

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ навчально-науковий центр заочної форми навчання
(повна назва)

Кафедра _____ біомедичної інженерії
(повна назва)

**АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
АВТОРЕФЕРАТ**

_____ другий (магістерський) _____
(рівень вищої освіти)

Система визначення порушень нюху
(тема проекту)

Виконав: студент групи БМІзм-18-1
напряму підготовки (спеціальності) _____
163 – Біомедична інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

_____ Гончаров М.В.
(прізвище та ініціали)
Керівник _____ Аврунін О.Г.
(прізвище та ініціали)
Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри БМІ

(підпис)

_____ Аврунін О.Г.
(прізвище, ініціали)

2019 р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 81 стор., 2 розд., - табл., 29 рис., 67 джерел, 4 додатка.

ОЛЬФАКТОМЕТРІЯ, ДІАГНОСТИКА, РИНОМАНОМЕТРІЯ, ПОРУШЕННЯ РЕСПІРАТОРНО-НЮХАЛЬНІ

Об'єктом дослідження є процес діагностики респіраторно-ольфакторних порушень.

Предметом дослідження є методи та засоби інструментального визначення респіраторно-ольфакторних порушень.

Методи дослідження. У роботі використано методи, які базуються на загальних принципах теоретичної фізики і аеродинаміки; а також алгоритми цифрової обробки біомедичних сигналів.

Метою роботи є розробка системи визначення порушень нюху.

Проведено аналіз існуючих методів та засобів діагностики носового дихання щодо тестування респіраторно-ольфакторних патологій. Розроблено метод об'єктивної діагностики дихально-нюхових порушень, який дозволив би за рахунок визначення енергетичних характеристик носового дихання на доказовому рівні визначати пороги ольфакторної чутливості; Удосконалено метод визначення порогу ольфакторної чутливості дихально-нюхових порушень за рахунок аналізу форми циклограм дихання. Розроблено структурну схему системи визначення порушень нюху та відповідні основні медико-технічні вимоги і практичні рекомендації.

Система може бути застосована у спеціалізованих оториноларингологічних центрах.

ABSTRACT

Explanatory note contains 81 p. 2 sect., - tab., 29 fig., 67 sources, 4 applications.

OLFACTOMETRY, DIAGNOSTICS, RHYNOMANOMETRY,
RESPIRATORY-OLFACTOMETRY DISORDERS

The object of the research is the process of diagnostics of respiratory-olfactory disorders.

The subject of the study: methods and tools of instrumental determination of respiratory-olfactory disorders.

Research methods. The methods used are based on the general principles of theoretical physics and aerodynamics; as well as algorithms for digital processing of biomedical signals.

The purpose of the work is to develop a system for detecting olfactory disorders.

The analysis of the existing methods and means of diagnostics of nasal breathing in relation to the testing of respiratory-olfactory pathologies has been carried out. The method of objective diagnostics of respiratory and olfactory disorders was developed, which would allow to determine the thresholds of olfactory sensitivity at the probative level by determining the energy characteristics of the nasal breathing; The method of determining the threshold of olfactory sensitivity of respiratory-olfactory disturbances is improved by the analysis of the form of breathing cycles. Structural diagram of the system of determination of olfactory disorders and corresponding basic medical and technical requirements and practical recommendations are developed.

The system can be used in specialized otolaryngology centers.

АВТОРЕФЕРАТ

Однією з найбільш актуальних медико-соціальних задач на сучасному етапі розвитку науки є розробка та впровадження нових інформаційних та мікроелектронних технологій для підвищення якості медичної допомоги [1, 2]. Це підтверджується пріоритетними напрямками програми розвитку науки «Горизонт 2020» Європейського Союзу, які спрямовано на проведення новітніх досліджень з метою покращення здоров'я європейських громадян та розвитком і затвердженням нових методів лікування хвороб органів дихання [3, 4]. В Україні захист здоров'я населення є одним із найбільш важливіших державних завдань, яке стосується впровадження стандартів надання медичної допомоги за принципами доказової медицини [5, 6].

Однією з галузей медицини, що на сьогодні найменш забезпечена доказовими методами доказової діагностики, є ринологія [7, 8]. Важливою проблемою при цьому є підвищення ефективності діагностики та лікування патологій, які пов'язано з дихальною і нюховою дисфункцією порожнини носа [9, 10]. Для вирішення цієї проблеми необхідні діагностичні дані, які базуються на вивченні аеродинамічних показників повітряного потоку в носовій порожнині.

За частотою розладів нюху, викликаних захворюваннями верхніх дихальних шляхів, респіраторно-нюхові порушення (кондуктивна дизосмія) складають до 72% від загального числа дізосмій [11, 12]. Цей найпоширеніший вид риногенних дізосмій викликається змінами конфігурації порожнини носа, що перешкоджають доступу пахучих речовин у нюхову область. Нюхова дисфункція різного ступеня спостерігається за таких захворювань як: гострі і алергічні риніти, синусити, аденоїдити, пухлини носа і навколоносових пазух, інфекційні гранульоми [13, 14]. Практично за всіх захворювань порожнини носа, що протікають з обструкцією її просвіту, яка перешкоджає надходженню повітряного потоку з одорівекторами до нюхового епітелію, страждає

нюхова функція. Нюхові стимули навіть у малих концентраціях запускають різні поведінкові реакції, що сприяють орієнтуванню в навколишньому середовищі, визначення потенційної небезпеки, можливості відчувати насолоду або огиду [15, 16].

Складність досліджень нюхової функції полягає у відсутності доказових методів діагностики дізосмій. Існуючі діагностичні підходи засновані, більшою мірою, на якісному визначенні нюхової чутливості. Дослідженням в цій області присвячено роботи відомих вітчизняних і закордонних фахівців – Безшапчного С.Б. [17, 18], Авруніна О.Г. [19, 20], Журавльова А.С. [21, 22], Носової Я.В. [23-26], Шушляпіної Н.О. [27, 28] Піскунова Г.З. [29-31], W. Bachmann [32], В. Broms [33], Р. Cole [34, 35], G., T. Hummel [36, 37], Н. Farouk [38, 39] та ін. Також, безпосередньо методам дослідження нюхової функції присвячено роботи [40-55], медичної візуалізації [56-62] та функціональним дослідженням носового дихання [63-67].

Найпоширенішими недоліками існуючих методів тестування нюху є те, що на підставі суб'єктивних свідчень обстежуваних робиться висновок про стан нюхового аналізатора, а також слід зазначити деякі методологічні особливості, пов'язані з тим, що часто запахи, які використовуються для ідентифікації в одній країні, не знайомі жителям іншої країни. Отже, результати тестування нюхової функції не можуть бути суворо формалізованими [40-42]. Для підвищення об'єктивності досліджень нюху застосовують спеціальне обладнання, за допомогою якого намагаються мінімізувати спотворення даних, наприклад, вивітрювання одоранту.

Виходячи з цього, актуальною науково-практичною задачею магістерської атестаційної роботи є розробка інструментального доказового методу діагностики, що дозволяє вивчити риноманометричні показники носового дихання під час дії різних одорантів.

Тому, метою магістерської атестаційної роботи є підвищення вірогідності тестування респіраторно-ольфакторних порушень.

Для цього необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз наявних методів і засобів діагностики носового дихання тестування респіраторно- ольфакторних захворювань;
- розробити метод об'єктивної діагностики дихально-нюхових порушень, який дозволить би за рахунок визначення енергетичних характеристик носового дихання визначати на доказовому рівні порого ольфакторної чутливості;
- удосконалити метод визначення порогу ольфакторної чутливості дихально-нюхових порушень за рахунок аналізу форми циклограм дихання;
- розробити конструкцію насадки на риноманометр типу ТНДА-ПРХ для проведення об'єктивного тестування дихально-нюхових порушень;
- визначити достовірність запропонованого методу тестування респіраторно-ольфакторних порушень;
- сформулювати деякі медичні та технічні вимоги для проектування сучасних комп'ютерних засобів визначення респіраторно-ольфакторних порушень.

Об'єктом дослідження є процес діагностики респіраторно-ольфакторних порушень.

Предметом дослідження є методи та засоби інструментального визначення респіраторно-ольфакторних порушень.

Методи дослідження. У магістерській атестаційній роботі для отримання основних наукових і практичних результатів використані методи, які базуються на загальних принципах теоретичної фізики і аеродинаміки; методи та алгоритми цифрової обробки риноманометричних сигналів

Наукова новизна атестаційної роботи полягає в удосконаленні методу об'єктивної діагностики респіраторно- ольфакторних порушень, який дозволяє за рахунок визначення при дії різних одорівекторів визначати на доказовому рівні відповідні порого ольфакторної чутливості.

Практична цінність отриманих результатів для медичної діагностики є

у можливому впровадженні розробленого інструментального методу для визначення дихально-нюхальних порушень в спеціалізовані оториноларингологічні медичні центри.

Магістерська атестаційна робота складається з вступу, двох підрозділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

У вступі наведено основні положення щодо актуальності розробки, її новизни, практичної цінності, мети, завдань та методів їх розв'язання.

В першому розділі наведено аналітичний огляд методів тестування дихальної та нюхальної функції людини.

В другому розділі проводиться розробка системи для визначення порушень нюху та відповідних методів для її реалізації.

У висновках наведено досягнуті результати та рекомендації щодо їх використання.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі наведено розробку системи для визначення респіраторно-ольфакторних порушень шляхом тестування носового дихання при дії відповідних одоривекторів. В результаті проведених досліджень та аналізу одержаних результатів сформульовано наступні висновки:

- на основі проаналізованих джерел науково-технічної літератури і патентної інформації виявлено фактичну відсутність сучасних доказових методів та інструментальних засобів дослідження респіраторно-ольфакторних порушень, що дозволило сформулювати основні задачі в роботі;

- встановлено, що для оцінювання респіраторних порушень нюху доцільно використовувати метод, за якого в повітряному тракті риноманометра встановлюється одоривектор, а пацієнту пропонується виконати дихальні маневри з послідовним нарощуванням інтенсивності дихання при фіксуванні моменту часу, за якого досягається нюхальна

чутливість з наступним визначенням енергетичних характеристик носового дихання;

- встановлено, що реєстрацію порога нюхальної чутливості можна виконувати за рахунок автоматизованого аналізу циклограми дихання та виявлення характерних фрагментів дихальних циклів, що дозволяє об'єктивізувати запропонований метод комп'ютерної ольфактометрії. При цьому в нормі та патології значення енергії дихання складали в середньому $0,4 \pm 0,18$ та $2 \pm 0,43$ Кал відповідно;

- встановлено, що для проведення комп'ютерної ольфактометрії в повітряному тракті риноманометра необхідно застосовувати насадку – контейнер з одоривектором, який повинен мати малий аеродинамічний опір (порівняно з аеродинамічним опором повітряного тракту риноманометру), надійну фіксацію прокладки з одорантом, бути безпечним в експлуатації та мати можливість регулювати повітряний потік через одоривектор;

- розроблено конструкцію одорівекторної насадки на риноманометр ТНДА- ПРХ для проведення об'єктивного тестування дихально-нюхових порушень;

на основі отриманих теоретичних положень і експериментальних результатів сформовані деякі медичні та технічні вимоги, і практичні рекомендації для проектування технічних засобів для дослідження дихально-нюхових порушень, основними з яких є:

- для доказової діагностики доцільно застосовувати комплексне рино- та ольфактометричне дослідження разом, причому необхідно розміщувати одоривектор у повітряному тракті риноманометра;

- енергетичні характеристики носового дихання під час проведення комп'ютерної ольфактометрії доцільно визначати при стандартних концентраціях типових пахучих речовин;

- одорівекторна насадка повинна володіти мінімальним повітряним опором та можливістю регулювання подачі повітря через насадку.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мінцер О. П. Розвиток медичної техніки: проблеми та логіка / О. П. Мінцер // Медична техніка. – № 2(3). – 2008. – С. 42-43.
2. Сокол Е. И. Проблемы технического обеспечения системы здравоохранения Украины и перспективы их решения / Е. И. Сокол, А. В. Кипенский, В. А. Верещак // Технічна електродинаміка. Тем. вип. «Проблеми сучасної електротехніки». – Київ: ІЕД НАНУ. – 2006. – Ч.4. – С. 116-122.
3. Програма ЄС «Горизонт 2020» (Program EU “Horizon 2020/H2020”) – [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://www.khnu.km.ua/ROOT/dept/interdept/horizon-2020.pdf>. – Загол. с экрана.
4. Ukraine: Health system review // V.Lekhan, V. Ruidiy, M. Shevchenko et al. / Health Systems in Transition, 2015; 17(2). – P.1-153.
5. Концепція реформи фінансування системи охорони здоров'я України/ [Електронний ресурс]. – 16.02.2016. – Режим доступа: http://www.moz.gov.ua/docfiles/pre_20160205_0_dod.pdf. – Загол. с экрана.
6. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Калашник М.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський., М.В. Калашник, В.В. Семенець, В.О. Філатов– Харків : ХНУРЕ, 2018. – 248 с. doi: 10.30837/978-966-659-234-06.
7. Аврунин О. Г. Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания / О. Г. Аврунин, Р. С. Томашевский, Х. И. Фарук. – Харьков: ХНАДУ, 2015. – 208 с.
8. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Шушляпіна Н.О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський., В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна – Харьков: ХНУРЕ, 2018. – 125 с.
9. Аврунин, О. Г. Возможности доказательного тестирования обонятельной функции на основе риноманометрических данных / О. Г.

Аврунин, Я. В. Носова // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Матеріали XVII міжнар. наук.-техн. конференції; Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса – Хмельницький : ХНУ, 2017- С.127

10. Аврунін О. Г. Оцінка дискримінантних характеристик методу комп'ютерної ольфактометрії при визначенні респіраторно-ольфакторних порушень / О. Г. Аврунін, Я. В. Носова, С. А. Худаєва // Наука та виробництво: міжвуз.темат. зб. наук. пр. / ДВНЗ «ПДТУ». Вип.. 20. – Маріуполь, ПДТУ, 2019. – С. 156- 162

11. 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.

12. Avrunin, O., Shushlyapina, N., Nosova, Y., Bogdan, O. (2016), «Olfactometry diagnostic at the modern stage», Bulletin of NTU «KhPI». Series: New solutions in modern technologies, NTU «KhPI», Kharkiv, No. 12 (1184), pp. 95–100, DOI:10.20998/2413-4295.2016.12.13

13. Аврунин О. Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О. Г. Аврунин, Я. В. Носова, С. А. Худаєва. // Тези доповіді 5-й всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – 2018. – С. 117–119.

14. Компьютерная система для тестирования обонятельного анализатора / Я. В. Носова., В. В. Семенец, Т. С.Кононенко, Х. И. Фарук // Материали 4-й Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии», ИСТ– 2015, Харьков.– 2015.– С.91-92.

15. Avrunin, O. G. Method of expression of certain bacterial microflora mucosa olfactory area / O. G. Avrunin, N. O. Shushlyapina, Y. V. Nosova, W. Surtel, A. Burlibay, M. Zhassandykyzy // Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications. 2015. 98161L (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229074.

16. Nosova Y.V. A tool for researching respiratory and olfaction disorders/ Y.V. Nosova, K.I. Faruk, O.G. Avrunin // Telecommunications and Radio Engineering. – 2018. – №77(15). – С. 1389–1395.

17. Безшапочний С. Б. Сучасні аспекти риносинуситів/ С. Б. Безшапочний, В. В. Лобурець // Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія. – 2007. – № 6. – С. 43-48.

18. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань: монографія / О.Г. Аврунін, С.Б. Безшапочний С.В. Бодянський., В.В. Семенець, В.О. Філатов. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 210 с.

19. Аврунин О. Г. Принципы компьютерного планирования функциональных оперативных вмешательств / О. Г. Аврунин // Технічна електродинаміка, тем випуск «Силова електроніка та енергоефективність». – 2011. – Ч. 2. – С. 293–298.

20. Тымкович, М.Ю. Разработка навигационной системы для ринопластики / М.Ю. Тымкович, О.Г. Аврунин, Х. Фарук // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит.– 2013.– №8 (114).– С. 116–123.

21. Zhuravlev A., Kalashnik M. Avrunin O. Rhinoseptoplasty, outcomes and perspectives. Folia otorhinolaryngologica. 17 (3) (2011), 8-12.

22. Журавлев А. С. Возможности риноманометрии у пациентов с искривленной носовой перегородкой / А. С. Журавлев, О. Г. Аврунин, Ю. М. Калашник // Журнал вушних, носових і горлових хвороб. – 2014. – № 5-с. – С. 48.

23. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблеми інформаційних технологій. – Херсон: ХНТУ, 2013. – №13. – С. 99 – 104.

24. Носова Я.В. К вопросу о формализации диагностики обонятельных нарушений / Я.В. Носова // Бионика интеллекта. – 2017. – №2 (89). – С. 183–187.

25. Аврунин О.Г. Метод цитологической верификации в ринологии / О.Г.

Аврунин, Хушам Фарук, Я.В. Носова // Международная научная конференция MicroCAD: Секция №15 – Застосування комп'ютерних технологій для вирішення наукових і соціальних проблем у медицині – НТУ «ХПИ», 2016. – С. 19.

26. Nosova Ya.V. Analysis of Rhinomanometric Data in the Diagnosis of Rhonchopathy / Nosova Ya.V., Chygrinova E.A., HushamFaruk Ismail Saed, Nosova T.V. // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. International Trends in Science and Technology. – RS Global Sp. z O.O. Warsaw, Poland. – 2018. – p. 6–9.

27. Oleg G. Avrunin, Yana V. Nosova, Natalia O. Shuhlyapina, Sergii M. Zlepko, Sergii V. Tymchyk, Oleksandra Hotra, Baglan Imanbek, Aliya Kalizhanova, Assel Mussabekova. Principles of computer planning in the functional nasal surgery. Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 93 NR 3/2017 doi:10.15199/48.2017.03.32, p. 140–143.

28. Аврунін О.Г. До аналізу методів дослідження нюху в оториноларингології / О.Г. Аврунін, Я.В. Носова, Н.О. Шушляпіна // Матеріали першої міжуніверситетської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії» – Київ. – 2017. – С. 17–18

29. Руководство по ринологии / Под ред. Г. З. Пискунова. – М.: Литтерра, 2011. – 960 с.

30. Пискунов В. С. Исследование аэродинамики воздушного потока в полости носа / В. С. Пискунов // Российская ринология.– 2000.– № 2.– С. 12–15.

31. Пискунов С. З. Физиологическая и патофизиологическая роль перегородки носа / С. З. Пискунов, Г. З. Пискунов // Рос. ринология. – 2003. – № 4. – С. 6–8.

32. Bachmann W. Obstructed nasal breathing. Basis investigation: history, inspection, rhinomanometry, allergy [Электронный ресурс] / W. Bachmann. – 2001. – 31 с. – Режим доступа: <http://www.atmosmed.de>.– Загл. с экрана.

33. Broms, P. Rhinomanometry. IV. A pre and postoperative evaluation in functional septoplasty [Text] / P. Broms, B. Jonson, L. Malm // Acta Otolaryngol – 1982. – № 94(5-6). – P. 523-529.
34. Cole P. Rhinomanometry/ P. Cole, R.Roithmann // Ch. in Book Diseases and sinuses: Humana Press inc. – 1996. – P 451-468.
35. Cole P. Contemporary rhinomanometry / P. Cole, R. Fenton // J Otolaryngol.– 2006. – № 35(2). – P. – 83-87.
36. Huart C. Plasticity of the Human Olfactory System: The Olfactory Bulb / C. Huart, P. Rombaux, T. Hummel // Molecules. – 2013. – № 18, P. 11586-11600.
37. Hummel T. Normative data for the Sniffing sticks 35 including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects / T. Hummel, G. Kobal, H. Gudziol, A. Mackay-Sim // Eur Arch Otorhinolaryngol. – 2007. – P. 237-243.
38. H.F. Ismail Saied, A.K. Al_Omari, and 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.
39. A.K. Al_Omari, H.F. Ismail Saied, and O.G. Avrunin, Analysis of Changes of the Hydraulic Diameter and Determination of the Air Flow Modes in the Nasal Cavity // Image Processing & Communications, challenges3, AISC 102. Springer - Verlag Berlin Heidelberg.-2011: P. 303-310.
40. Носова Я.В. Визуализация обонятельной щели / Я.В. Носова, Н.О. Шушляпина, Т.В. Носова // Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2015 р. – №39 (1148). – С. 73–77.
41. Книгавко Ю.В. Расчет функциональных параметров, определяющих показания к проведению ринопластики / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин, Х. Фарук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 2/10 (62). – С. 24 – 27.
42. Аврунин, О. Г. Определение степени инвазивности хирургического доступа при компьютерном планировании оперативных вмешательств / О. Г.

Аврунин, М. Ю. Тымкович, Х. И. Фарук // Бионика интеллекта. – 2013. – № 2 (81). – С. 101–104.

43. Muirhead N. Is The University Of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) Valid for the UK Population? / N. Muirhead, E. Benjamin, H. Saleh // Rila Publications Ltd. The Otorhinolaryngologist. – 2013. – 6(2). – P. 99–103. 44. Briner H.R. Smell diskettes as screening test of olfaction / H.R. Briner, D. Simmen // Rhinology. – 1999. – 37(4):145-8.

45. Guilemany J.M. Persistent allergic rhinitis has a moderate impact on the sense of smell, depending on both nasal congestion and inflammation/ J.M. Guilemany, A. Garcia- Pinero, I. Alobid, S. Cardelus, S. Centellas, J. Bartra, et al. // Laryngoscope. – 2009. – 119(2):233-8.

46. Hummel T. Normative data for the Sniffing sticks 35 including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects / T. Hummel, G. Kobal, H. Gudziol, A. Mackay-Sim // Eur Arch Otorhinolaryngol. – 2007. – P. 237-243.

47. Спосіб визначення нюхової активності людини : Патент на корисну модель 84393, А61В 5/0205 Беспалова С.В., Говта М.В., Котлярова І.В., Кузьменко Ю.О. Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2013, Бюл.№ 20.

48. Способ проведения пороговой ольфактометрии : пат. 2169364 РФ кл. G01N 33/15, А61В 10/00, А61J 1/06. Домрачев А.А.; Афонькин В.Ю.; Савченков Ю.И.; Амельчугов СП.; Эрлих И.А. - № 99123781/14: Заявл. 10.11.1999: Оpubл.: 20.06.2001.

49. Kikuta S. Longer latency of sensory response to intravenous odor injection predicts olfactory neural disorder / S. Kikuta, Y. Matsumoto, A. Kuboki, T. Nakayama, D. Asaka, N. Otori and others // Scientific Reports 6. – 2016. – P. 35361.

50. Fukasawa A. Olfactory Measurement Method at Health checkup with Olfactory Display using Pulse Ejection / Aya Fukasawa, Kenichi Okada // International Journal of Informatics Society. – 2013. – №5. – P.13-19.

51. Пат. US20160095544 A1, US 14/783,510 Hand held smell test / Dominick Daniel Martino ; заявник та патентовласник Sensonics Inc. – PCT/US2014/032449; заявл.1.04.2014 ; опубл.7.04.2016.

52. Патент на полезную модель 51483 Российская федерация МПКА61В19/00 (2006.01) / Борисенко Г. Н., Анготоева И.Б., Борисенко С.М.; заявитель и патентообладатель ГОУ ДПО РМАПО Росздрава. – 2005120495/22 заявл. 01.07.2005; опубл. 27.02.2006.

53 Пат. 2333719 С1 МПК А61В 5/08 (2006.01). Ольфактометр / Манташьян П. Н.; заявитель и патентообладатель Манташьян Павел Николаевич. – № 2007118466/14 ; заявл. 17.05.2007; опубл. 20.09.2008, Бюл. № 26.

53. Пат. 2151569 С1 МПК А61В 19/00 (2000.01). Ольфактометр / Демина Е.Н., Шеврыгин Б.В., Карпова Е.П.; заявитель и патентообладатель Российская медицинская академия последипломного образования. – № 98119996/14; заявл. 05.11.1998; опубл. 27.06.2000, Бюл. № 18.

54. Майоров В. Восприятие запахов / В. Майоров // Наука и жизнь. – 2007. –N 2. – С.64-69.

55. Oleg G. Avrunin, Maksym Y. Tymkovych, Sergii P. Moskovko, "Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain", *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 3, pp. 102-105, 2017.

56. O. G. Avrunin, M. Alkhorayef, H. F. I. Saied, and M. Y. Tymkovych, The Surgical Navigation System with Optical Position Determination Technology and Sources of Errors, *J. Med. Imaging Health Inf.* 5, 689–696 (2015).

57. M.Y. Tymkovych, O.G. Avrunin, V.G. Paliy, M. Filzow, O. Gryshkov, B. Glasmacher, Z. Omiotek, R. Dzierlak, S. Smailova, A. Kozbekova, "Automated method for structural segmentation of nasal airways based on cone beam computed tomography", *Processings of SPIE*, vol. 10445, pp. 104453F, June 2017.

58. Аврунин О. Г. Визуализация верхних дыхательных путей по данным компьютерной томографии / О.Г. Аврунин // Радиоэлектроника и информатика. – 2007. – № 4. – С. 119-122.

59. Kwon J. Comparative computation of orbital volume from axial and coronal CT using three-dimensional image analysis / J. Kwon, J. Barrera, S. Most. // *Ophthal. Plast. Reconstr. Surg.* – 2010. – № 26 (1). – P. 26-29.

60. Аврунин О.Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных/ О. Г. Аврунин // *Вісник НТУ «ХП»*. – 2006. – № 23.– С. 3-8.

61. Аврунин О.Г. Визуализация вентролатерального ядра таламуса головного мозга человека / О. Г. Аврунин, В. В. Семенец, С. Ю. Масловский// *Радиоэлектроника и информатика.*– 1998.– № 1/(2). – С. 132– 134

62. Методы визуализации внутримозговых структур на современном этапе / О. Г. Аврунин, В. В. Семенец, А. Б. Щербакова // *Радиоэлектроника и информатика.*– 1999.– № 4(9) – С. 107–108.

63. Аврунин О.Г. Обоснование основных медикотехнических требований для проектирования многофункционального риноманометра / О.Г. Аврунин, А.И. Бых, В.В. Семенец // *Функциональная компонентная база микро-, опто- и наноэлектроники: сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф., 28 сент. – 2 окт. 2010 г. – Х.; Кацевели: ХНУРЭ, 2010. – С. 280-281*

64. Бабияк В. И. Клиническая оториноларингология. Руководство для врачей / В. И. Бабияк, Я. А. Накатис. – СПб. : Гиппократ. – 2005. – 800 с.

65. Roithmann R. Acoustic rhinometry in the evaluation of nasal obstruction / R. Roithmann, P. Cole, J. Chapnik et al. // *Laryngoscope.* – 1995.– № 105. – P. 275-281

66. Zhang G. Correlation between subjective assessment and objective measurement of nasal obstruction/ G. Zhang, R. Fenton, R. Rival et al. // *Zhonghua.* – 2008. – №43(7). – P. 484-489.

67. Zhang G. Nasal airway volume and resistance to airflow / G. Zhang, P. Solomon, R. Rival et al. // *Am. J. Rhinol.* – 2008. – № 22(4). – P. 371-375.