

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Електронної та біомедичної інженерії
(повна назва)

Кафедра біомедичної інженерії
(повна назва)

АНОТАЦІЯ кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський)
другий (магістерський)

Метод дослідження реакції носової порожнини на дію одоривектора
(тема)

Виконала:
студентка 2 курсу, групи БМІм-21-1
Худаєва С.А.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 163 – Біомедична інженерія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Біомедична інженерія
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Аврунін О.Г.
(посада, прізвище, ініціали)

ВСТУП

Важливою складовою дослідження якості носового дихання є визначення не лише кількісних показників проходження повітря через ніс, а й суб'єктивні відчуття задоволеності таким диханням [1, 2]. Відомі випадки порушення якості життя пацієнтів за рахунок синопозальних симптомів при вільному носовому диханні й опорі повітря в носових ходах в межах норми [2-8]. Окремими при цьому є порушення нюхальної функції носового дихання [9-25]. Тому, з'ясувати вплив нюхової рецепції на задоволеність пацієнтів якістю життя і дихальної функції носа залежно від порушення прохідності носових ходів [1, 2, 26, 27]. Також однією з причин незадоволеності якістю носового дихання пацієнтів при нормальних показниках загального опорі проходження повітря може бути дисфункція нюхового рецептора (гіпосмія та аносмія), яка виявляється порушенням не лише розпізнавання запахів та гостроти сприйняття, а й формування суб'єктивного відчуття у хворого задоволеності дихання носом і якістю життя [28, 29].

З розвитком сучасної медицини все більшого значення набувають дослідження якості життя пацієнтів, що базуються не лише на суб'єктивних відчуттях, але й на об'єктивних кількісних показниках [30, 31]. Оцінка якості життя та задоволення пацієнтів різними видами лікування дозволяє отримати більше інформації про лікувально-діагностичний процес і сприяє пошуку нових можливостей щодо підвищення ефективності лікувальних технологій.

Носове дихання — унікальний і складний фізіологічний процес, при якому реалізується одразу декілька функцій [2, 32-34]. При вдиханні певного об'єму повітря через ніс вмикаються механізми його очищення, зігрівання, зволоження та інші адаптивні реакції організму. Важливою складовою серед них є нюхова рецепція запахів з тригерною системою регулювання виділення слизу та інших функцій слизової оболонки порожнини носа.

Найбільш популярні тести для визначення якості життя пацієнтів із синопозальними захворюваннями — це шкала ефективності септопластики при закладеності носа (Nasal obstructive symptom evaluation — NOSE), що

включає додатково запитання з вивчення закладеності носа та відчуття смаку і сприйняття запахів [4].

Для оцінки дихальної функції носа в сучасних умовах використовують різні методики риноманометрії, основними показниками якої є визначення опору та об'єму проходження повітря через носові ходи [35, 36]. Риноманометрія з комп'ютерною обробкою даних дозволяє визначити й інші критерії, зокрема розрахунок загального опору за результатами окремо визначеного тиску в обох половинах носа, тиск на різних рівнях проходження повітря через носові ходи, встановити межу переходу ламінарного потоку повітря в турбулентний, що є надзвичайно важливим для визначення кондуктивної патології нюхового рецептора [37, 38] а також мікрохарактеристик повітряного потоку [39, 40].

Можливості сучасної риноманометрії та висока чутливість відповідних апаратних засобів дозволяють отримувати точні дані щодо зміни назального опору при дії різних одорантів [41, 42]. Тому, в роботі проводиться розробка риноманометричного методу, який дозволяв би отримувати дані щодо зміни коефіцієнту аеродинамічного носового опору при дії різних одориветорів та відповідних можливостей цього підходу. Дослідження ольфакторної функції можливо проводити також на основі результатів методів візуалізації [43-44] за даними комп'ютерної томографії [45,46], що дозволяє оцінювати анатомічні структури нюхальної області та загальні зміни конфігурації носової порожнини і їх вплив на загальну аеродинаміку носа [47-49], а також на основі цього розробляти підходи до консервативного лікування, або планування відповідних функціональних оперативних втручань [50-55]. Також важливими при цьому є метрологічні характеристики риноманометричних методів діагностики [56-61].

Кваліфікаційна робота складається із трьох розділів. В першому наведено медико-технічне обґрунтування роботи та огляд літературних джерел, в другому – розглядається структурна схема діагностичної системи. В третьому наводиться розробка алгоритму аналізу циклограми дихання для дослідження реакції носової порожнини на дію одоривектора.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Мета та завдання дослідження – метою дослідження є доказове визначення зміни коефіцієнта аеродинамічного носового опору при дії різного типу одоривекторів.

Для досягнення мети були вирішені наступні завдання:

- наведено клініко-фізіологічні відомості щодо нюхального аналізатора людини;
- проведено огляд та аналіз сучасних методів визначення респіраторно-ольфакторних порушень;
- розроблено структурну схему пристрою для тестування респіраторних порушень нюху;
- проведений аналіз циклограми дихання за риноманометричними показниками;
- визначено зміну коефіцієнта аеродинамічного носового опору при дії певних одоривекторів;
- наведено основні особливості та обмеження методу риноманометричного визначення респіраторно-ольфакторних порушень.

Об'єктом дослідження є процес визначення респіраторно-нюхальних порушень.

Предметом дослідження – методи та засоби діагностики порушень нюхової чутливості.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні метода визначення респіраторно-ольфакторних порушень за рахунок визначення коефіцієнта зміни аеродинамічного носового опору при дії певних одоривекторів, що дозволяє підвищити об'єктивність ольфактометричних досліджень.

Публікації. За результатами магістерської роботи були підготовлені 4 публікації, які наведено у списку літератури у джерелах [37, 42, 62, 63].

В першому розділі роботи наведено медико-технічне обґрунтування роботи та огляд літературних джерел, описується структура нюхального аналізатора людини і відповідні методи діагностики респіраторно-ольфакторних порушень.

В другому розділі запропоновано структурну схему діагностичної системи для визначення порушень нюху та розглядаються її особливості.

В третьому наводиться розробка алгоритму аналізу циклограми дихання для дослідження реакції носової порожнини на дію одоривекторів. Проводиться оцінка послідовності дихальних циклів та визначається критерій можливої появи нюхальної чутливості за рахунок послідовної зміни коефіцієнта аеродинамічного носового опору. Досліджується чутливість методу та двобічні зміни назальної провідності в залежності від типу та концентрації одоранту. Це дозволяє підвищити об'єктивність ольактометричних досліджень за рахунок реєстрації зміни повітряного назального опору при дії відповідних одоривекторів.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи була вирішена задача удосконалення метода тестування респіраторно-ольфакторних порушень.

Визначено, що за динамікою носового опору за циклограмою носового дихання можливо спостерігати чутливість до різних одоривекторів.

Розроблений метод дозволяє збільшити об'єктивність ольфактометричних досліджень для різних типів пахучих речовин за рахунок рефлекторної зміни об'єму слизової оболонки під їх дією, що впливає на відповідну повітряну назальну провідність.

Визначено, що удосконалення метода визначення респіраторно-ольфакторних порушень за рахунок визначення коефіцієнта зміни аеродинамічного носового опору при дії певних одоривекторів, дозволяє підвищити об'єктивність ольфактометричних досліджень.

Адекватність отриманих даних оцінювалась за критерієм Фішера. Підвищення достовірності можливо за рахунок збільшення кількості дихальних циклів для проведення розрахунків.

За результатами роботи розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє в автоматизованому режимі визначати час порогу чутливості при дії одоривектора.

Результати роботи можуть бути впроваджені у медичну практику у оториноларингологічних відділеннях та діагностичних центрах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

**РИНОМАНОМЕТРІЯ, АНАЛІЗАТОР НЮХОВИЙ, ОДОРІВЕКТОР,
ОЛЬФАКТОМЕТР, ЦИКЛОГРАМА ДИХАННЯ.**

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Rimmer J., Hellings P., Lund V. et al. (2019) European position paper on diagnostic tools in rhinology. *Rhinol. j.*, 57(S28): 1–41.
2. 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. Харків : ХНУРЕ, 2018. 132 с. URL: <https://doi.org/10.30837/978-966-659-235-7>.
3. Морохоев В.И. Обонятельная дисфункция: диагностика и хирургическое лечение / В.И. Морохоев //Вестн. оториноларингол., 1990.– № 6.
4. Stewart M., Witsell D., Smith T. et al. (2004) Development and Validation of the Nasal Obstruction Symptom Evaluation (NOSE) Scale. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 130(2): 157–163.
5. Piccirillo J., Merritt M., Richards M. (2002) Psychometric and Clinimetric Validity of the 20-Item Sino-Nasal Outcome Test (Snot-20). *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 126(1): 41–47.
6. Hopkins C., Gillett S., Slack R. et al. (2009) Psychometric validity of the 22-item Sinonasal Outcome Test. *Clin. Otolaryngol.*, 34(5): 447–454.
7. Gelardi M., Piccininni K., Quaranta N. et al. (2019) Olfactory dysfunction in patients with chronic rhinosinusitis with nasal polyps is associated with clinical-cytological grading severity. *Acta Otorhinolaryngol. Ital.*, 39(5): 329–335.
8. Frasnelli J., Hummel T. (2004) Olfactory dysfunction and daily life. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol.*, 262(3): 231–235.
9. Mozzanica F., Preti A., Gera R. et al. (2019) Quality of life impairment and its assessment in patients with olfactory dysfunction. *Otorinolaringol.*, 69(3).
10. Кузів О.Є. (2017). Психофізіологія: курс лекцій (укр.). ТНТУ ім. І. Пулюя. с. 71. Архів оригіналу за 19 липня 2021. Процитовано 24 травня 2022.
11. Д.І.Заболотний; Ф.Б.Юрочко. Поліпоз носа теорія і практика. МС. с. 6,77,89. ISBN 966-8461-42-8. Архів оригіналу за 20 вересня 2018.
12. Morley A., Sharp H. (2006) A review of sinonasal outcome scoring systems — which is best? *Clin Otolaryngol.*, 31(2): 103–109.
13. Hummel T., Sekinger B., Wolf S. et al. (1997) «Sniffin' Sticks»: Olfactory

Performance Assessed by the Combined Testing of Odour Identification, Odor Discrimination and Olfactory Threshold. *Chemical Senses*, 22(1): 39–52.

14. Hummel T., Whitcroft K., Andrews P. et al. (2017) Position paper on olfactory dysfunction. *Rhinol. J.*, 54(26): 1–30.

15. Magliulo G., De Vincentiis M., Iannella G. et al. (2018) Olfactory evaluation in obstructive sleep apnoea patients. *Acta Otorhinolaryngol. Ital.*, 38(4): 338–345.

16. Damm M. (2002) Intranasal Volume and Olfactory Function. *Chemical Senses*, 27(9): 831–839.

17. Zhao K., Jiang J., Pribitkin E. et al. (2014) Conductive olfactory losses in chronic rhinosinusitis? A computational fluid dynamics study of 29 patients. *Int. Forum Allergy Rhinol.*, 4(4): 298–308.

18. Avrunin O., Nosova Y., Zlepko S. et al. (2019) Assessment of the diagnostic value of the method of computer olfactometry. *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 9(3): 18–21.

19. Oka S., Kawanabe H., Yamanobe S. et al. (2020) Relationship between olfaction and maxillofacial morphology in children with malocclusion. *Clin. Experiment. Dent. Res.*, 7(1): 33–39.

20. Olszewska E, Sieskiewicz A, Kasacka I, Rogowski M, Zukowska M, Soroczyńska J. et al. Cytology of nasal mucosa, olfactometry and rhinomanometry in patients after CO2 laser mucotomy in inferior turbinate hypertrophy. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 2010; 48(2).

21. Шкорботун В.О., Шкорботун Я.В. (2020) Оцінка якості життя пацієнтів з кістами верхньощелепних синусів після ендоскопічної синусотомії в залежності від хірургічного доступу. *Оториноларингологія*, 4(3).

22. Fokkens W., Lund V., Hopkins C. et al. (2020) European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020. *Rhinology J.*, 58(Suppl. S29): 1–464.

23. Toma S., Hopkins C. (2016) Stratification of SNOT-22 scores into mild, moderate or severe and relationship with other subjective instruments. *Rhinology J.*, 54(2): 129–133.

24. Karlsson A., Persson M., Mjörnheim A. et al. (2020) Total nasal airway resistance while sitting predicts airway collapse when lying down. *J. Laryngol. Otol.*, 134(10): 917–924.

25. Moore M., Eccles R. (2012) Normal nasal patency: problems in obtaining standard reference values for the surgeon. *J. Laryngol. Otol.*, 126(6): 563–569.

26. Лебединський О. Розробка модуля контролю респіраторної реабілітації / О. Лебединський, Я. В. Носова // Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали міжнародної науково-технічної конференції 25–27 травня 2022 р. / за заг. ред. І. В. Прокоповича, Н. В. Манічевої ; Нац. ун-т «Одеська політехніка». — Вінниця : ТОВ «Торговий дім «Альфа і Омега», 2022 р. — С. 47-48.

27. Nosova YV, Shevchenko OS, Khudaieva SA, Ibrahim YA. Calculation of weight indicators of the importance of using odorivectors for the purpose of formalizing olfactometry diagnosis. *Web of Scholar*. 2018;1(7):20–2.

28. Носова Я.В. Формализация показателей обонятельной чувствительности при поддержке принятия решений для ольфактометрической диагностики / Я.В. Носова, О.Г. Аврунин. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Матеріали XVIII міжнар. наук.-техн. конференції (8–13 червня 2018 р., м. Одеса); Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – 2018. – С. 142–144.

29. Calculation of Weight Indicators of the Importance of Using Odorivectors for the Purpose of Formalizing Olfactometry Diagnosis / Y.V. Nosova, O.S. Shevchenko, S.A. Khudaieva, I.A. Younouss. // *International Academy Journal. Web of Scholar*. – 2018. – №7(25), Vol. 1. – P. 20–22.

30. Avrunin, O.; Nosova, Y.; Zlepko, S.; Abdelhamid, I.Y. Assessment of the diagnostic value of the method of computer olfactometry. *Inform. Autom. Pomiaru Gospod. Ochr. Sr.* **2019**, 5, 18–21.

31. 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.

32. Аврунін О. О. Аналіз пневматичної потужності при диханні людини / О. О. Аврунін // Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті : матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму, 19-21 квітня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ,

2022. – Т. 1. – С. 40-41

33. Носова Я.В. Анализ энергетических характеристик носового дыхания при ольфактометрических исследованиях / Я.В. Носова, Хушам Фарук, Н.О. Шушляпина. Материалы XIII Международной научнотехнической конференции «Физические процессы и поля технических и биологических объектов», 07-09 ноября, 2014 г., Кременчуг: КрНУ, 2014. С. 83.

34. Аврунін О. О. Засоби для визначення пневматичної потужності при диханні людини / О. О. Аврунін, Я. В. Носова, Н. О. Шушляпіна // Актуальні задачі медичної, біологічної фізики та інформатики : Матеріали доповідей та виступів всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 27 квітня 2022 р. – Вінниця : Едельвейс, 2022. – С. 20-22.

35. Аврунин О. Г. Обоснование основных медико-технических 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. ; Кацивели : ХНУРЕ, 2010. – С. 280-281.

36. Аврунин О. Г. Методика расчета диаметра сопла Вентури для устройства по определению перепадно-расходных характеристик носовых проходов / О. Г. Аврунин // Промислова гідраліка і пневматика. – 2010. – № 2(28). – С. 62–66.

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

38. Носова Я.В., Аврунин О.Г. (2017) Особенности аэродинамики обонятельной области. Актуальні проблеми автоматики та приладобудування. Матеріали Міжнарод. наук.-техн. конфер., 77–78.

39. Avrunin, O.G., Nosova, Y.V., Paliy, V.G., Shushlyapina, N.O., Kalimoldayev, M., Komada, P., & Sagymbekova, A. Study of the air flow mode in the nasal cavity during a forced breath. In Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017 (Vol. 10445, p. 104453H). International Society for Optics and Photonics. (2017).

40. Носова Я.В. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании / Я.В. Носова, О.Г. Аврунин, Х.И. Фарук. // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 16 (1292). – С. 122–127. doi: 10.20998/2413-4295.2018.16.19.

41. Nosova, Ya. V. Biotechnical system for integrated olfactometry diagnostics / Ya. V. Nosova, O. G. Avrunin, V. V. Semenets // Innovative technologies and scientific solutions for industries. – 2017. – N 1 (1). – P. 64–68. DOI:10.30837/2522-9818.2017.1.064.

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

43. Книгавко, Ю.В. Программная визуализация объемных медицинских данных / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Техн. електродинаміка – 2011. – С. 301-308.

44. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, А.Г. Аврунин // Журн. Техническая электродинамика.- 2010.- С. 258-261.

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

46. Tymkovych M, Gryshkov O, Avrunin O, Selivanova K, Nosova Y, Mutsenko V, et all. Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. In: Jarm T, Cvetkoska A, Mahnic-Kalamiza S, Miklavcic D. (eds) 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol. 80. Springer, Cham.

47. 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». – 2015р. - №39 (1148). – С. 73-77.

48. Avrunin, O.G.; Nosova, Y.V.; Abdelhamid, I.Y.; Pavlov, S.V.; Shushliapina, N.O.; Bouhlal, N.A.; Ormanbekova, A.; Iskakova, A.; Harasim, D.

Research Active Posterior Rhinomanometry Tomography Method for Nasal Breathing Determining Violations. *Sensors* 2021, 21, 8508. <https://doi.org/10.3390/s21248508>.

49. Avrunin, O. G., Nosova, Y. V., Abdelhamid, I. Y., Pavlov, S. V., Shushliapina, N. O., Wójcik, W., . . . Kalizhanova, A. (2021). Possibilities of automated diagnostics of odontogenic sinusitis according to the computer tomography data. *Sensors (Switzerland)*, 21(4), 1-22. doi:10.3390/s21041198.

50. Книгавко Ю.В. Расчет функциональных параметров, определяющих показания к проведению ринопластики / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин, Х. Фарук // ВосточноЕвропейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 2/10 (62). – С. 24 – 27.

51. Бажан О. В. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії / О. В. Бажан, О. Г. Аврунін, М. Ю. Тимкович // I Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. - 2018. - С.184.

52. Tymkovych, M. Y., Avrunin, O. G. Farouk, H. I. Reconstruction method of the intact surface of surgical accesses. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2014, 9(70), 37- 41.

53. . System of three-dimensional human face images formation for plastic and reconstructive medicine / Ya. Nosova, S. Pavlov, O. Avrunin, O. Hrushko, N. Shushlyapina // Teaching and subjects on bio-medical engineering. Approaches and experiences from the BIOART-project. – Corresponding authors, Peter Arras and David Luengo. – Printed by Acco cv, Leuven (Belgium), 2021. – P.187–203.

54. Selivanova KG, Avrunin OG, Tymkovych MY, Manhora TV, Oleh S, Bezverkhyi OS, et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations using computer vision techniques. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2021;97(9):30-3.

55. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Abdelhamid, I. Y., Shushliapina, N. O., Nosova, Y. V., & Semenets, V. V., “Features of image segmentation of the upper respiratory tract for planning of rhinosurgical surgery,” 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology ELNANO, 485-488 (2019). doi:10.1109/ELNANO.2019.8783739

56. Аврунин О.Г. Повышение достоверности риноманометрической

диагностики путем учета статистических характеристик измеряемых сигналов. Радиотехника. 2013. № 174. С. 73–80.

57. Аврунин О.Г. Сравнение дискриминантных характеристик риноманометрических методов диагностики / О.Г. Аврунин, В.В. Семенец, П.Ф. Щапов. Радиотехніка. 2011. 164. С. 102– 107.

58. Y. Nosova, K. Faruk and O. Avrunin, "Radio Technology in Biomedical Investigation", Telecommunications and Radio Engineering, vol. 77, no. 15, pp. 1389-1395, 2018. doi: 10.1615/telecomradeng.v77.i15.90.

59. Щапов, П. Ф. Повышение достоверности контроля и диагностики объектов в условиях неопределенности: монография / П.Ф. Щапов, О.Г. Аврунин. Харьков : ХНАДУ, 2011. 192 с.

60. Щапов, П. Ф. Повышение достоверности контроля и диагностики объектов в условиях неопределенности: монография / П.Ф. Щапов, О.Г. Аврунин. Харьков : ХНАДУ, 2011. 192 с

61. 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.

62. Дослідження зміни аеродинамічного носового опору при дії одоривекторів / Я. В. Носова, Н. О. Шушляпіна, О. О. Аврунін, С. А. Худаєва // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 904.

63. Nosova, Y., Avrunin, O., Tymkovych, M., Khudaieva, S., Yurevych, N., & Glasmacher, B.. Determination of nasal breathing disorders according to computer tomography. In 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) (pp. 516-519). IEEE(2020).