МИНЕСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕХАНИКО-МАТЕМАТЕЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической и прикладной механики

ТИТОВА

Виктория Витальевна

**Собственные частоты свободных колебаний среднего уха: влияние геометрических параметров и механических свойств тимпанальной мембраны**

Дипломная работа

Руководитель: кандидат физико-математических наук,

доцент кафедры теоретической и прикладной механики

Босяков Сергей Михайлович

Допущен к защите

«**\_\_**» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** 2017 г.

Зав. кафедрой теоретической и прикладной механики

доктор физико-математических наук, профессор М.А. Журавков

Минск 2017

Реферат

Модальный анализ колебательной системы среднего уха при патологических изменениях упругих свойств тимпанальной мембраны; Титова Виктория Витальевна; Механико-математический факультет, Кафедра

теоретической и прикладной механики; науч. рук. С. М. Босяков.
Дипломная работа содержит

* 32 страниц,
* 20 иллюстраций,
* 9 таблиц,
* 7 использованных источников.

Ключевые слова: модальный анализ, среднее ухо при различных геометрических параметрах и физико-механических свойствах, тимпанальная мембрана, нахождение частот.

Настоящая работа посвящена конечно-элементному моделированию тимпанальной мембраны (ТМ) среднего уха. Нахождению напряженно-деформированного состояния и модальному анализу разработанной модели при различных изменениях геометрии модели мембраны среднего уха и свойств. Под модальным анализом понимается задача определения собственных частот и форм собственных колебаний. Для достижения поставленной цели использовались:

* Научные исследования в области частот собственных колебаний среднего уха человека.
* Пакет прикладных программ для механического моделирования Ansys Workbench
* Пакет Wolfram Mathematica;

В дипломной работе получены следующие результаты:

Проведено конечно элементное моделирование тимпанальной мембраны среднего уха. Найдено напряженно-деформированное состояние и проведен модальный анализ разработанной модели при патологических изменениях упругих свойств, найдены полные перемещения мембраны, проведен сравнительный анализ.
Дипломная работа носит практический характер. Ее результаты могут быть использованы для оценки слуховой проводимости среднего уха на основании спектров собственных частот свободных колебаний, а также для прогнозирования слуховых функций среднего уха.

Дипломная работа выполнена автором самостоятельно.

# Рэферат

Мадальны аналіз вагальнай сістэмы сярэдняга вуха пры паталагічных зменах пругкіх уласцівасцяў тимпанальной мембраны ; Цітова Вікторыя Вітальеўна; Механіка-матэматычны факультэт, Кафедра тэарэтычнай і прыкладной механікі; наву. рук. С. М. Басякоў.

Дыпломная праца ўтрымлівае

•32 старонак,

•20 ілюстрацый

•9 табліц

•7 выкарыстаных крыніц.

Ключавыя словы: мадальны аналіз, сярэдняе вуха розных геаметрычных параметрах і фізіка-механічных уласцівасцях, тимпанальная мембрана, знаходжанне частот.

Сапраўдная праца прысвечана вядома-элементнага мадэляванні тимпанальной мембраны (ТМ) сярэдняга вуха. Знаходжанню напружана-дэфармаванага стану і мадальнай аналізу распрацаванай мадэлі пры паталагічных зменах пругкіх уласцівасцяў. Пад мадальным аналізам разумеецца задача вызначэння ўласных частот і формаў (мод) уласных ваганняў. Для дасягнення пастаўленай мэты выкарыстоўваліся:

• Пакет прыкладных праграм для механічнага мадэлявання Ansys Workbench

• Пакет Wolfram Mathematica;

У дыпломнай працы атрыманы наступныя вынікі:

• Праведзена вядома элементнай мадэляванне тимпанальной мембраны сярэдняга уха. Найдено напружана-дэфармаваны стан і праведзены мадальны аналіз распрацаванай мадэлі пры паталагічных зменах пругкіх уласцівасцяў, знойдзеныя поўныя перамяшчэння мембраны, праведзены параўнальны аналіз.

Дыпломная праца носіць практычны характар. Яе вынікі могуць быць выкарыстаны для ацэнкі слыхавы праводнасці сярэдняга вуха на падставе спектраў ўласных частот свабодных ваганняў, а таксама для прагназавання слыхавых функцый сярэдняга вуха.

Дыпломная работа выканана аўтарам самастойна.

# Thesis

Modal analysis of the vibrational system of the middle ear with the pathological changes of the elastic properties of the tympanic membrane ; Titova Viktoria Vitalievna; Mechanics and Mathematics Faculty, Department of Theoretical and Applied Mechanics; teach. hands. S.M. Bosiakov.

Course work includes

•32 pages,

•20 Illustrations,

•9 tables,

•7 sources was used.

Keywords: modal analysis, the middle ear with the various geometrical parameters and physical and mechanical properties, tympanic membrane, finding frequencies

This paper deals with finite element modeling of the tympanic membrane (TM) of the middle ear. Finding the stress-strain state and modal analysis of the model developed in pathological changes in the elastic properties. By modal analysis refers to the problem of determining its own frequencies and forms (modes) of natural oscillations. To achieve this goal have been used:

• application packages for mechanical simulation of Ansys Workbench

•Package Wolfram Mathematica;

The following results were obtained in the course work:

• A finite element modeling of the tympanic membrane average stress-strain state and held modal analysis model developed in pathological changes in the elastic properties, membrane total deformation were found, and a comparative analysis was performed.

Coursework is practical. Its results can be used to to assess conduction hearing of the middle ear on the basis of the spectra of the natural frequencies of free oscillations, and to predict the function of the middle ear hearing The diploma work is done by the author self.