МИНЕСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕХАНИКО-МАТЕМАТЕЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической и прикладной механики

СОПОВА

Александра Витальевна

**Модальный анализ колебательной системы среднего уха при патологических изменениях упругих свойств тимпанальной мембраны**

Дипломная работа

Руководитель: кандидат физико-математических наук,

доцент кафедры теоретической и прикладной механики

Босяков Сергей Михайлович

Допущен к защите

«**\_\_**» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** 2016 г.

Зав. кафедрой теоретической и прикладной механики

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

Минск 2016

# РЕФЕРАТ

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

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

* 50 страниц,
* 42 иллюстраций,
* 10 таблиц,
* 17 использованных источников.

Ключевые слова: модальный анализ, среднее ухо при патологических изменениях упругих свойств, 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 патологических изменениях упругих свойств. Под модальным анализом понимается задача определения собственных частот и форм (мод) собственных колебаний. Для достижения поставленной цели использовались:

* законы теории упругости;
* пакет прикладных программ аналитического программирования Wolfram Mathematica;
* Пакет прикладных программ для механического моделирования Ansys

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.  
Дипломная работа носит практический характер. Ее результаты могут быть использованы для прогнозирования оптимальной толщины хрящевого трансплантата, необходимого для выполнения локальной тимпанальной пластики до возникновения ретракционного кармана.

Дипломная работа выполнена автором самостоятельно.

# РЕФЕРАТ

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

Дыпломная праца ўтрымлівае

• 50 старонак,

• 42 ілюстрацый

• 10 табліц

• 17 выкарыстаных крыніц.

Ключавыя словы: мадальны аналіз, сярэдняе вуха пры паталагічных зменах пругкіх уласцівасцяў, 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 аналітычнага праграмавання Wolfram Mathematica;

• Пакет прыкладных праграм для механічнага мадэлявання Ansys

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.

Дыпломная праца носіць практычны характар. Яе вынікі могуць быць выкарыстаны для прагназавання аптымальнай таўшчыні храстковага трансплантанта, неабходнага для выканання лакальнай тимпанальной пластыкі да ўзнікнення ретракционного кішэні.

Дыпломная работа выканана аўтарам самастойна.

# TESIS

Modal analysis of the vibrational system of the middle ear with the pathological changes of the elastic properties of the tympanic membrane / Sopova Alexander Vitalievna; Mechanics and Mathematics Faculty, Department of Theoretical and Applied Mechanics; teach. hands. SM Bosyakov.

Course work includes

• 50 pages,

• 42 Illustration,

• 10 tables,

• 17 of the sources used.

Keywords: modal analysis, the middle ear with the pathological changes of elastic 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 package of analytical software Wolfram Mathematica;

• application packages for mechanical simulation of Ansys

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.

Coursework is practical. Its results can be used to predict the optimum thickness of the cartilage graft required to perform local tympanic plasty to emergence of retraction pocket .

The diploma work is done by the author self.