### Слухові апарати зі штучним інтелектом

Від втрати слуху страждає чимало людей. У багатьох випадках ця втрата може бути непомітною, і лише коли вона починає перешкоджати нормальному спілкуванню, людина усвідомлює необхідність медичного втручання. Гострі та хронічні захворювання вуха, вплив надто гучних звуків на виробництві та в побуті, ототоксична дія деяких ліків, вікові зміни слуху та багато інших причин призводять до того, що близько 10% населення потребують корекції вад слуху за допомогою слухових апаратів.

Традиційним підходом до слухопротезування людей зі втратою слуху донедавна було намагання забезпечити підсилення слухового апарата до рівня, необхідного для сприймання звуків навколишнього середовища. Довгий час для слухопротезування використовувались аналогові слухові апарати, що мали ряд суттєвих недоліків, найголовніші з яких - значне спотворення звуку, недостатня гнучкість налагодження відповідно до індивідуальної втрати слуху пацієнта та відносно високий рівень власного шуму. Для уникнення слухового дискомфорту використовували обмеження вихідного рівня звукового сигналу, а потім амплітудну компресію в одній обо декількох частотних смугах. В кінці 80-х - на початку 90-х років з’явилися слухові апарати з цифровим програмуванням. Це дало змогу збільшити кількість параметрів для налагодження, але не вирішило проблеми наявності власного шуму аналогового підсилювача та значного спотворення звуку, особливо при великому акустичному підсиленні. Всі ці недоліки аналогових слухових апаратів були основною перешкодою для досягнення високої розбірливості мовлення, і в результаті апарати не задовольняли потреб пацієнтів у спілкуванні, особливо у випадках сенсоневральної втрати слуху з підвищеними порогами дискомфорту та вузьким динамічним діапазоном слуху.

Сучасні уявлення про функціонування слухового аналізатора при втраті слуху визначають особливий підхід до принципів обробки звуку в слухових апаратах.

У 1995 році фірма Отікон (Данія) першою у світі розробила слуховий апарат із цифровою обробкою звуку - DigiFocus, у якому були втілені передові технології та сучасна концепція оптимального частотнозалежного відображення широкого динамічного діапазону вхідних сигналів у звужений динамічний діапазон залишкового слуху. По суті, це потужний комп’ютер у мініатюрному корпусі, який виконує до 100 млн. операцій за секунду, забезпечуючи постійний моніторинг навколишнього акустичної оточення та миттєво пристосовуючи вихідний сигнал до можливостей залишкового слуху пацієнта.

Цифрова обробка звуку має ряд переваг порівняно з аналоговою. Перш за все, це формування будь-якої амплітудно-частотної характеристики слухового апарата, відповідно до індивідуальної аудіограми пацієнта. Багатополосна компресія звукового сигналу розділяє вхідний сигнал на частотні смуги, у кожній з яких можна застосовувати індивідуальні параметри обробки, максимальне підсилення та вихідний рівень звуку, що дозволяє для кожного пацієнта найкращим чином відтворити широкий діапазон навколишніх звуків у звуженому динамічному діапазоні залишкового слуху. Цей метод так і називається - застосовується у більшості цифрових слухових апаратів. Кількість частотних смуг визначається індивідуальними характеристиками, але при цьому необхідно враховувати співвідношення потужних низькочастотних та слабких високочастотних складових мовлення. Оскільки при сенсоневральній втраті слуху в більшості пацієнтів потерпає, у першу чергу, сприйняття високочастотних звуків, для них необхідно вибирати спеціальні параметри компресії. Крім того, в цих випадках виникає так зване висхідне поширення маскування, яке полягає в тому, що слабкі високочастотні звуки, здебільшого приголосні, маскуються потужними низькочастотними (голосні звуки). Це призводить до сприймання слів як послідовності голосних звуків, без приголосних, що значно знижує розбірливість мовлення. Така особливість зумовлює необхідність застосування різних алгоритмів обробки голосних та приголосних звуків мови для підвищення чіткості сприймання приголосних звуків та «пом’якшення» голосних. Цей алгоритм називається «адаптивне пристосування мовлення» і застосовується тільки в цифрових слухових апаратах DigiFocus фірми Отікон. У Норвегії на замовлення уряду були проведені дослідження, покликані визначити, які алгоритми обробки звуку та які слухові апарати найкраще відповідають потребам людей з вадами слуху. Для досліджень були застосовані аналогові лінійні, цифрові слухові апарати з компресією широкого динамічного діапазону та цифрові слухові апарати DigiFocus з алгоритмом адаптивного пристосування мовлення. Результати показали, що 61,4 % користувачів надали перевагу саме слуховому апарату DigiFocus як такому, що забезпечує найвищу розбірливість мовлення та комфортність навіть у гамірному оточенні.

Підтверджуючи свою репутацію світового лідера у наукових аудіологічних дослідженнях і виробництві найсучасніших слухових апаратів, фірма Отікон у жовтні 2001 року на Міжнародному конгресі аудіологів представила сенсацію - унікальний цифровий слуховий апарат Adapto, в якому закладено принципи штучного інтелекту.

Однією з найбільших проблем слухопротезування є зниження стійкості до перешкодження сприймання мовлення внаслідок втрати частотної селективності слухової системи. Тому критичним для таких людей є здатність слухового апарата взяти на себе цю функцію та забезпечити ефективне виділення мовлення з оточуючого шуму. Слуховий апарат Adapto завдяки спеціальному алгоритмові Voice FinderTM (дослівно «шукач голосу») шляхом аналізу спектральних характеристик звукового оточення та на основі ознак наявності в ньому мови автоматично підвищує рівень мовного сигналу над оточуючим шумом і, таким чином, практично повністю усуває перешкоди для сприймання людського голосу. Крім того, спеціальний алгоритм враховує здатність пацієнта сприйняти необхідний об’єм звукової інформації, тому що в багатьох випадках розбірливість мовлення залежить від індивідуальних особливостей людини (наявності слухового досвіду, сенсорної депривації тощо). Нарешті, цей слуховий апарат працює без зворотнього акустичного зв’язку (свисту) практично у відкритому вусі, що робить його комфортним для користувача. Таким чином, найсучасніші знання фізіології слухового аналізатора, втілені в принципах роботи цифрових слухових апаратів DigiFokus та Adapto, є найкращим вибором для реабілітації людей з вадами слуху.

В цілому, надання допомоги людям зі втратою слуху потребує застосування медичних знань, якісної та складної апаратури для діагностики, сучасних слухових апаратів та тривалого періоду адаптації і занять із розвитку слуху та мовлення. Всі ці складові є неодмінною умовою успішного реабілітаційного процесу.

В Україні допомогу людям із вадами слуху надає Центр слухової реабілітації «Аврора», який є професійною медичною організацією вищої категорії. Запорукою успіху фахівців Центру є застосування найновіших методик обстеження, використання якісних сучасних слухових апаратів Отікон, які пройшли медичні випробування та відповідають міжнародним стандартам якості. Тому не дивно, що до Центру слухової реабілітації «Аврора» звертаються пацієнти навіть з Європи та Америки, які хочуть отримати допомогу на найвищому світовому рівні.