

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ВІДЧУТТЯ І СПРИЙНЯТТЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ: В ЧОМУ РІЗНИЦЯ ВІДТВОРЕННЯ

ДУ «Український інститут стратегічних досліджень»
Міністерства охорони здоров'я України, м. Київ

Був вивчений процес документування відчуття, сприйняття і відтворення мовних сигналів при дослідженні слухо-мовної комунікації людини на різних аудіологічних моделях. Установлено, що наявність двох кривих розбірливості слів і чисел не правочинні, а виведена єдина крива розбірливості для всіх мовних сигналів має під собою доказову базу. Показано, що частина мови (іменник, числівник, прикметник і т.і.) на психофізіологічні процеси не впливає, а впливає стан провідникових шляхів. При цьому відчуття, сприйняття і відтворення почутих мовних сигналів відбуваються на різних рівнях звукового тиску.

Ключові слова: мовні сигнали, відчуття, сприйняття, відтворення.

Дана робота є фрагментом НДР «Методологія розробки програм масового скринінгу неінфекційних захворювань серед населення на рівні первинної ланки медико-санітарної допомоги», № держ. реєстрації 0113U002873; «Наукове забезпечення реалізації Європейської політики ЗДВ-21 в умовах оптимізації системи охорони здоров'я України», № держ. реєстрації 0112U002809.

Вступ. Слух має найбільше значення для основних комунікативних ознак людини як соціального суб'єкта, у порівнянні з будь-яким іншим почуттям. Він слугує для застереження про небезпеку, для приймання інформації, для оволодіння знаннями, для соціальної комунікації, а також може викликати дуже сильні емоції.

Відомо, що слухова система людини здатна сприймати звуки різних модальностей (тони, шуми, мова) в частотному діапазоні 20 Гц ÷ 20 кГц. Для людини, найважливішим є сприйняття мови, частотний діапазон якої обмежений значеннями 200 Гц ÷ 6000 Гц.

Інакше кажучи, людина здатна реагувати на звукове оточення шляхом сприйняття звуку після його відчуття і подальшою комунікативною дією у відповідь на сприйнятий звуковий сигнал.

Мета дослідження – визначення різниці між відчуттям, сприйняттям і відтворенням мовних сигналів для виявлення проблемних факторів у документуванні і подальшого прогнозу розвитку ситуації.

Матеріали і методи.

Об'єкт дослідження: графічні моделі слухомовних реакцій людини системи загальнодоступних

документальних комунікацій (аудиометричний бланк).

Метод дослідження: системно-аналітичний для середовища науково-інформаційних процесів.

Результати дослідження та їх обговорення. Документування вимірних слухо-мовних реакцій людини здійснюють згідно ISO-389 [11] з відображенням показників у графічній формі – аудіограмі на спеціальному аудіометричному бланці.

На **рис. 1** мовне поле, яке знаходиться усередині слухового, займає його невелику частину: частотний діапазон має межі від 200 Гц до 6000 Гц, що дорівнює 5800 Гц, динамічний діапазон у межах від 40 до 80дБ, що дорівнює 40дБ.

Для зручності сприйняття інформації, мовне поле людини можна зобразити моделлю у вигляді прямокутника, сторони якого дорівнюють 5800 Гц і 40 дБ (**рис. 2**).

Лінії на **рис. 2** поділяють мовне поле функціонально таким чином: 1) лінія 1 відображує рівень відчуття мови (так звану «недиференційовану мову»), коли чути щось незрозуміле, але вже відмінне від тиші. Слова не вирізняються як чіткий мовний сигнал, а чути лише «контур» слова; 2) лінія 2 відображує рівень сприйняття мови, коли можна розібрати і відтворити слова на найтихішому рівні, але без напруження; лінія 3 відображує верхню межу мовного поля, коли людина повторює усі мовні сигнали без відчуття дискомфорту до гучних звуків. Отже, можна

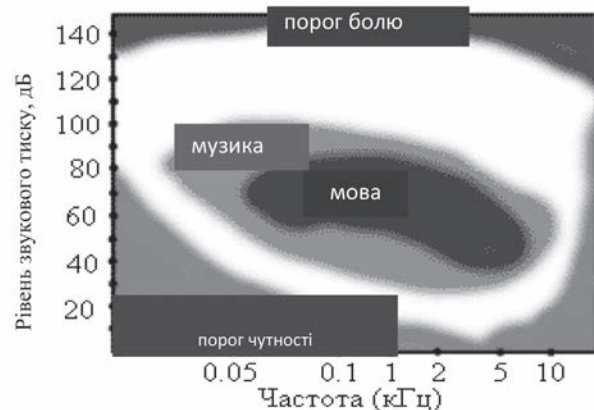


Рис. 1. Области слухового сприйняття людиною різних звукових сигналів.

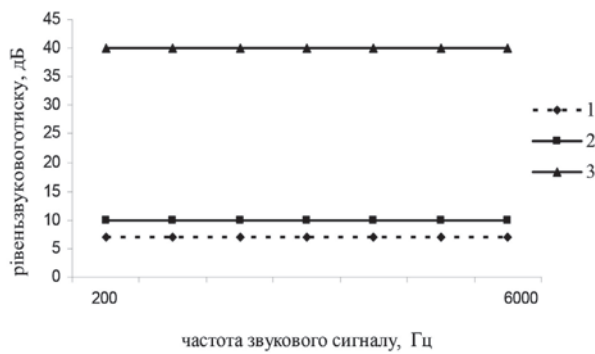


Рис. 2. Мовне поле людини.

сказати, що функціонально мовне поле поділено на дві зони: відчуття і сприйняття.

Усі відомі на сьогодні методи оцінок розбірливості мови поділяють на дві великі групи: 1) суб'єктивні експертні методи (ГОСТ 25902-83 [3], ГОСТ 51061-97 [4], стандарт ANSI S3.2 [8] та інші) і 2) об'єктивні методи (стандарты ISO/TR-4870 [12], ANSI S3.2 [8], S3.5 [9]; IEC 268-16 [10] та інші), основні з яких це % Alcons – відсоток артикуляційних втрат приголосних (percentage Articulation Loss of Consonants); AI – індекс артикуляції (Articulation Index); STI – індекс передачі мови (speech transmission index); RASTI – швидкий індекс передачі мови (rapid speech transmission index); SII – індекс розбірливості мови (speech intelligibility index). В рутинній практиці при вимірюванні розбірливості мови використовують тільки індекс розбірливості мови (SII).

Порог недиференційованої мови (або 0% розбірливості) для конкретного вимірювального приладу становить постійне значення і дорівнює 7 дБ (відносно $2 \cdot 10^{-5}$ Па). Динамічний діапазон мови вираховують як різницю у дБ між рівнем звукового тиску (РЗТ) для 100% розбірливості мови і РЗТ для 0% розбірливості мови (тобто 7 дБ). За розбірливість мови прийнято вважати такий ступінь зрозумілості мови, при якому слухач з тією чи іншою мірою достовірності правильно відтворює 50 відсотків від поданих йому мовних сигналів [9]. Мовними сигналами, які застосовують у вимірюванні мовного слуху людини, є слова і числа, сформовані у двох таблицях, перша з яких – таблиця слів реальної російської мови, запропонована Г. І. Грінбергом і Л. Р. Зіндером у 1957 році [5], друга – таблиця числівників, запропонована Є. М. Харшаком у 1964 році [7]. Значення динамічного діапазону мови зумовлює нахил кривої розбірливості в координатній сітці, який

свідчить про темп розбірливості мовних сигналів. В цьому ж реєстраційному полі мовної аудіограми виведені 2 еталонні криві: розбірливості слів і розбірливості чисельників для нормального слуху, з якими здійснюють порівняння одержаних при вимірюванні показників.

Як видно з рис. 3, аудіограмний бланк містить дві однакові частини формалізованих реєстраційних полів для відображення функціональних показників слуху і мови правого і лівого вух.

Оцінку втрати слуху людини здійснювали згідно затвердженої VІІ з'їздом отоларингологів України (1995) класифікації [1].

Розбірливість мови оцінювали за конфігурацією кривих розбірливості слів і чисел. Розбірливість мови є інтегральною оцінкою мовного сигналу і у відповідності до міжнародного стандарту ISO/TR 4870 визначається як «ступінь, з якою мова може бути зрозуміла (розшифрована) слухачем» [2]. Зокрема, в аудіології за розбірливість мови приймається «ступінь зрозумілості мови, з якою слухач з тією чи іншою мірою достовірності може правильно відтворити 50% поданих йому мовних сигналів» [2].

З точки зору спілкування головним призначенням мови є передача інформації. Тобто в реальному житті при спілкуванні між людьми вся інформація переноситься словом, адже так і кажуть – людина «висловлюється», а не «вицифровується», бо іншого

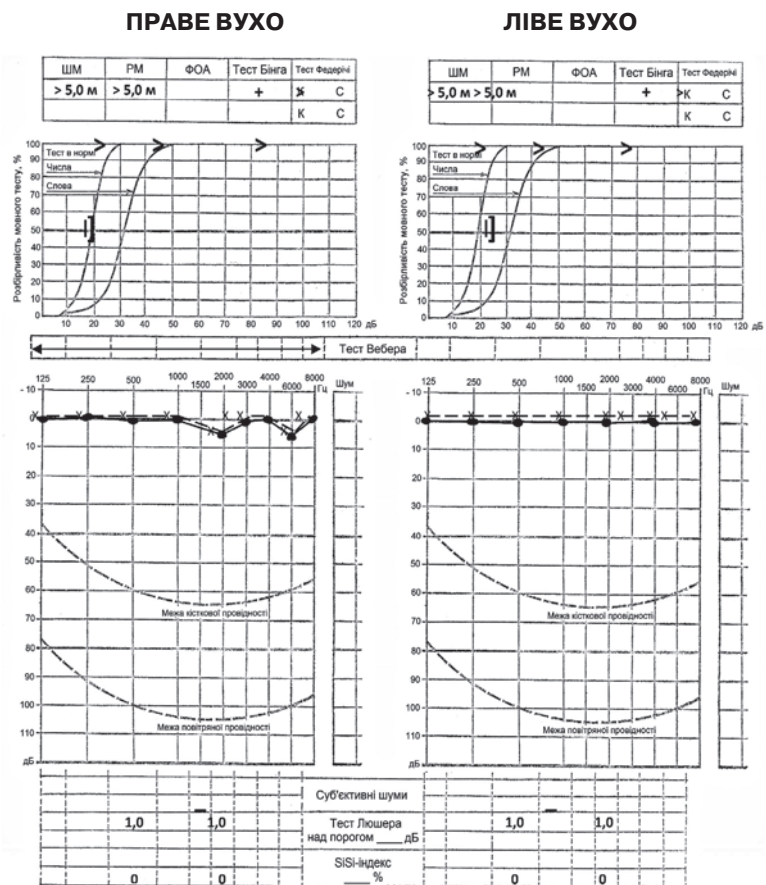


Рис. 3. Аудіограма нормально чуючої дорослої людини.

позначення процесу мовлення немає, хоча мова може йти про що завгодно.

Аналізуючи таблицю реєстрації даних мовної аудіометрії на бланці аудіограми з кривими розбірливості тестів слів і чисел (рис. 3), природнім чином постало питання, чому ці криві мають роздільне зображення.

Залишилось нез'ясованим питання, чому для мовної аудіометрії створені окремі таблиці слів і чисельників (тобто для різних частин мови)? Тоді як бути з іншими частинами мови, не числівниками, а, наприклад, іменником чи дієсловом, які присутні у таблицях слів.

Коли ця ситуація дійсно існує, то при спілкуванні із співрозмовником потрібно було б постійно змінювати відстань до нього, рухатись туди-сюди, щоб принаймні слова і числа сприймалися однаково. Та в реальному житті такого нема, то чому на папері (ще й дослідницькому бланці) є такі розбіжності?

Пристаюючи до пошуку відповіді на ці питання необхідно висвітлити точку зору автора відносно методичних похибок при вимірюванні і реєстрації відповідних реакцій слухо-мовної системи людини на мовні сигнали за існуючою моделлю, відображеною на рис. 3 [2].

З фізіології відомо, що головний засіб спілкування людей – це мова, яка фактично складається зі слів, котрі утворюють мовний потік. Слово – це значуща самостійна одиниця мови, яка слугує для називання предметів, в тому числі і чисел. А вже найважливішою семантичною ознакою слова є наявність його **значення**. Гіпотезу вирішено було перевірити. За правилами методики [2] крива розбірливості мови формується з шести рівнів: 1) рівень недиференційованої мови з розбірливістю 0% – коли чути тільки контур слова, а розібрати його неможливо; 2) рівень відтворення 20 % слів; 3) рівень відтворення 40 % слів; 4) рівень відтворення 60 % слів; 5) рівень відтворення 80 % слів і, нарешті, 6) рівень 100%-го відтворення всіх поданих слів.

Враховуючи розташування мовного поля всередині поля слухового (рис. 1), і особливо невеликий динамічний діапазон мови (від тихого до гучного сигналів потрібно небагато гучності – з цим справляється людський голос, що є дуже важливим фактором для слухового аналізатора з точки зору його сторожової функції) було вирішено виконати вимірювання розбірливості тестів всього на трьох рівнях суб'єктивного їх відтворення людиною: 1) на порозі недиференційованої мови; 2) на порозі 50 % відтворення слів і чисел з тестових таблиць; 3) на порозі 100 % відтворення слів і чисел з тестових таблиць.

Таке рішення базувалось на тому, що визначення порогових реакцій на трьох обраних рівнях не будуть обтяжливими для досліджуваних осіб (а це були нормально чуючі молоді люди) і обчислення

показників не буде ускладненим наявністю похибок. Як вже було згадано вище, порог недиференційованої мови – контур слова – був одержаний, коли досліджуваний казав, що чує «щось», та розібрати, а значить, і відтворити не може, оскільки незрозуміло, що вимовляє диктор (знову ж таки фігурує поняття «вимовляє», а не інше), це і було 0% розбірливості на рівні 7 дБ РЗТ сигналу, перший рівень.

Другий рівень – порог 50% розбірливості – обрано для полегшення завдання досліджуваному за рахунок економії часу вимірювання, а, значить і економії його психофізіологічних резервів (запобігання втомленню). За допомогою збільшення інтенсивності мовних сигналів над 0% розбірливості досягали того рівня, коли випробуваний вірно відтворював кожне друге слово, що і становило 50% розбірливості.

Третій рівень – збільшення гучності мовних сигналів до рівня їх 100% відтворення. Причому досліджуваний не повинен відчувати напруження при розпізнаванні слова.

За результатами проведених випробувань було встановлено, що розпізнавання слів і чисел було однаковим і відображено на мовній аудіограмі спільною за конфігурацією кривою наростання розбірливості мови.

Водночас, різниця між порогами недиференційованої мови і 100% її розпізнавання (що є динамічним діапазоном мови) за даними проведеного дослідження [6] дорівнює всього 20 дБ на відміну від існуючих (40 дБ – для слів і 20 дБ – для чисел) показників.

Таким чином, гіпотезу було підтверджено і визнано, що роздільне відображення кривих розбірливості слів і чисел не має під собою доказової бази. Єдиним аргументом (і то недоведеним, оскільки і тут трапляються похибки) на користь використання тесту числівників є те, що вони, начебто, більш легкі для розпізнавання (особливо ті, які складаються із двох слів, вже спробуй, не здогадайся).

Висновки. За даними проведеного дослідження встановлено:

1. Наявність різних рівнів відчуття, сприйняття і відтворення мовних сигналів людиною.

2. Існування зображення самостійної кривої розбірливості тесту слів з динамічним діапазоном у 40 дБ (що вдвічі перевищує одержаний в [5]) є штучним і створює методичну системну похибку у вигляді зазору у дБ, куди й «ховаються» невірно відтворені слова у вигляді вірно відтворених за рахунок двократного збільшення інтенсивності сигналу.

Перспективи подальших досліджень полягають у приведенні методики до єдиних вимог і створенні відповідної реєстраційної документації, яка буде відбивати істинний стан слухо-мовної комунікації людини.

Список літератури

1. Базаров В.Г. Оценка нарушений слуха при различных формах тугоухости / В. Г. Базаров, А.И. Розкладка // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1989. – № 3. – С. 28–33.
2. Базаров В.Г. Основы аудиологии и слухопротезирования / В.Г. Базаров, В.А. Лисовский, Б.С. Мороз, О.П. Токарев. – М.: Медицина, 1984. – 256 с.

3. ГОСТ 25902-83. Зрительные залы. Метод определения разборчивости речи. – Чинний з 01.01.1984.
4. ГОСТ 51061-97. Системы низкоскоростной передачи по цифровым каналам. Параметры качества речи и методы измерений. М., 24 с. – Чинний з 01.01.1998.
5. Гринберг Г.И. Таблицы слов для речевой аудиометрии в клинической практике / Г.И. Гринберг, Л.Р. Зиндер // Сб. тр. Ленингр. НИИ уха, горла, носа и речи. – Л., 1957. – С. 45-47.
6. Речевая аудиометрия на украинском языке / В.Г. Базаров, А.И. Багмут, Н.С. Мищанчук [и др.] // Журн. ушных, носовых и горловых болезней. – 1984. – № 5. – С. 15-21.
7. Харшак Е.М. Сбалансированный числовой тест для речевой аудиометрии / Е.М. Харшак // Актуальн. вопр. клинко-экспер. отоларингологии. – К.: «Здоров'я», 1964. – 140 с.
8. ANSI S3.2 (R1999). Method for measurement the Intelligibility of Speech over Communication Systems.
9. ANSI S3.5-1997 (R2007) Methods for the Calculation of the Speech Intelligibility Index.
10. IEC 268-16 МЭК 268-16. Оборудование звуковых систем. Часть 16. Объективная оценка разборчивости речи в помещениях по методу RASTI.
11. ISO 389-1: 1991. Acoustics - Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones.
12. ISO/TR-4870:1991. The construction and calibration of speech intelligibility tests.

УДК [612.825.55+612.789]:612.821.001.57

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЩУЩЕНИЯ И ВОСПРИЯТИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ: В ЧЕМ РАЗНИЦА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Карамзина Л.А.

Резюме. Был изучен процесс документирования ощущения, восприятия и воспроизведения речевых сигналов при исследовании слухо-речевой коммуникации человека в различных аудиологических моделях. Установлено, что наличие двух кривых разборчивости слов и чисел не правомочны, а выведенная единая кривая разборчивости для всех речевых сигналов имеет под собой доказательную базу. Показано, что часть речи (существительное, числительное, прилагательное и т.п.) на психофизиологические процессы не влияет, а влияет состояние проводящих путей. При этом ощущение, восприятие и воспроизведение услышанных речевых сигналов происходят на различных уровнях звукового давления.

Ключевые слова: речевые сигналы, ощущение, восприятие, воспроизведение.

UDC [612.825.55+612.789]:612.821.001.57

Psychophysiological Models Sensation and Perception of Speech Signals: in what Intelligibility Difference

Karamzina L.A.

Abstract. It is known that the auditory system of man is percipient sounds of different modals (tones, noises, speech) in a frequency range 20 Hz ÷ 20 kHz. For a man, major is perception of language the frequency range of that is limited to the values 200 Hz ÷ 6000 Hz.

Documenting process sensation, perception and intelligibility of speech signals at research of hearing-speech communication of the person in various audiological models was studied. It was established that existence of two curves of legibility words and numbers aren't competent, and the removed uniform curve of legibility for all speech signals has under itself evidential base. It was shown that the part of speech (a noun, a numeral, an adjective, etc.) doesn't influence psychophysiological processes, and the condition of the carrying-out ways influences. Thus the sensation, perception and intelligibility of the heard speech signals occur at various levels of sound pressure.

The undifferentiated speech threshold for a concrete measuring device is a permanent value and 7 дБ (in relation to a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa) equals. The dynamic range of speech is calculated as a difference in dB between the level of voice pressure (SPL) for 100 percents of speech intelligibility and SPL for 0 percents speech intelligibility (id est 7 дБ). For intelligibility of speech it is accepted to count such degree of clearness speech, at that a listener with the that or other degree of authenticity correctly recreates 50 percents from speech signals set the to him [9]. Speech signals that apply in measuring of speech rumor of man are words and numbers, formed in two tables first from that, – table of words of the real Russian, offered Grinberg and Zinder in 1957, second is the table of numerals, offered Kharshak in 1964. The value of dynamic range of speech predetermines inclination of the crooked intelligibility in a coordinate scale, that testifies to the rate of legibi.

It was set on results the conducted tests, that recognition of words and numbers was identical and it is represented on a speech audiogramme general after configuration crooked of growth of speech intelligibility.

Speech intelligibility was estimated after configuration of curves of intelligibility of words and numbers. Speech intelligibility is the integral estimation of speech signal and in accordance to international standard of ISO/TR 4870 it is determined as a "degree, with that a speech can be clear (deciphered) a listener". In particular, in audiology the "degree of speech clearness, with that a listener by the that or other degree of authenticity can correctly recreate 50 percents speech signals" him, sets to speech intelligibility.

Keywords: speech signals, sensation, perception, intelligibility

Стаття надійшла 07.12.2015 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування