



УДК 615.851:37.018.6

DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.2.2026.14>Сайт журналу: <https://nmuofficial.com/zhurnal-medychna-nauka-ukrayiny/>

Отримано: 22.12.2025; Доопрацьовано: 30.04.2026;

Прийнято: 28.05.2026; Опубліковано: 30.06.2026

Юрій Марушко

Доктор медичних наук, професор
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
01601, бульв. Т. Шевченка, 13, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8066-9369>

Ірина Кондратенко

Виконуючий обов'язки завідувача відділення патології слуху і мовлення «СУВАГ»
КНП «Свято-Михайлівська клінічна лікарня м. Києва»
01601, вул. Шовковична, 39/1, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0009-0003-6261-7567>

Ольга Хомич*

Доктор філософії, доцент
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
01601, бульв. Т. Шевченка, 13, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9272-7159>

Світлана Ходаківська

Кандидат медичних наук, доцент
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
01601, бульв. Т. Шевченка, 13, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0082-6561>

Впровадження асистивних технологій для реабілітації дітей з порушенням слуху

Анотація

Актуальність. Порушення слуху у дітей негативно впливають на розвиток мовлення, когнітивні функції, навчання та соціальну адаптацію, тоді як використання асистивних технологій допомагає компенсувати сенсорні дефіцити, покращити сприйняття мовлення й сприяти ефективнішій інтеграції дитини в освітнє та соціальне середовище.

Мета. Аналіз сучасних наукових публікацій, присвячених асистивним технологіям у реабілітації дітей із порушеннями слуху, з акцентом на ефективність їх використання у дітей із кохлеарними імплантами.

Матеріали та методи. Проведено систематичний огляд літератури відповідно до вимог PRISMA 2020 із визначенням дослідницького питання за моделлю PICO, чіткими критеріями включення та стандартизованою стратегією пошуку в базах PubMed, Scopus та Web of Science за 2010-2025 роки.

Результати. Аналіз 21 відібраного дослідження засвідчив, що застосування асистивних технологій асоціюється з покращенням розпізнавання мовлення, зменшенням негативного впливу фонового шуму та підвищенням академічної активності дітей. Найбільш виражений ефект спостерігався при комбінованому використанні слухових апаратів або систем кохлеарної імплантації з технологіями підсилення сигналу (FM-системи, індукційні петлі), що забезпечують покращення співвідношення сигнал/шум у складних акустичних умовах. Інтеграція декількох технологічних рішень сприяє індивідуалізації реабілітації та підвищенню її функціональної результативності.

Висновки. Апаратна реабілітація є актуальним і ефективним засобом підтримки пацієнтів із сенсоневральними порушеннями слуху, забезпечуючи відновлення або покращення сприйняття звуків і мовлення за допомогою слухових апаратів, кохлеарних імплантів та систем підсилення звуку. Інтеграція допоміжних технологій для комунікації дозволяє дітям із порушеннями слуху активніше

Приклад цитування:

Chyzh KP, Chyzh KP, Chyzh KP, Chyzh KP. Antibiotic resistance profile of gram-negative sepsis pathogens in cardiac surgery patients. Med Sci Ukr. 2026;22(2): 133–143. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.2.2026.14>

*Автор-кореспондент (khomychov@gmail.com)

брати участь у навчальному процесі, соціальних взаємодіях та повсякденному житті, покращуючи їхню якість життя та психосоціальне благополуччя. Практичне значення результатів полягає в обґрунтуванні раннього індивідуалізованого застосування допоміжних технологій у реабілітації дітей із порушеннями слуху.

Ключові слова: допоміжні технології; FM-система; слухові апарати; кохлеарний імплант; слухові порушення; реабілітаційне втручання; пацієнти дитячого віку; розпізнавання мовлення.

ВСТУП

Порушення слуху в дитячому віці залишаються важливою медико-соціальною проблемою, що має суттєвий вплив на розвиток дитини, формування мовлення, когнітивних функцій, комунікативних навичок та соціальну адаптацію. Своєчасне виявлення слухових порушень і впровадження сучасних підходів до реабілітації є необхідною умовою забезпечення повноцінного розвитку пацієнтів дитячого віку та покращення їхньої якості життя. Удосконалення методів ранньої діагностики, застосування допоміжних технологій, слухових апаратів, кохлеарних імплантів і комплексних реабілітаційних втручань розширюють можливості підтримки дітей із порушенням слуху, однак водночас актуалізують потребу подальшого вивчення ефективності сучасних стратегій реабілітаційної допомоги.

Упродовж 1990-2021 років в усьому світі спостерігається стійке зростання поширеності порушень слуху серед дітей різних вікових груп. За даними Global Burden of Disease Study 2021, у 2021 році приблизно 97,83 млн дітей та підлітків віком до 20 років мали порушення слуху різного ступеня тяжкості, що має істотні довгострокові наслідки для фізичного, когнітивного та психосоціального розвитку дітей і підлітків. Зазначено, що за період з 1990 по 2021 роки кількість випадків порушень слуху в дітей зросла з приблизно 79,9 млн до 97,8 млн, а показник захворюваності на 100 000 населення збільшився з 3 537 до 3 711. Ці дані свідчать про значну зміну масштабів проблеми та необхідність посиленої уваги до профілактики, ранньої діагностики й реабілітації порушень слуху у дітей і підлітків у глобальному масштабі [1].

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), у світі понад 1,5 млрд людей мають порушення слуху. Приблизно 430 млн із них страждають на інвалідизуючу втрату слуху (disabling hearing loss), тобто стан, що значно обмежує повсякденну комунікацію і потребує спеціалізованого лікування та реабілітаційних заходів. Очікується, що до 2050 року кількість людей із таким порушенням слуху продовжить зростати [2]. За даними проектного звіту The BEARR Trust, станом на 2025 рік в Україні близько 30 600 осіб мають порушення слуху [3]. Згідно з цим же звітом, частота значущих порушень слуху серед новонароджених у світі становить приблизно 1-3 випадки на 1 000 живонароджених, що робить цю патологію однією

з найчастіших вроджених аномалій, яку виявляють при обов'язковому скринінгу слуху новонароджених у перші дні життя. У контексті України аналіз програм регіонального аудіологічного скринінгу свідчить, що частота виявлених порушень слуху серед новонароджених становить приблизно 1 випадок на 2 000 дітей. При цьому близько 40 % випадків не діагностується до досягнення дитиною 6 місяців життя, що суттєво ускладнює своєчасне втручання та проведення реабілітаційних заходів. Такі дані були отримані в рамках оцінки стану скринінгу слуху серед новонароджених у 2023 році за участю 16 регіонів України [4]. Саме тому у 2025 році МОЗ України затверджено новий наказ "Про затвердження порядку надання медичної допомоги з організації скринінгу та діагностики порушень слуху у дітей", що визначає організаційно-методичні засади проведення скринінгу слуху, включаючи етапи скринінгу, критерії оцінки ризиків втрати слуху та стандарти проведення аудіологічних досліджень у віці до 6 років [5].

Крім того, за даними O. Kuzenko *et al.* [6] та J. Wang *et al.* [7] у шкільному віці 15-17 % дітей демонструють певний ступінь зниження слухової функції, що може включати як легкі, так і помірні форми порушення, які потенційно впливають на академічну успішність та соціальну адаптацію. У шкільному віці слухові порушення часто мають поступовий або прихований характер, що ускладнює їх своєчасне виявлення в межах рутинних медичних оглядів. Водночас саме в цей період формуються ключові когнітивні, мовленнєві та соціально-комунікативні навички, тому навіть незначне зниження слуху може мати кумулятивний негативний вплив на навчальний процес, поведінку та психоемоційний розвиток дитини. Це підкреслює необхідність безперервного аудіологічного моніторингу не лише в неонатальному періоді, але й упродовж усього дитячого та підліткового віку, з особливою увагою до дітей шкільного віку. Зокрема, систематичний огляд J. Wang *et al.* [7] продемонстрував зростання поширеності порушень слуху серед дітей та підкреслив важливість раннього виявлення і реабілітаційного супроводу. У систематичному огляді R.S. Melo *et al.* [8] показано позитивний вплив реабілітаційних програм на рівновагу та функціональну активність дітей із сенсоневральною втратою слуху.

За інформацією МОЗ України та Всесвітньої організації охорони здоров'я, в Україні налічується близько 40 тис. осіб з інвалідністю, пов'язаною з порушеннями слуху. Серед учнів закладів загальної середньої освіти різних типів приблизно п'ята частина представлена дітьми зі зниженим слухом або глухотою, що обумовлює необхідність створення спеціальних умов для навчання, комунікації та реабілітації [2, 6]. Порушення слуху є одним із найпоширеніших порушень психофізичного розвитку у новонароджених. У 85 % випадків втрата слуху має вроджений характер або виникає протягом перших 1-2 років життя, тобто у домовленнєвий період і на початкових етапах формування мовлення, які є критично важливими для подальшого пізнавального, мовленнєвого та соціального розвитку дитини. За даними літератури, до 80 % випадків порушень слуху припадає на сенсоневральні форми, для корекції яких можуть застосовуватися сучасні методи слухопротезування, включаючи системи кохлеарної імплантації [4]. З огляду на високу поширеність порушень слуху серед дітей, тенденцію до зростання кількості осіб із порушеннями слуху у світі, а також визначальний вплив слуху на мовленнєвий, когнітивний та соціальний розвиток, кохлеарна імплантація набула широкого застосування як один із ефективних способів попередження та подолання наслідків глухоти. Водночас ефективність кохлеарної імплантації не обмежується хірургічним втручанням, а значною мірою залежить від подальшої реабілітації з використанням сучасних асистивних технологій, спрямованих на покращення сприйняття звукової інформації, розвиток комунікативних навичок, підвищення рівня автономності дитини та забезпечення її повноцінної участі в освітньому процесі й соціальному середовищі.

Таким чином, актуальним залишається узагальнення сучасних наукових даних щодо ролі допоміжних технологій у комплексній реабілітації дітей із порушеннями слуху та визначення перспективних напрямів їх застосування для покращення слухового сприйняття, комунікації та соціальної інтеграції. Метою дослідження було систематизувати та проаналізувати сучасні наукові дані щодо використання допоміжних технологій у реабілітації дітей із порушеннями слуху, зокрема дітей із кохлеарними імплантами.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Проведено систематичний огляд сучасних наукових джерел щодо асистивних технологій, що застосовуються для реабілітації дітей із порушеннями слуху, зокрема дітей із кохлеарними імплантами. Аналіз літератури охоплював дослідження ефективності вібраційних та світлових сигналів, FM-систем, петльових індукційних систем, а також тексто-

вих і відео-комунікаційних телефонів, з акцентом на їхній вплив на автономність, соціальну інтеграцію та участь дітей у навчальному процесі. Систематичний огляд виконано відповідно до Заяви PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) із дотриманням оновлених вимог до прозорості та повноти звітності [9].

Дослідницьке питання було сформульовано за моделлю PICO, де Population (P) – діти віком 0-18 років із порушеннями слуху, у тому числі після кохлеарної імплантації; Intervention (I) – асистивні технології (слухові апарати, системи кохлеарної імплантації, FM-системи, індукційні петлі, вібраційні та світлові сигнали, текстові й відео-комунікаційні засоби); Comparison (C) – стандартні підходи до реабілітації або відсутність спеціалізованих асистивних технологій; Outcomes (O) – показники розпізнавання мовлення, участі в навчальному процесі, соціальної інтеграції та якості життя [9].

Інформаційний пошук проводили у базах даних PubMed, Scopus та Web of Science за період з 1 січня 2010 року по 31 грудня 2025 року. Використовували комбінації ключових слів та MeSH-термінів: "hearing impairment", "children", "assistive technology", "cochlear implant", "FM system", "assistive listening devices", "speech perception", із застосуванням логічних операторів AND/OR. Додатково аналізували посилання в релевантних статтях для виявлення додаткових джерел. Критерії включення охоплювали: (1) дослідження за участю дітей віком до 18 років із різними формами порушення слуху; (2) наявність опису застосування принаймні одного типу асистивних технологій у контексті реабілітації; (3) подані кількісні або якісні результати, пов'язані з клінічними, функціональними чи психосоціальними наслідками; (4) публікація в рецензованих журналах англійською або українською мовами. До аналізу не включали оглядові матеріали без чіткої методології пошуку, експертні коментарі, окремі випадки без систематизованої оцінки ефективності, а також роботи, що стосувалися виключно дорослих пацієнтів.

Результати систематичного пошуку. На етапі ідентифікації в базах даних було виявлено 312 записів. Після видалення дублікатів ($n = 44$) для подальшого аналізу залишено 268 публікацій. У ході первинного скринінгу заголовків та анотацій виключено 194 роботи, які не відповідали попередньо визначеним критеріям включення. Повнотекстову оцінку проведено для 74 статей, із яких 21 дослідження відповідали всім критеріям відбору та були включені до якісного синтезу. Схематизований процес відбору досліджень відповідно до рекомендацій PRISMA 2020 представлено на рисунку 1, де відображено кількість записів і причини їх виключення на кожному етапі.

PRISMA-діаграма процесу відбору досліджень відповідно до PRISMA 2020



Рисунок 1. PRISMA-діаграма процесу відбору досліджень відповідно до PRISMA 2020

Джерело: розроблено авторами відповідно до рекомендацій PRISMA 2020 на основі власних даних систематичного пошуку та відбору досліджень

Оцінку ризику упередженості у включених дослідженнях виконували із застосуванням відповідних інструментів: для когортних та спостережних досліджень – шкали Newcastle–Ottawa, для опублікованих систематичних оглядів – інструменту AMSTAR-2. Аналіз виконували двоє незалежних дослідників; розбіжності в оцінках вирішували шляхом обговорення до досягнення консенсусу.

Характеристика включених досліджень. До якісного синтезу включено 21 дослідження, опублікованих у 2010-2025 роках. Серед них переважали проспективні когортні дослідження, клінічні спостереження та порівняльні дослідження ефективності слухопротезних і допоміжних технологій у дітей із порушеннями слуху. Зокрема, було проаналізовано роботи Z. Guo *et al.* [1], J. Wang *et al.* [7], R.S. Melo *et al.* [8]. Відбір досліджень здійснювали відповідно до рекомендацій PRISMA 2020. Основними оцінюваними результатами були показники розпізнавання мовлення, співвідношення сигнал/шум (SNR), рівень навчальної активності, соціальна інтеграція та показники якості життя [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У проаналізованих дослідженнях розглядали широкий спектр асистивних технологій, що використовуються для підтримки дітей із порушеннями слуху. До них належали слухові апарати, системи кохлеарної імплантації, FM-системи, індукційні петлі, засоби візуального та вібраційного сповіщення, а також цифрові технології комунікації, зокрема платформи текстового та відеозв'язку. Найчастіше дослідження були присвячені оцінці ефективності слухових апаратів, кохлеарних імплантів і FM-систем, тоді як засоби візуального та вібраційного сповіщення розглядали переважно як додаткові інструменти підтримки повсякденної діяльності та безпеки дітей із порушеннями слуху.

Пріоритетом національної політики є розвиток та оптимізація системи підтримки дітей з особливими потребами, включно з тими, хто має порушення слуху. В Україні впроваджуються міжнародні стандарти надання допомоги дітям із порушеннями слуху, зокрема обов'язковий неонатальний скринінг, розширення доступу до слухопротезування високотехнологічними засобами, включно з кохлеарними імплантами, водночас посилюється раннє втручання, спрямоване на корекцію слухових та мовленнєвих порушень у новонароджених та дітей раннього віку, а також розвиваються інклюзивні програми в освіті та соціальній адаптації. Зазначені тенденції обумовлюють потребу в удосконаленні існуючих підходів до слухомовленнєвого розвитку дітей із порушеннями слуху, а також у модернізації організаційних і технологічних аспектів корекційно-розвиткової допомоги. Упродовж 2020-2025 років за даними S.T. Mohamed *et al.* [10] відбулися суттєві зміни у розумінні особливих освітніх потреб дітей із порушеннями слуху, що знайшло відображення у впровадженні більш інклюзивних підходів, розширенні можливостей використання допоміжних технологій та посиленні уваги до індивідуалізації освітнього й реабілітаційного супроводу.

Отримані результати узгоджуються з сучасними міжнародними даними [1-2], які підтверджують ефективність комплексного застосування асистивних технологій у дітей із порушеннями слуху. Комбіноване використання слухопротезних засобів та систем підсилення сигналу створює сприятливі умови для формування слухомовленнєвих навичок, покращення академічної успішності та соціальної адаптації. З огляду на клінічну різноманітність порушень слуху, для систематизації підходів до їх оцінки у таблиці 1 наведено класифікацію за етіологією, ступенем тяжкості (порогом слуху), часом виникнення, симетрією ураження та формою на аудіограмі.

Таблиця 1. Класифікація порушень слуху за основними клінічними критеріями

За етіологією	За рівнем тяжкості (порог слуху)	За часом виникнення	За симетрією	За формою на аудіограмі
Кондуктивна (провідникова) приглухуватість Сенсоневральна (нейросенсорна) приглухуватість Змішана приглухуватість Центральна приглухуватість	Легка: 20-40 дБ Помірна: 41-55 дБ Виражена помірна: 56-70 дБ Важка: 71-90 дБ Глибока: понад 90 дБ	Вроджена Набута	Одностороння двостороння	Рівна Високочастотна Низькочастотна Куполоподібна / U-подібна

Джерело: складено авторами на основі [1-2, 7]

За даними Y.C. Hung *et al.* [11] етіологією порушення слуху поділяють на кілька основних форм, кожна з яких має різні патогенетичні механізми, клінічні прояви та підходи до лікування й реабілітації. Сенсоневральна (нейросенсорна) приглухуватість виникає внаслідок ураження рецепторного апарату внутрішнього вуха (волоскових клітин завитки), слухового нерва або їхніх центральних провідникових шляхів. Ця форма є найпоширенішою та, як правило, має стійкий або прогресуючий характер. До її причин належать генетичні чинники, внутрішньоутробні інфекції, перинатальні ураження, ототоксичний вплив лікарських засобів, шумова травма, вірусні захворювання та судинні порушення. Окрему клінічну форму становить раптова втрата слуху, яка характеризується швидким зниженням слухової функції протягом періоду до 72 годин. За даними O. Kuzenko *et al.* [6] та J. Wang *et al.* [7] якщо патологічний процес локалізується у внутрішньому вусі або слуховому нерві, говорять про раптову сенсоневральну втрату слуху (SSNHL). У випадках, коли причину такого стану не вдається встановити навіть після повного клінічного обстеження, діагностують ідіопатичну раптову сенсоневральну втрату слуху, що є найбільш поширеним варіантом SSNHL у клінічній практиці.

За даними C. Pflug *et al.* [12] та R.S. Melo *et al.* [8] кондуктивна (провідникова) приглухуватість зумовлена порушенням проведення звукових коливань через структури зовнішнього або середнього вуха. До найпоширеніших причин належать запальні процеси середнього вуха (гострий та хронічний середній отит), ексудативний отит, перфорація барабанної перетинки, аномалії розвитку слухових кісточок, а також інші механічні перешкоди для проходження звуку. За цієї форми внутрішнє вухо зберігає функціональну цілісність, а слухова функція в багатьох випадках може бути повністю або частково відновлена після усунення етіологічного чинника.

Змішана приглухуватість поєднує ознаки як кондуктивного, так і сенсоневрального ураження, що свідчить про одночасне залучення структур середнього та внутрішнього вуха. За даними E. Nightengale *et al.* [13] центральна приглухуватість зумовлена порушенням обробки слухової інформації на рівні центральної нервової системи – у підкіркових

структурах або корі головного мозку. При цьому периферичні відділи слухового аналізатора можуть залишатися анатомічно та функціонально збереженими. За даними N. Tye-Murray *et al.* [14] такий тип порушення слуху часто спостерігається при тривалих хронічних запальних захворюваннях середнього вуха, ускладнених вторинним ураженням рецепторного апарату, і потребує комплексного підходу до лікування та реабілітації.

Детальне визначення типу, тяжкості, часу виникнення, симетрії та форми порушення слуху дозволяє не лише систематизувати клінічні дані, але й сформулювати основу для точної діагностики та оцінки потреб дитини у медичній та реабілітаційній допомозі. Діагностика слуху є критично важливою на всіх етапах розвитку дитини, оскільки своєчасне виявлення порушень дозволяє підібрати ефективні методи корекції та запобігти вторинним порушенням мовлення, когнітивного та соціального розвитку. Однак за даними PravoChuty [4] навіть після встановлення діагнозу важливим аспектом є проведення комплексної реабілітації, що включає використання сучасних асистивних технологій, слухопротезування або кохлеарної імплантації, навчання слухо-мовленнєвим навичкам та адаптацію дитини до освітнього та соціального середовища.

Реабілітація є необхідною для пацієнтів із неповним відновленням слуху та спрямована на відновлення функціональних можливостей і поліпшення якості життя. Рекомендується надавати консультування щодо потенційних переваг використання слухопротезних технологій та інших допоміжних заходів, оскільки систематичні огляди демонструють їхній позитивний вплив на функціональні та соціальні аспекти життя. За даними E.M. Fitzpatrick *et al.* [15] впровадження цих технологій потребує відповідного консультування та ресурсного забезпечення. Регулярне використання слухопротезів та супровідних заходів слід розглядати як невід'ємну складову комплексної реабілітаційної підтримки, спрямованої на оптимізацію функціональної інтеграції та соціальної участі дитини.

Реабілітація пацієнтів із залишковою сенсоневральною приглухуватістю після гострого епізоду є необхідною для відновлення функціональних можливостей та підвищення якості життя. На основі

Клінічної настанови «Тактика ведення пацієнтів з раптовою і гострою сенсоневральною приглухуватістю» [16], затвердженої МОЗ України у 2022 році, пацієнтам рекомендується надавати консультування щодо потенційних переваг застосування слухопротезних технологій та інших допоміжних заходів. Використання слухопротезів сприяє покращенню слухових функцій, підвищенню якості життя та підтримці емоційного стану пацієнта, водночас забезпечуючи розширення можливостей для участі у повсякденних діяльностях.

Апаратна реабілітація дітей зі слуховими порушеннями базується на використанні технічних рішень, спрямованих на компенсацію слухового дефіциту та покращення можливостей спілкування. До таких засобів належать *слухові апарати, системи кохлеарної імплантації, пристрої для підсилення*

звуку, а також вібраційні й світлові системи оповіщення. Додаткову підтримку забезпечують сучасні цифрові засоби комунікації, включаючи *текстові сервіси та спеціалізовані мобільні технології*. Слухові апарати є одним із основних засобів слухової реабілітації дітей із порушеннями слуху. На відміну від дорослих пацієнтів, слухопротезування у дитячому віці спрямоване не лише на компенсацію втрати слуху, але й на забезпечення умов для формування слухового сприйняття, розвитку мовлення та комунікативних навичок. У зв'язку з цим для дітей застосовують спеціалізовані моделі слухових апаратів і адаптовані алгоритми налаштування, які враховують вікові особливості слухової системи, ступінь втрати слуху та потреби мовленнєвого розвитку [17]. До «дитячих» слухових апаратів існують певні вимоги, які відображені в Таблиці 2.

Таблиця 2. Критерії функціональності та безпечності дитячих слухових апаратів

Критерій	Опис характеристик
Гнучкість характеристик	Налаштування відповідно до дитячого алгоритму DSL з мінімальним рівнем спотворень
Механічна безпечність	Використання гіпоалергенних матеріалів, міцна конструкція, відсутність дрібних елементів
Акустична безпечність	Контроль максимального рівня вихідного звукового тиску, компресія (переважно голосова), можливість відключення регулятора гучності
Прогнозованість використання	Наявність світлової індикації роботи пристрою, систем контролю правильності встановлення вкладки та засобів дистанційного керування
Надійність функціонування	Забезпечення стабільної роботи апарату в різних умовах експлуатації
Можливість активації/деактивації «дорослих» функцій	Наявність опцій активації або деактивації окремих функцій, зокрема спрямованого мікрофона чи перемикання програм залежно від потреб користувача

Примітки: DSL – desired sensation level

Джерело: складено авторами на основі [2, 7, 17]

За даними J.N. Li *et al.* [17] сучасні слухові апарати представлені різними конструктивними варіантами, серед яких найбільш поширеними є заушні та внутрішньовушні моделі. Заушні пристрої розміщуються позаду вушної раковини та забезпечують можливість широкого індивідуального налаштування залежно від ступеня втрати слуху. Внутрішньовушні моделі виготовляються відповідно до анатомічних особливостей зовнішнього слухового ходу конкретного користувача та розташовуються безпосередньо у вусі.

У дитячому віці перевага надається заушним слуховим апаратам, оскільки анатомічні особливості зовнішнього слухового ходу у дітей раннього віку обмежують можливість використання внутрішньовушних конструкцій. Крім того, активний ріст дитини потребує регулярного оновлення індивідуальних вушних вкладок та корекції параметрів слухопротезування для забезпечення оптимальної якості звукового сигналу. Ефективність слухопротезування визначається не лише правильним підбором технічного засобу, але й подальшою слуховою реабілітацією. Після встановлення слухового

апарата важливим є формування навичок сприйняття та інтерпретації звукової інформації. Реабілітаційний процес передбачає поступове ознайомлення дитини з різними акустичними стимулами, розвиток умінь локалізації джерела звуку, розрізнення мовленнєвих і немовленнєвих сигналів, а також удосконалення слухової уваги та комунікативних навичок. Такий комплексний підхід сприяє більш ефективній адаптації до використання слухових апаратів і покращує результати слухомовленнєвого розвитку [15, 17]. Кохлеарна імплантація належить до сучасних високотехнологічних методів слухової реабілітації та застосовується у пацієнтів із тяжкою або глибокою сенсоневральною втратою слуху, коли традиційне слухопротезування не забезпечує достатнього сприйняття мовлення та розвитку слухових функцій [17]. На відміну від слухових апаратів, які підсилюють акустичний сигнал і використовують збережені структури слухового аналізатора, система кохлеарної імплантації забезпечує електричну стимуляцію волокон слухового нерва, компенсуючи недостатню функцію пошкоджених сенсорних клітин внутрішнього вуха [18].

Згідно з роботами F. Nassrallah *et al.* [18] система кохлеарної імплантації складається з двох компонентів (внутрішнього та зовнішнього). Внутрішня частина включає приймач-стимулятор та електродний масив, який імплантується до завитки. До зовнішнього компонента належать мовний процесор, передавальна котушка та з'єднувальні елементи, що забезпечують передачу інформації між зовнішньою та внутрішньою частинами системи. Передача сигналу здійснюється через магнітне з'єднання між котушкою та імплантованим приймачем. Результати досліджень J.N. Li *et al.* [17] та F. Nassrallah *et al.* [18] свідчать, що використання кохлеарних імплантів сприяє покращенню сприйняття звуків навколишнього середовища, підвищенню розбірливості мовлення та ефективності комунікації в різних акустичних умовах. Особливе значення кохлеарна імплантація має у дитячому віці, оскільки створює передумови для формування слухомовленнєвих навичок, навчальної діяльності та соціальної адаптації. Водночас ефективність імплантації залежить не лише від хірургічного втручання, але й від подальшого комплексного реабілітаційного супроводу. Після активації системи важливими складовими реабілітації є індивідуальне налаштування мовного процесора, його технічна підтримка, розвиток слухового сприйняття, формування мовлення та вдосконалення комунікативних

навичок. Саме поєднання технологічної корекції слуху та тривалої слухомовленнєвої реабілітації забезпечує найбільш повну реалізацію потенціалу кохлеарної імплантації.

Згідно з даними J.S. Kim & C.H. Kim [19] системи підсилення звуку (Assistive Listening Systems (ALS)/ Assistive Listening Devices (ALDs)) є групою технологій, призначених для покращення розуміння мовлення та якості звуку у складних акустичних умовах, особливо в громадських місцях, де фоновий шум, відстань до джерела звуку чи реверберація знижують розбірливість мовлення для людей з порушенням слуху. ALS працюють за принципом покращення відношення сигнал/шум, що є ключовим для розпізнавання мови особами з ослабленим слухом у реальних умовах слухання – особливо коли традиційні слухові апарати або кохлеарні імпланти не забезпечують достатнього результату. FM-система належить до бездротових ALS, що використовує частотну радіомодуляцію для передачі звуку з джерела (наприклад, мікрофона лектора або аудіосистеми сцени) безпосередньо до приймача користувача, який може бути інтегрований у слуховий апарат або призначений у вигляді окремого пристрою – приймача, що підключається до слухового апарату чи навушника. Рисунок 2 демонструє ключові можливості FM-систем у покращенні сприйняття мовлення.

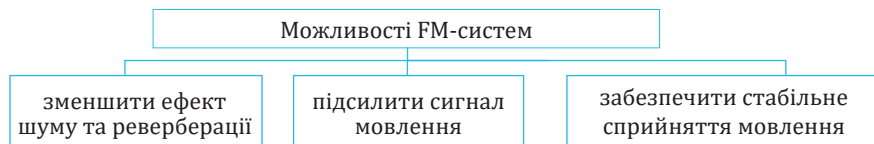


Рисунок 2. Ключові можливості FM-систем

Джерело: складено авторами на основі [2, 7, 19]

Представлена на Рисунку 2 система дозволяє підсилювати сигнал мовлення без впливу фонових шумів і відстані між джерелом звуку та слухачем. Вона зменшує ефект реверберації, передаючи сигнал на окремій радіочастоті, незалежній від загального звукового поля приміщення, що забезпечує стабільність сприйняття мовлення навіть у великих залах чи відкритих просторах. Наукові дослідження підтверджують, що застосування FM-систем значно покращує розпізнавання мови в умовах високого шуму, що особливо важливо у навчальних закладах. Індукційна петля є типом ALS, який формує електромагнітне поле у визначеному просторі, яке може бути сприйняте бездротово безпосередньо слуховими апаратами чи кохлеарними процесорами, обладнаними Telecoil (T-coil). Ця технологія дозволяє уникати проблем, пов'язаних з фоновим шумом та відстанню, оскільки сигнал передається безпосередньо у вушне обладнання без проміжних акустичних кроків [20]. Обидва типи систем – FM-системи та

індукційні петлі – широко застосовуються, їх порівняльна характеристика наведена в Таблиці 3.

Результати досліджень A. Flores Ramones & M.S. Del-Rio-Guerra [21] демонструють, що саме вібраційні та світлові сигнали є важливою складовою асистивних технологій, що забезпечують альтернативні канали сповіщення для осіб із глухотою або значною втратою слуху. Традиційні звукові сигнали часто не сприймаються людьми з порушенням слуху, що створює ризики для безпеки та обмежує участь у повсякденних активностях. За допомогою вібраційних (тактильних) і світлових (візуальних) сповіщень, інформація про важливі події може бути доступною через інші сенсорні системи, що відповідає принципам сенсорної заміни та мультисенсорної підтримки в асистивних технологіях.

Вібраційні сигнали використовують тактильну стимуляцію для повідомлення про важливі звукові події, наприклад дзвінки, будильники або аварійні сигнали. Такі системи можуть бути реалізовані у

вигляді носних пристроїв, браслетів, килимків або підставок під ліжко, що вібрують, коли навколишня система виявляє звукову подію. Практичні дослідження показують, що носимі вібраційні пристрої здатні ефективно ідентифікувати важливі звуки та передавати їх користувачеві через тактильний

зворотний зв'язок, що підвищує сприйняття подій і безпеку в повсякденному житті [22]. Згідно з даних "Healthy Hearing" [23] таке тактильне сповіщення ефективно у випадках, коли звуковий сигнал недостатній або недостатній, наприклад під час сну або в шумному середовищі.

Таблиця 3. Основні характеристики FM-системи та індукційних петель

Характеристика	FM-системи	Індукційні петлі
Принцип передачі	Радіоформа модуляція сигналу (частотна радіо) до приймача	Магнітне поле в приміщенні, що приймається слуховим апаратом/телекоєм
Підключення у слуховий апарат	Потребує окремого приймача або інтеграції	Безпосередньо через T-coil/телекоел у слуховому апараті або кохлеарному імпланті
Передача сигналу	До окремого приймача	Пряме надсилання
Якість звуку / SNR	Дуже добрий SNR на відстані	Дуже високий SNR на відстані
Споживання енергії	Приймачі можуть збільшувати споживання батареї слухового апарата	Немає впливу на батарею користувача; енергія – у петлі
Сфера застосування	Відкриті простори, великі зали, навчальні класи	Громадські приміщення, театри, конференц-зали, кінотеатри, аудиторії
Переваги	Гнучкість у налаштуванні відстані; підтримка великої кількості користувачів	Простота використання; не потребує окремих приймачів

Примітки: SNR – signal-to-noise ratio

Джерело: складено авторами на основі [2, 20]

Світлові сигнали реалізуються через стробоскопічні лампи, LED-індикатори або індикатори в пристроях оповіщення, які спалахують або змінюють інтенсивність світла у момент активації звукового сигналу (наприклад, дверний дзвінок, телефонний виклик, сигнал диму). Такі візуальні попередження дозволяють одразу ідентифікувати подію без використання звуку, що особливо важливо у громадських або домашніх умовах, де звукові сигнали недоступні особам із важкою втратою слуху. Комбінація світлових і вібраційних сигналів ще більше підвищує надійність сповіщення та інклюзивність середовища, оскільки охоплює різні сенсорні канали одночасно [24].

Ці технології часто об'єднуються в сучасних системах домашнього обладнання, що інтегрують розумні датчики, мобільні сповіщення, IoT-пристрої та персональні носимі пристрої, щоб повідомляти про важливі події в реальному часі з налаштуванням інтенсивності вібрації чи індикаторів світла залежно від уподобань користувача. Розвиток таких рішень відповідає ширшій тенденції впровадження асистивних технологій для покращення доступності та самостійності людей із порушеннями слуху у повсякденному житті. Згідно з даними E. Bahçekapılı & A. Ayaz [25] використання світлових і вібраційних сигналів у асистивних системах відповідає концепції сенсорної заміни, де інформація про звукові події передається через інші сенсорні модальності (тактильну або візуальну), що дозволяє компенсувати втрачену слухову інформацію іншим шляхом. Такий підхід базується на нейропластичності мозку,

що дозволяє адаптуватися до сигналів, які надходять через альтернативні сенсорні канали.

Телефони з текстовими функціями та пристрої для текстового або відеозв'язку є важливими компонентами сучасних асистивних технологій, що забезпечують безбар'єрну комунікацію для людей із порушенням слуху. Ці технології дозволяють користувачам обмінюватися інформацією альтернативними способами (alternative communication), включаючи текстові повідомлення, чат-інтерфейси та відеодзвінки з мовою жестів або субтитрами. За даними P.A. Rodríguez-Correa *et al.* [26] сучасні смартфони з текстовими функціями включають засоби обміну SMS, миттєвих повідомлень (IM), чат-інтерфейси та адаптовані клавіатури, що значно покращують доступ до телефонної комунікації у порівнянні зі звичайними голосовими викликами. Як показують дослідження, текстові функції підвищують самостійність та участь у соціальному житті людей із втратою слуху, оскільки усувають залежність від розпізнавання мовлення в аудіальному каналі, що для них є проблематичним або неможливим.

Крім того, сучасні смартфони та комп'ютерні платформи підтримують відеозв'язок з мовою жестів, що дозволяє людям, які спілкуються жестовою мовою, виконувати відеодзвінки або відеочати, де співрозмовники можуть обмінюватися інформацією візуально. Такий формат комунікації особливо цінний для користувачів, які не користуються текстовою мовою як першою мовою, забезпечуючи високу точність та природність комунікації. За даними наукового огляду M. Rivas Velarde *et al.* [27]

відео-ASL-платформи значно покращують комунікативний доступ у професійному, соціальному та освітньому контекстах.

Ефективність цих технологій підкріплюється дослідженнями у сфері цифрової доступності та інклюзивної комунікації, які показують, що інтеграція текстових і відеоінструментів сприяє зниженню бар'єрів у комунікації, покращенню психосоціального благополуччя та розширенню соціальних можливостей людей із сенсорними порушеннями. Наприклад, згідно з даними M.J. Myers *et al.* [28] та S. Sabbagh *et al.* [29] використання відеозв'язку з мовою жестів або автоматичними субтитрами у клієнтських службах сприяє більшому рівню якісної взаємодії у сферах охорони здоров'я, освіти та роботи.

Отже, отримані результати свідчать, що впровадження асистивних технологій у систему реабілітації дітей із порушеннями слуху відповідає сучасним доказовим підходам, відображеним у відібраних клінічних та експериментальних дослідженнях. Такі технології сприяють підвищенню ефективності слухо-мовленнєвої реабілітації, розширюють можливості комунікативного розвитку дитини та підтримують її адаптацію в освітньому й соціальному середовищі. У зв'язку з цим асистивні технології доцільно розглядати як невід'ємний компонент комплексної слухо-мовленнєвої та психосоціальної підтримки дітей із порушеннями слуху.

ВИСНОВКИ

1. Результати аналізу 21 наукової публікації, опублікованої у 2010–2025 роках, свідчать про важливу роль допоміжних технологій у комплексній реабілітації дітей із порушеннями слуху. Найбільш поширеними засобами апаратної підтримки залишаються слухові апарати, кохлеарні імпланти та системи дистанційної передачі звуку (FM-системи), ефективність яких підтверджена численними клінічними та оглядовими дослідженнями.

2. Аналіз літературних даних показав, що використання сучасних слухопротезних технологій сприяє покращенню слухового сприйняття, розбірливості мовлення, сприйняття мовлення в умовах фонового шуму та підвищенню ефективності комунікації. Інтеграція допоміжних технологій для комунікації дозволяє дітям із порушеннями слуху активніше брати участь у навчальному процесі,

соціальних взаємодіях та повсякденному житті, покращуючи їхню якість життя та психосоціальне благополуччя.

3. Встановлено, що поряд із традиційними слуховими апаратами та кохлеарними імплантами важливу роль відіграють додаткові допоміжні технології, зокрема FM-системи, індукційні петлі, вібраційні та світлові сигнальні пристрої, засоби текстової комунікації, відеозв'язку та автоматичного субтитрування. Їх застосування розширює можливості доступу до інформації, підвищує безпеку та сприяє більшій незалежності дітей у повсякденному житті.

4. Результати проаналізованих досліджень свідчать, що інтеграція допоміжних технологій у навчальне середовище позитивно впливає на академічну успішність, соціальну адаптацію та якість життя дітей із порушеннями слуху. Використання сучасних засобів підтримки комунікації сприяє активнішій участі дітей у навчальному процесі, покращує взаємодію з однолітками та полегшує включення до суспільного життя.

5. Практичне значення отриманих результатів полягає у підтвердженні доцільності раннього впровадження допоміжних технологій як складової мультидисциплінарної реабілітації дітей із порушеннями слуху. Вибір конкретних технологічних рішень повинен здійснюватися індивідуально з урахуванням віку дитини, ступеня втрати слуху, освітніх потреб та умов повсякденного функціонування. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні довгострокової ефективності новітніх цифрових допоміжних технологій, систем автоматичного розпізнавання мовлення та субтитрування, а також їх впливу на освітні результати, соціальну інтеграцію та якість життя дітей із кохлеарними імплантами.

ПОДЯКИ

Немає.

ФІНАНСУВАННЯ

Немає.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори зазначають про відсутність конфлікту інтересів.

ДЖЕРЕЛА

- [1] Guo Z, Ji W, Song P, Zhao J, Yan M, Zou X. Global, regional, and national burden of hearing loss in children and adolescents, 1990–2021: A systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021. *BMC Public Health*. 2024;24:2521. DOI: 10.1186/s12889-024-20010-0
- [2] World Health Organization. World report on hearing [Internet]. 2021 March 3 [cited 2025 November 11]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>
- [3] The BEARR Trust. Project report: The voice of Ukrainians with hearing impairments [Internet]. 2025 February 6 [cited 2025 November 11]. Available from: <https://bearr.org/2025/02/06/project-report-the-voice-of-ukrainians-with-hearing-impairments/>

- [4] PravoChuty: Analysis of hearing screening status among newborns in Ukraine [Internet]. [cited 2025 November 11]. Available from: <https://surl.it/wjvebr>
- [5] Order of the Ministry of Health of Ukraine No. z0746-25. On the Approval of the Procedure for the Provision of Medical Care in Relation to the Organisation of Screening and Diagnosis of Hearing Impairments in Children [Internet]. 2025 April 29 [cited 2025 November 11]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0746-25>
- [6] Kuzenko O, Liannoi M, Kravets N, Vaskiv T. Ways of implementing auditory-verbal rehabilitation tasks in children with cochlear implants. *Educ Horiz* 2024;59(2):55–61. DOI: 10.15330/obrii.59.2.55-58
- [7] Wang J, Sung V, Carew P, Burt RA, Liu M, Wang Y, et al. Prevalence of childhood hearing loss and secular trends: A systematic review and meta-analysis. *Acad Pediatr*. 2019;19(5):504–14. DOI: 10.1016/j.acap.2019.01.010
- [8] Melo RS, Lemos A, Paiva GS, Ithamar L, Lima MC, Eickmann SH, et al. Vestibular rehabilitation exercise programs to improve postural control, balance, and gait in children with sensorineural hearing loss: A systematic review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2019;127:109650. DOI: 10.1016/j.ijporl.2019.109650
- [9] PRISMA Statement. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) [Internet]. [cited 2025 November 11]. Available from: <https://www.prisma-statement.org/>
- [10] Mohamed ST, Hazzaa N, Abdel Rahman T, Ezz Eldin DM, Elhusseiny AM. Efficacy of vestibular rehabilitation program in children with balance disorders and sensorineural hearing loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2024;179:111931. DOI: 10.1016/j.ijporl.2024.111931
- [11] Hung YC, Chen PH, Lin TH, Lim TZ. Children with unilateral hearing loss after newborn hearing screening in Taiwan. *Am J Audiol*. 2022;31(3):646–55. DOI: 10.1044/2022_AJA-22-00019
- [12] Pflug C, Kiehn S, Koseki JC, Pinnschmidt H, Müller F, Nienstedt JC, et al. Prognostic factors in non-organic hearing loss in children. *Int J Audiol*. 2022;61(5):400–7. DOI: 10.1080/14992027.2021.1922942
- [13] Nightengale E, Yoon P, Wolter-Warmerdam K, Daniels D, Hickey F. Understanding hearing and hearing loss in children with Down syndrome. *Am J Audiol*. 2017;26(3):301–8. DOI: 10.1044/2017_AJA-17-0010
- [14] Tye-Murray N, Spehar B, Sommers M, Mauzé E, Barcroft J, Grantham H. Teaching children with hearing loss to recognize speech: Gains made with computer-based auditory and/or speechreading training. *Ear Hear*. 2022;43(1):181–91. DOI: 10.1097/aud.0000000000001091
- [15] Fitzpatrick EM, Al-Essa RS, Whittingham J, Fitzpatrick J. Characteristics of children with unilateral hearing loss. *Int J Audiol*. 2017;56(11):819–28. DOI: 10.1080/14992027.2017.1337938
- [16] Ministry of Health of Ukraine. [Clinical guideline: Management strategy for patients with sudden and acute sensorineural hearing loss](#). Kyiv: Ministry of Health of Ukraine; 2022. 74 P.
- [17] Li JN, Chen S, Zhai L, Han DY, Eshraghi AA, Feng Y, et al. The advances in hearing rehabilitation and cochlear implants in China. *Ear and Hearing*. 2017;38(6):647–52. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000441
- [18] Nassrallah F, Tang K, Whittingham J, Sun H, Fitzpatrick EM. Auditory, social, and behavioral skills of children with unilateral/mild hearing loss. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2020;25(2):167–77. DOI: 10.1093/deafed/enz041
- [19] Kim JS, Kim CH. A review of assistive listening devices and digital wireless technology for hearing instruments. *Korean J Audiol*. 2014;18(3):105–11. DOI: 10.7874/kja.2014.18.3.105.
- [20] Kaufmann T, Sterkens J, Woodgate JM. [Hearing loops. The preferred assistive listening technology](#). *J Audio Eng Soc*. 2015;63(4):298–302.
- [21] Flores Ramones A, Del-Rio-Guerra MS. Recent developments in haptic devices designed for hearing-impaired people: A literature review. *Sensors*. 2023;23(6):2968. DOI: 10.3390/s23062968
- [22] Yağanoğlu M, Köse C. Real-time detection of important sounds with a wearable vibration-based device for hearing-impaired people. *Electronics*. 2018;7(4):50. DOI: 10.3390/electronics7040050
- [23] Turner J. Alerting devices for hearing-impaired individuals [Internet]. 2025 February 10 [cited 2025 November 11]. Available from: <https://myhearingcenters.com/blog/alerting-devices-for-hearing-impaired-users/>
- [24] Minnesota Department of Human Services, Deaf and Hard of Hearing Services. Assistive technology: Alerting devices for people who are deaf or hard of hearing [Internet]. [cited 2025 November 11]. Available from: <https://mn.gov/deaf-hard-of-hearing/assistive-technology/alerting-devices>
- [25] Bahçekapılı E, Ayaz A. Assessing the impact of assistive technologies on the lives of the hearing impaired: A bibliometric analysis. In: *Transforming media accessibility in Europe*. Cham: Springer; 2024. P. 337–56. DOI: 10.1007/978-3-031-60049-4_19
- [26] Rodríguez-Correa PA, Fernández-Batanero JM, Montenegro-Rueda M. Benefits and development of assistive technologies for communication between deaf and hearing people: A systematic review. *Front Educ*. 2023;8:1121597. DOI: 10.3389/educ.2023.1121597
- [27] Rivas Velarde M, Jagoe C, Cuculick J. Video relay interpretation and overcoming barriers in health care for deaf users: Scoping review. *J Med Internet Res*. 2022;24(6):e32439. DOI: 10.2196/32439
- [28] Myers MJ, Annis IE, Withers J, Williamson L, Thomas KC. Access to effective communication aids and services among American Sign Language users across North Carolina: disparities and strategies to address them. *Health Commun*. 2022;37(8):962–71. DOI: 10.1080/10410236.2021.1878594

- [29] Sabbagh S, Amiri M, Khorramizadeh M, Iranpourmobarake Z, Nickbakht M. Neonatal hearing screening: Prevalence of unilateral and bilateral hearing loss and associated risk factors. *Cureus*. 2021;13(6):e15947. DOI: [10.7759/cureus.15947](https://doi.org/10.7759/cureus.15947)

Yurii Marushko

Doctor of Medical Sciences, Professor
O.O. Bogomolets National Medical University
01601, 13 T. Shevchenko Blvd., Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8066-9369>

Iryna Kondratenko

Acting Head of the Hearing and Speech Pathology Department "SUVAG"
MNPE "St. Michael's Clinical Hospital of Kyiv"
01601, 39/1 Shovkovychna Str., Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0003-6261-7567>

Olha Khomych

PhD in Medical Sciences, Associate Professor
O.O. Bogomolets National Medical University
01601, 13 T. Shevchenko Blvd., Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9272-7159>

Svitlana Khodakivska

PhD in Medical Sciences, Associate Professor
O.O. Bogomolets National Medical University
01601, 13 T. Shevchenko Blvd., Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0082-6561>

Implementation of assistive technologies for rehabilitation of children with hearing impairments

Abstract

Relevance. Hearing impairments in children negatively affect speech development, cognitive functions, learning and social adaptation, whereas the use of assistive technologies helps compensate for sensory deficits, improve speech perception and promote the child's more effective integration into educational and social environments.

Aim: To analysed recent scientific publications on assistive technologies for the rehabilitation of children with hearing impairments, with a focus on the effectiveness of their use in children with cochlear implants.

Materials and methods. A systematic literature review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines, with the research question formulated using the PICO framework. Clearly defined inclusion criteria and a standardised search strategy were applied across PubMed, Scopus, and Web of Science databases covering the period from 2010 to 2025.

Results. The analysis of 21 selected studies demonstrated that the use of assistive technologies is associated with improved speech perception, reduced negative effects of background noise, and increased academic engagement among children. The most pronounced effect was observed with the combined use of hearing aids or cochlear implant systems together with signal enhancement technologies (FM systems, induction loop systems), which improve the signal-to-noise ratio in challenging acoustic environments. The integration of multiple technological solutions contributes to individualised rehabilitation and enhances its functional effectiveness.

Conclusions. Technological rehabilitation is a relevant and effective method for supporting patients with sensorineural hearing loss, ensuring restoration or improvement of sound and speech perception through hearing aids, cochlear implants, and sound amplification systems. The integration of assistive communication technologies enables children with hearing impairments to participate more actively in the educational process, social interactions, and daily life, thereby improving their quality of life and psychosocial well-being. The practical significance of the results lies in substantiating the early individualised use of assistive technologies in the rehabilitation of children with hearing impairments.

Keywords: assistive technologies; FM systems; hearing aids; cochlear implant; hearing impairment; rehabilitation intervention; paediatric patients; speech recognition.