

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРХНІХ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ В НОРМІ ТА ПРИ ТИПОВИХ ПАТОЛОГІЯХ**

Носова Я.В., Тимкович М.Ю.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,  
тел. (057) 702-13-64

e-mail: yana.nosova@nure.ua.

For the first time, theoretical data were obtained and refined by conducting experimental studies of field models on aerodynamic stand. The influences of local aerodynamic resistances on the general conductivity of the upper respiratory tract are determined. The main points of pressure measurement on full-scale models are determined. At the same time areas, for example, a lattice bone and others where diffuse, instead of aerodynamic processes prevail are separated.

Попередня робота виконувалась згідно із договором М/189-2019 «3D-Model - Впровадження швидкого прототипування для моделювання верхніх дихальних шляхів в нормі та при типових патологіях». Було виконано: розроблено метод сегментації верхніх дихальних шляхів за томографічними даними; підготовано 3D-моделі верхніх дихальних шляхів до швидкого прототипування; сформульовано практичні рекомендації щодо визначення оптимальних показників 3D-слайсінгу для точної деталізації анатомічних натурних моделей; проведено процедуру уточнення впливу аеродинамічних характеристик верхніх дихальних шляхів на показники дихання; розроблено структурну схему випробувального стенду для визначення аеродинамічних характеристик верхніх дихальних шляхів. Основні завдання проекту: розробка принципової схеми пневматичного стенда, розробка дослідного зразка пневматичного стенда, розробка структурно-функціональної схеми пневматичного стенда, уточнення аеродинамічних характеристик та числових критеріїв оцінки ступеня порушення носового дихання на основі аеродинамічних випробувань, проведення аеродинамічних випробувань, розробка засобів дистанційного Internet-навчання та тестування для демонстрації технології аеродинамічних випробувань. Вперше отримано та уточнено теоретичні дані за рахунок проведення експериментальних досліджень натурних моделей на аеродинамічному стенді. Визначено впливи локальних аеродинамічних опорів на загальну провідність верхніх дихальних шляхів. Визначено основні точки виміру тиску на натурних моделях. При цьому відсепаровуються області, наприклад, градчатої кістки та інші, де превалюють дифузні, а не аеродинамічні процеси. Проведено математичне моделювання та дослідження впливу різних типів локальних

опорів носової порожнини на назальну аеродинаміку при диханні. Визначено основні аеродинамічні опори при типових змінах архітектоніки носової порожнини. Теоретичні розрахунки та математичні моделі в світі та в Україні існують, але натурних моделей носової порожнини в нормі та деяких патологічних станах та відповідних аеродинамічних стендів для їх тестування не існує. Але це якраз дозволяє отримати унікальні експериментальні дані щодо змін показників повітряного потоку при диханні в залежності від патологічних станів. На підставі цих даних за допомогою методів комп'ютерного планування хірургічних втручань і моделювання необхідної конфігурації носової порожнини можливо прогнозувати функціональний результат операції.

Мала довжина носової порожнини у порівнянні із областю взаємовпливу місцевих опорів (більш ніж в 2 рази менше) не дозволяє враховувати їх спільний опір повітряного потоку, тому доцільно при визначенні сумарного місцевого аеродинамічного носового опору враховувати тільки місцевий опір, який вносить максимальні втрати напору. До складу аеродинамічних стендів для тестування натурних моделей верхніх дихальних шляхів повинні входити витратомір та перетворювачі тиску у декількох характерних точках виміру. Такі точки розташовуються на вході та виході дослідної моделі та біля характерних конфігураційних змін носового каналу, які характеризують локальні аеродинамічні опори.

#### Список літератури

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

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

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

4. Avrunin O. G. Research of laminar boundary layer influence of the air flow on the mucous membrane of the nasal cavity / O.G. Avrunin, Ya. V. Nosova, O. Gryshkov, B. Glasmacher, N. Shushliapina // 46 th ESAO Congress. The International Journal of Artificial Organs. - Hannover, Germany. - 2019, Vol 42 Number 8. - P. – 430.

5. 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 «ХП». – 2015р. - №39 (1148). – С. 73-77.