14 днів після В/м” співвідносяться наступним чином: для “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/перит” для 2 кГц вища на 0,38 дБ, для 4 кГц вища на 1,13 дБ, для 6 кГц нижча на 3,75 дБ, для 8 кГц нижча на 2,75 дБ, для 10 кГц нижча на 2 дБ, для 12 кГц нижча на 2,63 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц менший на 3,8 дБ, для 4 кГц більший на 2,35 дБ, для 6 кГц більший на 2,76 дБ, для 8 кГц менший на 1,7 дБ, для 10 кГц менший на 4,78 дБ, для 12 кГц більший на 5,2 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії за 14 днів після Інтра/перит” нижча, в той час як довірчий інтервал змінюється неоднорідно.

У порівнянні впливу “терапевтичної дії через 14 днів після В/м” та “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/тимп” середні значення по частотним діапазонам відносно “терапевтичної дії через 14 днів після В/м” співвідносяться наступним чином: для “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/тимп” для 2 кГц нижча на 0,88 дБ, для 4 кГц вища на 0,44 дБ, для 6 кГц вища на 2,94 дБ, для 8 кГц нижча на



2,63 дБ, для 10 кГц нижча на 1,31 дБ, для 12 кГц нижча на 0,19 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц більший на 1,32 дБ, для 4 кГц більший на 3,55 дБ, для 6 кГц більший на 1,39 дБ, для 8 кГц менший на 1,05 дБ, для 10 кГц менший на 4,26 дБ, для 12 кГц менший на 1,63 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/тимп” нижча, в той час як довірчий інтервал змінюється неоднорідно.

У порівнянні впливу “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/тимп” та “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/перит” середні значення по частотним діапазонам відносно “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/тимп” співвідносяться наступним чином: для “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/перит” для 2 кГц вища на 1,25 дБ, для 4 кГц вища на 0,69 дБ, для 6 кГц нижча на 0,81 дБ, для 8 кГц нижча на 0,13 дБ, для 10 кГц нижча на 0,69 дБ, для 12 кГц нижча на 2,44 дБ; довірчий же інтервал для 2 кГц менший на 5,12 дБ, для 4 кГц менший на 1,2 дБ, для 6 кГц більший на 1,39 дБ, для 8 кГц менший на 0,65 дБ, для 10 кГц менший на 0,53 дБ, для 12 кГц більший на 6,83 дБ, тобто загалом середня чутливість для “терапевтичної дії через 14 днів після Інтра/перит” нижча, в той час як довірчий інтервал також загалом нижчий. Статистичний аналіз результатів наведено у табл. 4.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено експериментальне дослідження стану слухового каналу морських свинок під дією на них направлено впливу медикаментозної природи. Отримані чисельні значення були оцінені шляхом застосування методу довірчих інтервалів та наступного їх статистичного аналізу за використанням t-критерію Стьюдента, з метою встановлення можливості застосування даних методів для оцінки стану слухового каналу при використанні ОАЕПС.

Встановлено, що отримані чисельні результати дають вичерпну інформацію щодо стану органу слуху

Таблиця 4. Статистичний аналіз результатів групи “Норма”, “Терапевтична дія ЧЕРЕЗ 14 днів після В/М”, “Терапевтична дія ЧЕРЕЗ 14 днів після Інтра/ТИМП”, “Терапевтична дія ЧЕРЕЗ 14 днів після Інтра/ПЕРИТ”.

Частота, кГц	2	4	6	8	10	12
Контрольна група, n=16	16,94±11,92	4,19±11,76	12,13±9,79	25,5±9,83	26,13±17,26	27,69±11,9
Терапевтична дія 14 днів після в/м, n=16	13,5±12,22 p>0,05	10,19±16,9 p<0,05	11,56±18,07 p>0,05	22,44±20,95 p>0,05	25,94±19,33 p>0,05	28,5±9,06 p>0,05
Терапевтична дія через 14 днів після Інтра/тимп, n=16	12,63±13,54 p>0,05 p1-2>0,05	10,63±20,45 p<0,05 p1-2>0,05	8,63±19,46 p>0,05 p1-2>0,05	19,81±19,9 p<0,05 p1-2>0,05	24,63±15,07 p>0,05 p1-2>0,05	28,31±7,44 p>0,05 p1-2>0,05
Терапевтична дія через 14 днів після Інтра/перит, n=16	13,88±8,42 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	11,31±19,25 p<0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	7,81±20,83 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	19,69±19,25 p<0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	25,94±14,54 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05	25,88±14,27 p>0,05 p1-3>0,05 p2-3>0,05

контрольних груп тварин, однак для оцінки індивідуальних результатів дослідження вони є непридатними.

Зроблено висновок про принципову можливість зміни чутливості слухового каналу морських свинок медикаментозним шляхом. Ця зміна має широкі границі (+11,5...-44 дБ), а тому існує можливість корекції патологій слухової системи, зокрема середнього вуха.

Хоча наведені результати були отримані на морських свинок, подібність їх слухової системи до слухової системи людини дає змогу стверджувати можливість застосування методики оцінки медикаментозного впливу за допомогою отоакустичної емісії на частоті продукту спотворення і на людині також.

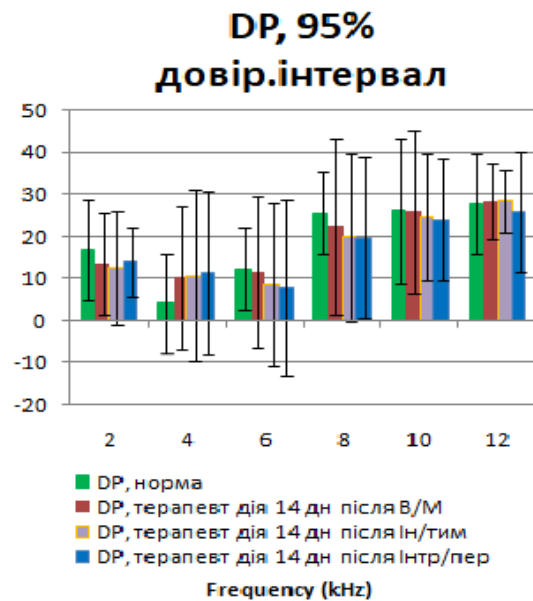


Рис. 6. Графіки експериментів груп “Норма”, “Терапевтична дія через 14 днів після В/М”, “Терапевтична дія через 14 днів після Інтра/тимп”, “Терапевтична дія через 14 днів після Інтра/перит”.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Shehata-Dieler, W., Volter, C., Hildmann, A., Hildmann, H., Helms, J. (2007). "Clinical and audiological findings in children with auditory neuropathy." *Laryngorhinotologie*, 86, 15-21. DOI: [10.1055/s-2006-925369](https://doi.org/10.1055/s-2006-925369)

p - ступінь достовірності різних показників відносно контрольної групи “Норма”.
p1-2, p2-3, p3-1 – ступінь достовірності різних показників у відповідних групах тварин.
n – число дослідів.

[2] David T Kemp. "Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use". *Br Med Bull* (2002) 63 (1): 223-241. PMID: 12324396

[3] Altman Ja.A., Tavarkiladze G.A. "Rukovodstvo po audiologii[Guide to audiology]". - Moskva, DMK-Press, 2003.



- [4] Arif Şanlı, M.D., Sedat Aydın, M.D., Resul Öztürk, M.D. "Microscopic guide to the middle ear anatomy in guinea pigs." *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 2009;19(2):87-94.
PMID: [19796006](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19796006/)
- [5] Amin Saremi, Rainer Beutelmann, Mathias Dietz, Go Ashida, Jutta Kretzberg, and Sarah Verhulst. "A comparative study of seven human cochlear filter models". *The Journal of the Acoustical Society of America* 140, 1618 (2016) p.1618-1634; DOI: [10.1121/1.4960486](https://doi.org/10.1121/1.4960486).
- [6] Dmitrii Mutalifovich Iarmamedov, Viacheslav Aleksandrovich Lipatov. "The method of confidence interval in biological and medical research". *Scientific electronic journal Innova* №3(4) 2016.
DOI: [10.21626/innova/2016.3/03](https://doi.org/10.21626/innova/2016.3/03)
- [7] Parenjuk D.V., Rudenka K.L. Doslidzhennja otoakustichnoi emisii na chastoti produktu spotvorennja biologichnih objektiv [The study of otoacoustic emission at the distortion product frequency of biological objects] // «ELEKTRONIKA-2017» Zbirnik statej. - K.: Pani nauka, 2017. S.15-18.
URL: http://elconf.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/01/ELCONF-2017_sbornik_full_2.pdf
- [8] Timen G.E., Rudenka K.L., Naida S.A., Parenjuk D.V. "Otoakustichna emisija jak diagnostichnij metod pri eksperimentalnij sensonevralnij prigluchvatosti [otoacoustic emission as a diagnostic method in experimental sensorineural hearing loss]". *Zhurnal vushnyih, nosovyih i gorlovyih hvorob* № 5, 2017. – K.: DU «Institut otolaringologii im. prof. O.S. Kolomijchenka NAMN Ukraini», 2017 – S.13-20.
URL: http://www.lorlife.kiev.ua/2017/2017_5_13.pd
- [9] Timen G.E., Rudenka K.L., Vinnichuk P.V., Naida S.A., Parenjuk D.V. "Vikoristannja otoakustichnoi emisii dlja ocinki diagnostiki terapevtichnoi dii trofinu pri eksperimentalnij sensonevralnij prigluchvatosti [Usage of otoacoustic emission in assessing the diagnosis of the therapeutic effect of the trophine in experimental sensory hearing loss]." *Specialnij vipusk "Zhurnal vushnyih, nosovyih i gorlovyih hvorob" prysvjacheno roboti Shhorichnoi tradicijnoi osinnoi konferencii Ukrainського naukovoogo medicznego tovaristva likariv-otorinolaringologiv z mizhnarodnoju uchastju "Dosjagnennja suchasnoi otorinolaringologii", 2-3 zhovtnja 2017r., № 5-s, 2017. – K.: DU «Institut otolaringologii im. prof. O.S. Kolomijchenka NAMN Ukraini», 2017 – p. 100-101.*
- [10] Otoakusticheska emisija (OAE) [Otoacoustic emission (OAE)] (06.08.2017) https://aurora.ua/ru/sluh/diagnostika-sluha_sluh/otoakusticheska-emissija-oae.htm

Надійшла до редакції 20 червня 2018 р.

УДК 534.771

Исследование возможности применения отоакустической эмиссии для регистрации медикаментозного воздействия на слуховой канал морских свинок

Паренюк Д. В., ORCID [0000-0002-0734-3183](https://orcid.org/0000-0002-0734-3183)

e-mail d.pareniuk@aae.kpi.ua

Кафедра акустики и акустоэлектроники acoustic.kpi.ua

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского" kpi.ua

Киев, Украина

Руденька Е. Л., научн.сотр., ORCID [0000-0003-3487-098X](https://orcid.org/0000-0003-3487-098X)

e-mail erudenska@gmail.com

Отдел патологии детского возраста

Институт отоларингологии им. А.С. Колумийченко АМН Украины

Киев, Украина

Дидковский В. С., д.т.н, проф., ORCID [0000-0002-0807-822X](https://orcid.org/0000-0002-0807-822X)

e-mail vs.didkovskiy@aae.kpi.ua

Найда С. А., д.т.н, проф., ORCID [0000-0002-5060-2929](https://orcid.org/0000-0002-5060-2929)

e-mail s.naida@kpi.ua

Кафедра акустики и акустоэлектроники acoustic.kpi.ua



Национальный технический университет Украины
"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского" kpi.ua
Киев, Украина

Тимен Г. Е., д.м.н, проф., ORCID [0000-0001-6791-9466](https://orcid.org/0000-0001-6791-9466)
e-mail erudenka@gmail.com

Отдел патологии детского возраста
Институт отоларингологии им. А.С. Коломийченко АМН Украины
Киев, Украина

Аннотация—В данной работе рассмотрена возможность применения отоакустической эмиссии на частоте продукта искажения для оценки направленного воздействия на слуховой орган биологического объекта. В качестве подопытных объектов были использованы морские свинки, строение слухового органа которых близко к человеческому. Для получения эффекта направленного воздействия на слуховой канал была проведена экспозиция подопытных образцов к отоактивным медицинским препаратам. Была установлена возможность получения результатов оценки состояния слухового канала путем применения отоакустической эмиссии с последующей обработкой ее результатов с помощью t-критерия Стьюдента. В работе представлены результаты оценки для двух больших групп экспериментов и приведен их статистический анализ.

Библ. 10, рис. 8, табл. 4.

Ключевые слова — Отоакустическая эмиссия; частота продукта искажения; биологический объект; объективная аудиология; t-критерий Стьюдента.

UDC 534.771

The Study of Implementation of the Otoacoustic Emission for Registration of the Medicamentous Influence on the Auditory Channel of Guinea Pigs

D. V. Pareniuk, ORCID [0000-0002-0734-3183](https://orcid.org/0000-0002-0734-3183)
e-mail d.parenjuk@aae.kpi.ua

Department of Acoustics and Acoustoelectronics acoustic.kpi.ua
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute" kpi.ua
Kyiv, Ukraine

K. L. Rudenka, Researcher, ORCID [0000-0003-3487-098X](https://orcid.org/0000-0003-3487-098X)
e-mail erudenka@gmail.com

Department of Pathology of Childhood
Institute of Otolaryngology named after. O.S. Kolomiychenko Academy of Medical Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine

V. S. Didkovskiy, Dr.Sc.(Eng.) Prof., ORCID [0000-0002-0807-822X](https://orcid.org/0000-0002-0807-822X)
e-mail vs.didkovskiy@aae.kpi.ua

S. A. Naida, Dr.Sc.(Eng.) Prof., ORCID [0000-0002-5060-2929](https://orcid.org/0000-0002-5060-2929)
e-mail s.naida@kpi.ua

Department of Acoustics and Acoustoelectronics acoustic.kpi.ua
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute" kpi.ua
Kyiv, Ukraine



G. E. Timen, Dr.Sc.(Med.) Prof., ORCID [0000-0001-6791-9466](https://orcid.org/0000-0001-6791-9466)
e-mail erudenko@gmail.com

Department of Pathology of Childhood

Institute of Otolaryngology named after. O.S. Kolomiychenko Academy of Medical Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine

Abstract—Out of the hundred infants from one to three children are born with hearing disorders or acquire it in the neonatal period.

That is, when performing a screening, there is no identification of the disease, but the normal function of the hearing organ is confirmed or not confirmed.

Among the important advantages of otoacoustic emissions is that this method is objective, that is, minimizes the possibility of a mistake due to the influence of the human factor on the research process. In addition, this method can be applied from the very first days of life, which gives it a rather tangible advantage over subjective methods for which the cooperation of the subject is required.

One of the new methods for objective hearing research, which is actively used in audio practice, is the method of recording distortion product otosacoustic emission signals (DPOAE) generated by the structures of the cochlear of the inner ear spontaneously or in response to acoustic stimulation.

Guinea pigs were used as a test subjects because their hearing organ bears high level of resemblance to the human one.

The complex of the results of guinea pig hearing ability testing obtained with the usage of otosacoustic emission at the frequency of the product of distortion was considered in the study. Each reviewed situation was presented by a set of survey results for each ear of the eight guinea pigs at 6 frequencies - 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz, 10 kHz, 12 kHz, in general 96 results in the research.

Guinea pigs, whose bodies have not been affected by medications, were consolidated in the control group (which is taken as a result of their normal hearing state). Thus, 40 experiments on guinea pigs under medical effects and one for the determination of normal value were performed. This paper presents 6 groups of experiments.

The analysis of the results took place as follows: for each one of the frequencies used, the mean value of the amplitude was found, and definition of the deviation set the confidence interval for each experiment.

A statistical analysis of the obtained results was also carried out using Student's t-criterion. The reason of its application was match of the results to samples of the normal distribution law.

Subsequently, the results (including the "Norma") are compared with the criterion for passing the otoacoustic test, which is given by Ph.D. Y. K. Sokolov.

In this paper were obtained experimental results of the study of the condition of the auditory channel of experimental subjects (guinea pigs), on which the directed effect of medicinal nature was carried out were estimated by applying the method of confidence intervals and their subsequent statistical analysis was conducted with the usage of the t-criterion of the Student in order to establish the possibility of using these methods for assessing the state of the auditory canal when using otosacoustic emissions at the frequency of the product of distortion.

According to the analysis of the above results, it can be concluded that the numerical results obtained provide comprehensive information on the state of the hearing of the control group of animals, but they are not suitable for the purpose of evaluating the individual results of the study.

From the statistical and actual results presented in the work it can be concluded that the sensitivity of the applied methods to the mean values in the frequency bands and the less sensitivity to the error values.

Ref.10, fig.6, tabl. 4.

Keywords — *otosacoustic emission; distortion product; biological object; objective audiology; Student's t-criteria.*

