

УДК 159.9.072.533; 612.858.76

В.С. Дідковський, д-р техн. наук, Л.Є. Калашнікова, канд. біол. наук, М.В. Контар

Дослідження впливу акустичного подразнення на реакцію людини

Стаття присвячена дослідженню залежності часу простої слухової сенсомоторної реакції людини на звуковий тональний сигнал в умовах вільного звукового поля. Виявлено нелінійну залежність часу простої слухової сенсомоторної реакції від частоти тонального сигналу.

Dependence research of human simple auditory sensomotor reaction time to acoustical tonal signal in free sound field is concerned. Nonlinear dependence of simple auditory sensomotor reaction time to frequency tonal signal is detected

Вступ

Дослідження сенсомоторних реакцій займає одно з важливих місць в експериментальній психології і психофізіології [1 – 4].

Реєстрація таких параметрів сенсомоторних реакцій як час реакції (ЧР) є одним з найважливіших методів в дослідженні процесів упізнання сигналів, пам'яті, процесів обробки зорової, слухової, семантичної інформації [4].

ЧР використовується як показник розвитку моторики [5,6], швидкості обробки інформації [7].

Багато дослідників вивчали залежність часу простої реакції від різноманітних факторів, таких як: вид стимулу (наприклад, звук чи світло, [8, 9]), інтенсивність [10], модальність [1], особливостей структурної організації біопотенціалів мозку [11] і т.д.

Визначення часу простої сенсомоторної реакції людини на звуковий подразник може бути актуальним для виявлення характеру властивостей сенсомоторних шляхів типу: вухо – головний мозок – рухлива відповідь.

В роботах багатьох дослідників щодо отримання часу простої сенсомоторної реакції на звуковий сигнал використовувався звуковий тональний сигнал на одній або двох фіксованих частотах [12, 13].

Оскільки в реальному середовищі існують не тільки тональні, а найчастіше – складні і, крім того, мають місце різні умови їх прослуховування, автори цієї роботи вважають, що результати, отриманні для однієї – двох частот не повністю об'єктивні. Слід зауважити, що при зміні звукової частоти сигналу, який виступає стимулом, змінюється довжина звукової хвилі, що діє на людину в цілому і може привести до суттєвих

відмінностей в вимірюванні часу простої сенсомоторної реакції.

Тому за пропозицією Дідковського В. С. було вирішено дослідити реакцію людини на тональні звукові сигнали з різною частотою, а потім ускладнити звукові стимули і їх умови прослуховування [14].

Метою даної роботи є виявлення характеру залежності часу простої слухової сенсомоторної реакції людини від тонального звукового сигналу різної частоти.

Постановка задачі

Задача виявлення залежності простої слухової сенсомоторної реакції людини від частоти звукових подразників розв'язується в наступній постановці: знайти залежність часу простої слухової сенсомоторної реакції людини від частоти тонального сигналу з частотами, що відповідають центральним частотам октавних смуг: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, та рівню гучності 60 фон (відповідно кривим рівної гучності (КГР));

Звуковий подразник подається як в умовах вільного поля.

Проста слухова сенсомоторна реакція людини визначається, як час між появою або зникненням звукового сигналу та натисканням кнопки, наприклад, правою рукою.

Методи та організація досліджень

Для створення умов вільного поля [15, 16], дослідження проводились у заглушеній камері НДІ Будівельних конструкцій, м. Київ. Розміри вільного об'єму камери – 5,45×3,4×5,0 м; максимальна похибка вільного поля в робочій зоні камери не перевищує 1,2 дБ в октавних полосах з середніми частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц; час реверберації $T_r=0,001\pm1\%$.

Для дослідження були використані:

- шумомір 2203 фірми Brüel&Kjaer з вбудованим мікрофоном типу 4133;
- звукова колонка SVEN BF-11 та гучномовець 75 ГДН-1-4 (для тонального сигналу частотою 63 Гц);
- комп'ютер з зовнішньою звуковою картою в якості генератора тональних звукових сигналів та тракту обробки для обчислення часу сенсомоторної реакції.

Схема експерименту

На звукову колонку (рис. 1), розташовану у заглушеній камері з комп'ютера подається тональний сигнал з параметрами, вказаними раніше. Гучність змінюється (так, щоб відповідати рівню гучності у 60 фон) за допомогою регуляторів гучності звукової карти та контролюється шумоміром (у режимі октавного фільтра з центральною частотою, що відповідає тестовим тональним сигналам) в місці розташування голови слухача у його відсутності [16, 17].

Тональний звуковий сигнал тривалістю кілька секунд (при вимірюванні часу реакції на зникнення тонального сигналу його тривалість змінюється випадковим чином (за допомогою

генератору випадкових чисел)) моделюється у середовищі MatLab та подається з комп'ютера на звукову карту, а потім на пасивну звукову колонку розташовану фронтально до слухача на рівні його голови. В залежності від режиму подання сигналу («Прямий», «Зворотній»), обстежувана людина натискає на кнопку при появі або зникненні тонального сигналу. Програмою обчислюється час між появою/зникненням сигналу та натисканням кнопки (обчислюється середнє значення часу з 10 відповідей). Такі виміри проводяться для кожної тестової частоти.

Результати вимірювань виводяться на графік залежності часу сенсомоторної реакції людини від частоти та зберігаються у базі даних.

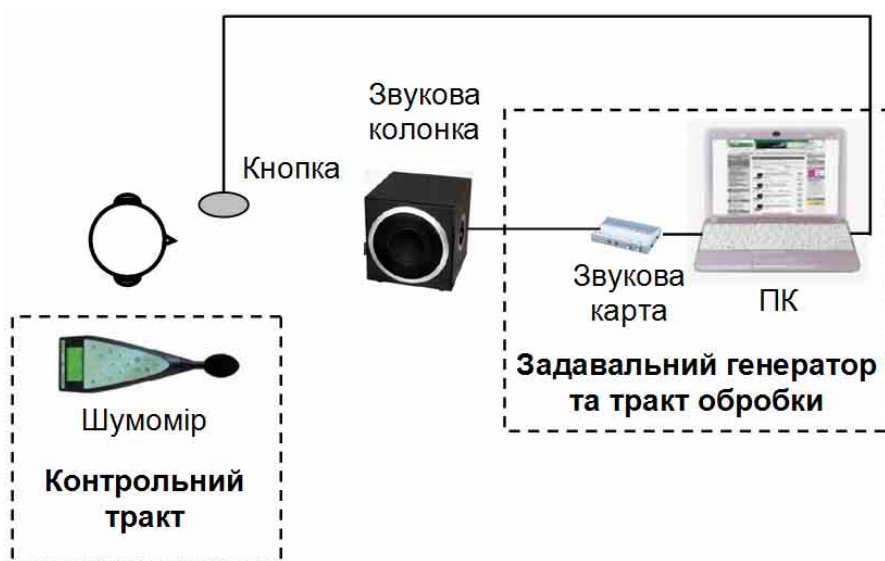


Рис. 1 Схема експерименту

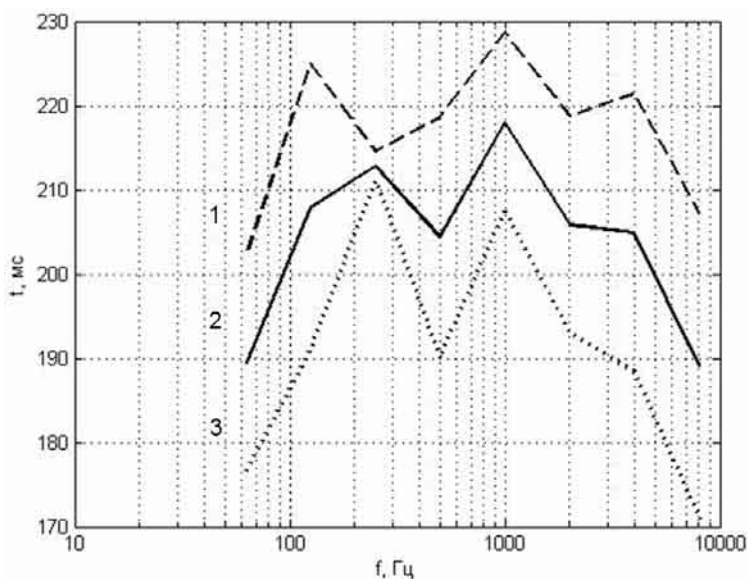


Рис. 2. Середній час простотої сенсомоторної реакції на тональний сигнал: 1 – реакція на появу сигналу; 2 – усереднена реакція, як на появу, так і на зникнення сигналу; 3 – реакція на зникнення сигналу

Аналіз отриманих результатів

Дослідження проводились для 18 молодих умовно здорових чоловіків. Для кожної людини, що тестується було проведено усереднення часу простої сенсомоторної реакції на звуковий сигнал.

Аналіз кривих усереднення (рис. 2) показує, що реакція на зникнення сигналу (рис. 2, крива 3) вища за реакцію на появу (рис. 2, крива 1. Причому ця різниця в середньому складає 26 мс.

Середній час (усереднення по всім людям і по всім частотам) реакції на появу сигналу складає 217 мс, а на зникнення – 191 мс.

При дослідженні реакції на зникнення сигналу людина встигає секунду чи більше прослухати сигнал, а значить розпізнати висоту тона (для визначення висоти тона потрібно від 15 до 60 мс в залежності від частоти [18], а для сприйняття висоти звуку як стабільну та впізнавану потрібно не менш, ніж 250 мс [19]). При дослідженні ж реакції на появу сигналу людина не завжди встигає розпізнати висоту тону, і тому час реакції на зникнення сигналу більш характерно виражає залежність часу реакції від частоти.

На частотах 63 та 8000 Гц помітно підвищення реакції (зниження часу реакції) приблизно на 15 мс порівняно з середнім часом реакції, як на появу, так і на зникнення сигналу.

Висновки

Час простої сенсомоторної реакції людини на тональний звуковий сигнал нелінійно залежить від частоти.

Реакція на зникнення сигналу вища за реакцію на появу на 26 мс. Середній час реакції на появу сигналу складає 217 мс, а на зникнення – 191 мс.

На частотах 63 та 8000 Гц проявляється підвищення реакції на звуковий тональний сигнал (приблизно на 15 мс) порівняно з середнім по всім частотам значенням часу реакції для конкретної людини.

Література

- Бойко Е. И. Время реакции человека. М.: Медицина, 1964.
- Чуприкова Н.И. Слово как фактор управления в высшей нервной деятельности человека. М.: Просвещение, 1967.
- Психология высших когнитивных процессов // Под ред. Ушаковой Т.Н., Чуприковой Н.И. М: Институт психологии РАН, 2004
- Luce, RD 1986. Response Times: Their Role in Inferring Elementary Mental Organization. Oxford University Press, New York
- Никитюк Б.А. Факторы роста и морфо-функционального созревания организма. М., 1978.
- Сергиенко Л. П. Некоторые вопросы контроля за двигательной подготовленностью студентов // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции «Основы профессионального мастерства учителя физической культуры». Ульяновск, 1975.
- H. J. Eysenck Personality, Genetics and Behaviour (1982)
- Kohfeld, DL 1971. Simple reaction time as a function of stimulus intensity in decibels of light and sound. Journal of Experimental Psychology 88: 251-257.
- Welford, A. T. 1980. Choice reaction times: Basic concepts. Pages 73-128 in Reaction times T. Welford, Editor). Academic Press, New York, 418 p.
- Газеев А. А. : Соотношение латентного периода и параметров моторной фазы простой двигательной реакции // Вопросы психологии. – 1980. - № 4. – с. 137
- Лоскутова Т.Д. Время реакции как психофизиологический метод оценки функционального состояния нервной системы // Нейрофизиологические исследования в экспертизе трудоспособности. – Л.: Медицина, 1978. – с. 165-194.
- Курко Я.В Вимірювання простої слухомоторної реакції (Reaction-test) // Комп'ютерна програма: А. с. № 13683 від 20.07.2005. МОН України, Державний департамент інтелектуальної власності / Офіційний бюлетень № 8, серія KB № 6018.- С. 110-111.
- Коган А. И., Коган И. А., Шамрай В. И., Попков В. Н. Устройство для психологических исследований: А. с. СССР № 1678323. Государственный комитет по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР / Официальный бюллетень № 35, 1989.
- Дослідження залежності часу простої слухової сенсомоторної реакції людини від зовнішніх акустичних подразників. Постановка задачі // Електроніка та зв'язок - 2009. - № 1(48).
- Маньковский В. С. Акустика студий и залов для звуковоспроизведения-М.:Искусство,1966.-376с.
- Беранек Л. Акустические измерения / Пер. с англ. / Под ред. Андреева Н. Н. – М.: Издательство иностранной литературы,1952.– 626с.
- Алдошина И. А., Приттс Р. Музыкальная акустика. Учебник для высших учебных заведений – С-Пт: Композитор Санкт-Петербург, 2006.– 720с.
- Ощущение и восприятие. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 928 с.
- Маньковский В. С. Основы звукооператорской работы - М.: Искусство, 1985. – 240 с.