

2. P Pivonka, J Zimak, D Smith, B Gardiner, et al. Theoretical investigation of the role of the RANK-RANKL-OPG system in bone remodeling. *J Theor Biol*, 262:306–316, 2010.
3. C Plathow, D Schulz-Ertner, C Thilman, I Zuna, M Lichy, MA Weber, H Schlemmer, M Wannemacher, and J Debus. Fractionated stereotactic radiotherapy in low-grade astrocytomas: long-term outcome and prognostic factors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 57:996–1003, 2003.
4. M Wolf, F Murray, K Kilk, J Hillengass, S Delorme, C Heiss, K Neben, H Goldschmidt, H Kauczor, and MA Weber. Sensitivity of whole-body ct and mri versus projection radiography in the detection of osteolyses in patients with monoclonal plasma cell disease. *Eur J Radiol*, 83(7):1222–1230, Jul 2014.

УДК 615.47

## РОЗРОБКА МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПОРОГУ ВІДЧУТТЯ ОДОРІВЕКТОРА

О. Г. Аврунін, Я. В. Носова

Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, пр. Науки, кафедра біомедичної інженерії, тел. (057) 702-13-64,  
E-mail: [yana.nosova@nure.ua](mailto:yana.nosova@nure.ua) ; факс (057) 702-10-13

The method is based on the analysis of the respiratory cycle, namely, the search for the time at which the subject briefly breathes for a short time. This threshold corresponds to the reaction of the test subject to the feed odor with a rhino- olfactometry evaluation of the human olfactory sensitivity. Improvement of the method consists in determining the threshold of olfactory sensitivity, which makes it possible, by analyzing the shape of the nasal respiratory cycle, to increase the objectivity of diagnosing abnormalities of olfactory sensitivity or respiratory and olfactory disorders.

**Введення.** Церебральні механізми нюху людини тісно пов'язані з фундаментальними механізмами формування потреб, мотивацій та емоцій. Тобто нюховий аналізатор, крім виконання чисто сенсорних функцій, здатний впливати на діяльність різних систем мозку і організму в цілому, тому інтерес до нього продовжує наростати [1-3].

Дослідження даних риноманометрії в динамічному режимі (із візуалізацією циклограм дихання) відкривають нові можливості при аналізі та інтерпретації результатів тестування носового дихання. Також слід зазначити, що комп'ютерна ольфактометрія є одним з найбільш перспективних методів діагностики нюхових порушень саме респіраторного генезу. Метод комп'ютерної ольфактометрії заснований на застосуванні принципово нової конструкції, що поєднує в собі риноманометрію з ольфактометричною насадкою з контейнером для пахучої речовини [3-6]. Особливістю даного методу є також можливість визначати енергетичні характеристики носового дихання при досягненні порогу відчуття.

Метою роботи є розробка та реалізація алгоритму автоматизованого визначення порогу відчуття одорівектора, що відповідає реакції пацієнта на запах, що подається при риноманометричній оцінці нюхової чутливості.

**Метод автоматизованого визначення порогу відчуття одорівектора.** Особливістю методу ольфактометрії є також можливість визначати енергетичні характеристики носового дихання при досягненні порогу відчуття одорівектора.

При відчутті одорівектора в нормі у випробуваного поблизу досягнення порогу відчуття (при підвищенні інтенсивності дихання) доволно короткочасно частішає дихання і при настанні порога відчуття дихальні цикли перетворюються у «принюхування» (рис.1), що сприяє більш глибокому проникненню повітря в нюхову область та розпізнаванню запаху. Цей момент часу можна характеризувати як поріг відчуття Т одорівектора.

Розроблено структурну схему методу визначення порогу ольфакторної чутливості. Встановлено, що для визначення порога нюхової чутливості доцільно використовувати розроблений метод автоматизованого визначення порогу відчуття одорівектора. Метод заснований на аналізі циклограми дихання, а саме, пошуку моментів часу при якому у випробуваного доволно короткочасно частішає дихання. Даний поріг відповідає реакції випробуваного на запах, що подається при рино-ольфактометричній оцінці нюхової чутливості людини.

Умова знаходження порога сприйняття запаху визначається наступним виразом:

$$b = \{ A_{i+1} < A_i \ \& \ B_{i+1} < B_i \} ,$$

де  $A_{i+1}$  - ширина  $(i + 1)$ -го періоду дихання;  $A_i$  - ширина  $i$ -го періоду дихання;  $B_{i+1}$  - довжина  $(i + 1)$  паузи між періодами дихання;  $B_i$  - довжина  $i$ -ої паузи між періодами дихання;  $b$  - точка початку  $i$ -го періоду дихання, що відповідає порогу сприйняття запаху.

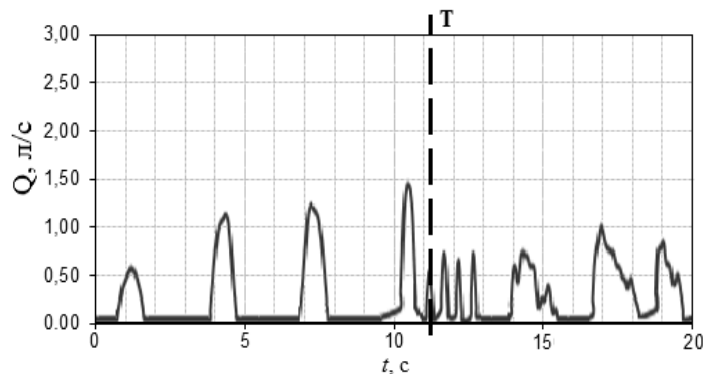


Рисунок 1 – Циклограма витрати повітря при носовому диханні (Г - поріг відчуття)

Розроблений метод визначення порогу ольфакторної чутливості отримав програмну реалізацію та після визначення точки сигналу, що відповідає часу відчуття одорівектора пацієнтом, на екран комп'ютера буде відображатися графік з вихідним риноманометричним сигналом, необхідна точка буде позначена трикутником, а також текстове повідомлення.

**Висновки.** Встановлено, що для визначення порога нюхової чутливості доцільно використовувати розроблений метод автоматизованого визначення порогу відчуття одорівектора. Метод заснований на аналізі циклограми дихання, а саме, пошуку моменту часу при якому у випробуваного довільно короткочасно частішає дихання. Даний поріг відповідає реакції пацієнта на запах, що подається при рино-ольфактометричній оцінці нюхової чутливості людини. Таким чином, удосконалення методу полягає у визначенні порога ольфакторної чутливості, що дозволяє за рахунок аналізу форми циклограми носового дихання підвищити об'єктивність діагностики порушень нюхової чутливості або респіраторно-нюхових порушень.

Перспектива роботи полягає в тестуванні комп'ютерної системи дихально-нюхових порушень і попередній медичній апробації.

#### Перелік посилань.

1. Аврунин О. Г. Принципы компьютерного планирования функциональных оперативных вмешательств / О. Г. Аврунин // Технічна електродинаміка, тем випуск «Силовая електроніка та енергоефективність». – 2011. – Ч. 2. – С. 293–298.
2. H.F. Ismail Saied, A.K. Al\_Omari, O.G. Avrunin. An Attempt of the Determination of Aerodynamic Characteristics of Nasal Airways// Image Processing & Communications, challenges3, AISC 102. pp 303-310 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.- 2011:- P. 311-322.
3. Nosova Ya. The use of statistical characteristics of measured signals to increasing the reliability of the rhinomanometric diagnosis / Ya. Nosova, N. Shushliapina, S. V. Kostishyn, L. G. Koval, Z. Omiotek, et al. // Proc. SPIE 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. – 2016. – 100312M – doi:10.1117/1.2248364.
4. Nosova Ya. Biotechnical system for integrated olfactometry diagnostics / Ya. V. Nosova, O. G. Avrunin, V.V. Semenets // Innovative technologies and scientific solutions for industries. – 2017. – No. 1 (1). – P.64 – 68 – doi:10.30837/2522-9818.2017.1.064
5. Носова, Я. В. Разработка блока цифровой обработки риноманометрического сигнала/ Я. В. Носова, О. Г. Аврунин, Т. В. Жемчужкина // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 2. – С. 31-36. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.29.

УДК. 616-71

## КТ-АНГІОГРАФІЯ ЯК ПРОГРЕСИВНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ СУДИН ГОЛОВНОГО МОЗКУ

О. Г. Аврунін, М. В. Приходько

Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, пр. Науки, 14; (057) 702 1013, [info@nure.ua](mailto:info@nure.ua)

This article is considering capabilities of CT-angiography for researching vessels of brain, in particular for carotid arteries, connected with vessels of nose cavity. Further, groundwork of improvement in method of