

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

_____ Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ГИДРОАКУСТИКА»**

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Магистерская программа:	Прикладная математика и информатика
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная нужное подчеркнуть

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020 г.

МП



Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 228; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы Прикладная математика и информатика, направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры теории упругости и
вычислительной математики имени
академика А.С. Космодамианского

В.И. Сторожев

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского

Протокол № 11 от «9» апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой

В.И. Сторожев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Вычислительная гидроакустика» относится к вариативной части ПБ учебного плана и состоит из одного модуля.

В рамках преподавания дисциплины изучаются основные методы механико-математического моделирования и расчета характеристик плоских и цилиндрических однослойных и многослойных элементов систем гидроакустического экранирования и систем звукоизоляционных гидроакустических покрытий многосвязной структуры с различными комплексами физико-механических характеристик. Представляемые методы исследования базируются на аппарате теории уравнений математической физики.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами учебного плана подготовки бакалавров по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика:

ПБ Б 1 Математический анализ I

ПБ Б 2 Математический анализ II

ПБ Б 3 Математический анализ III

ПБ Б 11 Численные методы

ПБ Б 12 Дифференциальные уравнения

ПБ Б 13 Комплексный анализ

ПБ Б 14 Функциональный анализ

ПБ ВВ 6 Уравнения математической физики

ПБ ВС 1 Математические модели механики твердого тела

ПБ ВС 2 Математические модели и методы теории упругости

ПБ ВС 4 Неклассические краевые задачи механики сплошных сред

ПБ ВВ 11 Методы компьютерно-математического моделирования в волновой механике

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика	
Магистерская программа	Прикладная математика и информатика	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 устный экзамен во 2 семестре	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	1	
Семестр	2	
Количество часов	144	
- лекционных	17	
- практических, семинарских	34	
- лабораторных		
- самостоятельной работы	93	
в т.ч. индивидуальное задание	67	
Недельное количество часов,	8,5	
в т.ч. аудиторных	3	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Целями освоения дисциплины «Вычислительная гидроакустика» являются:

- формирование у студентов представлений о теоретических основах современных моделей систем гидроакустической защиты и гидроакустического экранирования и об областях их практического приложения;
- формирование умений применять для анализа рассматриваемых моделей методов вычислительной математики, а также основные положения теории дифференциальных уравнений в частных производных, комплексного анализа, функционального анализа, вариационного исчисления, механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа и т.д.;
- формирование умения демонстрировать знание и понимание основных определений, алгоритмов и методов решения задач по тематике учебной дисциплины;
- приобретение умений строить логически выверенные рассуждения;
- формирование умений пользоваться методами математического моделирования вычислительной математики для формализации и решения прикладных задач;
- развитие навыков самостоятельной работы и умений находить и перерабатывать дополнительную информацию в данной предметной области;
- развитие творческого, научного потенциала студентов, их познавательных интересов в области дискретных математических моделей, стимулирование к дальнейшему занятию научной деятельностью.

Задачи освоения дисциплины – усвоение теоретических основ и практических навыков использования методов построения и анализа ряда основных классов моделей теоретических математических систем гидроакустической защиты и гидроакустического экранирования.

Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (магистерская программа: Прикладная математика и информатика):

а) общекультурных (ОК):

- способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОПК-3);
- способности использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики (ОПК-4);

в) профессиональных - научно-исследовательская деятельность (ПК):

- способности проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1);
- способности разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

способности разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

способности разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности (ПК-4);

способности разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов (ПК-7);

способности разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий (ПК-11).

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

постановки и методы решения задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;

постановки и методы решения задачи о возбуждении волн деформаций в пакете идеально контактирующих слоев и пакете слоев, разделенных жидкостными прослойками, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;

постановки и методы решения задач о максимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью;

постановки и методы решения задачи о минимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью;

постановки и методы решения задачи о возбуждении волн деформаций в сплошном цилиндре бесконечной протяженности, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;

постановки и методы решения задачи о возбуждении волн деформаций в тонком диске, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;

постановки и методы решения задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями;

постановки и методы решения задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с учетом диссипативных механических потерь в материале;

постановки и методы решения задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых внешних гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей;

постановки и методы решения задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой; постановки и методы решения задачи о расчетах экранов антенн из стержневых преобразователей;

постановки и методы решения задачи о расчетах экранов антенн из стержневых преобразователей;

постановки и методы решения задачи о расчетах приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с цилиндрическими полостями на основе прикладных квазистатических моделей;

постановки и методы решения задачи о расчетах приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями на основе прикладных квазистатических моделей.

уметь:

- проводить расчеты параметра импеданса для слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью;
- определять гидроакустические давления в отраженных и преломленных волнах;
- проводить расчеты параметра импеданса в задаче о возбуждении волн деформаций в тонком диске, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;
- проводить расчеты параметра импеданса;
- проводить анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала диска и свойств жидкостей;
- проводить расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты;
- проводить расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с учетом диссипативных механических потерь в материале;
- проводить расчеты радиально возбуждаемых внешних гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей;
- проводить расчеты звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности;
- проводить расчеты приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями на основе прикладных квазистатических моделей.

владеть:

- навыками и приобрести опыт анализа параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей;
- анализа параметрических частотных зависимостей для амплитуд при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей;
- анализа параметрических частотных зависимостей для давлений при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей;
- анализа параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей;
- анализа параметрических частотных зависимостей волн для деформаций в сплошном цилиндре бесконечной протяженности, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;
- анализ параметрических частотных зависимостей волн деформаций в тонком диске, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью;
- анализа акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с учетом диссипативных механических потерь в материале;
- анализа акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой;
- анализ параметрических зависимостей для характеристик гидроакустических покрытий с цилиндрическими полостями.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1.	
Общие вопросы и методики расчета плоских элементов систем гидроакустического экранирования.	
Тема 1. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра

экранирования. Вычисление параметра импеданса слоя.	импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
Тема 2. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров отражения и преломления для однослойного элемента.	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение амплитуд отраженных и преломленных волн. Анализ параметрических частотных зависимостей для амплитуд при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
Тема 3. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров передачи волнового давления для однослойного элемента.	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение гидроакустических давлений в отраженных и преломленных волнах. Анализ параметрических частотных зависимостей для давлений при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
Тема 4. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление акустических параметров для экранирующего пакета из чередующихся слоев.	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в пакете идеально контактирующих слоев и пакете слоев, разделенных жидкостными прослойками, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение амплитуд отраженных и преломленных волн. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
Тема 5. Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукоотражающих экранов.	Постановка и решение задачи о максимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Анализ параметрических частотных зависимостей для гидроакустического давления в отраженных волнах при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
Тема 6. Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукопоглощающих экранов.	Постановка и решение задачи о минимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Анализ параметрических частотных зависимостей для гидроакустического давления в отраженных волнах при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
Содержательный модуль 2. Методики расчета элементов систем гидроакустического экранирования с границами цилиндрической и сферической формы.	
Тема 7. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в сплошном цилиндре бесконечной протяженности, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра

протяженности.	импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала цилиндра и свойств жидкостей
Тема 8. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых тонких дисков.	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в тонком диске, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала диска и свойств жидкостей
Тема 9. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.
Тема 10. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты.	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты.
Тема 11. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с диссипативными механическими потерями.	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с учетом диссипативных механических потерь в материале.
Тема 12. Расчеты гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей. Внешние цилиндрические и плоские экраны.	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых внешних гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей.
Тема 13. Расчеты акустических характеристик цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой.	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой.
Тема 14. Расчеты экранов антенн из стержневых преобразователей. Вычисление звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности.	Постановка и решение задачи о расчетах экранов антенн из стержневых преобразователей. Методика и примеры вычисления звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности.
Тема 15. Расчеты акустомеханического КПД экранов антенн из стержневых преобразователей.	Постановка и решение задачи о расчетах экранов антенн из стержневых преобразователей. Методика и примеры вычисления акустомеханического КПД экранов антенн из стержневых преобразователей. Анализ параметрических зависимостей для исследуемых характеристик.
Тема 16. Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с	Постановка и решение задачи о расчетах приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с цилиндрическими

цилиндрическими полостями.	полостями на основе прикладных квазистатических моделей.
Тема 17. Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями.	Постановка и решение задачи о расчетах приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями на основе прикладных квазистатических моделей.

Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметра импеданса слоя.	8.5	1	2	0	5.5	0					
Тема 2. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров отражения и преломления для однослойного элемента.	8.5	1	2	0	5.5	0					
Тема 3. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров передачи волнового давления для однослойного элемента.	8.5	1	2	0	5.5	0					
Тема 4. Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление акустических параметров для экранирующего пакета из чередующихся слоев.	8.5	1	2	0	5.5	0					
Тема 5. Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукоотражающих экранов.	8.5	1	2	0	5.5	0					

Тема 6. Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукопоглощающих экранов.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Итого по содержательному модулю 1	51	6	12	0	33	0						
Содержательный модуль 2												
Тема 7. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 8. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых тонких дисков.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 9. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 10. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 11. Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с диссипативными механическими потерями.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 12. Расчеты гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей. Внешние цилиндрические и плоские экраны.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 13. Расчеты акустических характеристик цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 14. Расчеты экранов антенн из стержневых преобразователей. Вычисление звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности.	8.5	1	2	0	5.5	0						

Тема 15. Расчеты акусто-механического КПД экранов антенн из стержневых преобразователей.	8	1	2	0	5	0						
Тема 16. Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с цилиндрическими полостями.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Тема 17. Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями.	8.5	1	2	0	5.5	0						
Итого по содержательному модулю 2	93	11	22	0	60	0						
Всего по дисциплине	144	17	34	0	93	0						

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметра импеданса слоя.	1
2	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров отражения и преломления для однослойного элемента.	1
3	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров передачи волнового давления для однослойного элемента.	1
4	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление акустических параметров для экранирующего пакета из чередующихся слоев.	1
5	Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукоотражающих экранов.	1
6	Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукопоглощающих экранов.	1
7	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности.	1
8	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых тонких дисков.	1
9	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.	1
10	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты.	1
11	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых	1

	сплошных цилиндров бесконечной протяженности с диссипативными механическими потерями.	
12	Расчеты гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей. Внешние цилиндрические и плоские экраны.	1
13	Расчеты акустических характеристик цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой.	1
14	Расчеты экранов антенн из стержневых преобразователей. Вычисление звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности.	1
15	Расчеты акустомеханического КПД экранов антенн из стержневых преобразователей.	1
16	Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с цилиндрическими полостями.	1
17	Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями.	1
	ВСЕГО	17

Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметра импеданса слоя.	2
2	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров отражения и преломления для однослойного элемента.	2
3	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление параметров передачи волнового давления для однослойного элемента.	2
4	Расчеты плоских слоистых систем гидроакустического экранирования. Вычисление акустических параметров для экранирующего пакета из чередующихся слоев.	2
5	Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукоотражающих экранов.	2
6	Расчеты экранов для приемных гидроакустических антенн. Вычисление характеристик звукопоглощающих экранов.	2
7	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности.	2
8	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых тонких дисков.	2
9	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.	2
10	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты.	2
11	Расчеты акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с диссипативными механическими потерями.	2
12	Расчеты гидроакустических экранов цилиндрических	2

	преобразователей. Внешние цилиндрические и плоские экраны.	
13	Расчеты акустических характеристик цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой.	2
14	Расчеты экранов антенн из стержневых преобразователей. Вычисление звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности.	2
15	Расчеты акустомеханического КПД экранов антенн из стержневых преобразователей.	2
16	Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с цилиндрическими полостями.	2
17	Расчеты акустических и упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями.	2
	ВСЕГО	34

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов (соответственно данным в таблице тематического плана)

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.	5.5
2	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение амплитуд отраженных и преломленных волн. Анализ параметрических частотных зависимостей для амплитуд при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.	5.5
3	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение гидроакустических давлений в отраженных и преломленных волнах. Анализ параметрических частотных зависимостей для давлений при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.	5.5
4	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в пакете идеально контактирующих слоев и пакете слоев, разделенных жидкостными прослойками, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение амплитуд отраженных и преломленных волн. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.	5.5
5	Постановка и решение задачи о максимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Анализ параметрических частотных зависимостей для гидроакустического давления в отраженных волнах при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.	5.5
6	Постановка и решение задачи о минимизации гидроакустического	5.5

	давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Анализ параметрических частотных зависимостей для гидроакустического давления в отраженных волнах при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.	
7	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в сплошном цилиндре бесконечной протяженности, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала цилиндра и свойств жидкостей	5.5
8	Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в тонком диске, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала диска и свойств жидкостей	5.5
9	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.	5.5
10	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров конечной высоты.	5.5
11	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых сплошных цилиндров бесконечной протяженности с учетом диссипативных механических потерь в материале.	5.5
12	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых внешних гидроакустических экранов цилиндрических преобразователей.	5.5
13	Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндрических преобразователей, заполненных упругой средой.	5.5
14	Постановка и решение задачи о расчетах экранов антенн из стержневых преобразователей. Методика и примеры вычисления звукового давления на оси и параметров тыльного лепестка диаграммы направленности.	5.5
15	Постановка и решение задачи о расчетах экранов антенн из стержневых преобразователей. Методика и примеры вычисления акустомеханического КПД экранов антенн из стержневых преобразователей. Анализ параметрических зависимостей для исследуемых характеристик.	5
16	Постановка и решение задачи о расчетах приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий с цилиндрическими полостями на основе прикладных квазистатических моделей.	5.5
17	Постановка и решение задачи о расчетах приведенных упругих параметров материалов гидроакустических покрытий со сферическими полостями на основе прикладных квазистатических моделей.	5.5
	ВСЕГО	93

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальная работа

«Расчеты характеристик многослойных плоских гидроакустических экранов»

Цель: Получение комплекса расчетных соотношений и разработка программного приложения для параметрического анализа характеристик многослойных плоских гидроакустических экранов с анизотропными функционально-градиентными составляющими

Задания:

1. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в однослойном анизотропном однородном экранирующем элементе.
2. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в однослойном анизотропном однородном экранирующем элементе с жесткой накладкой на одной из граней.
3. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном однородном экранирующем элементе.
4. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном однородном экранирующем элементе с жесткой накладкой на одной из внешних граней.
5. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном однородном экранирующем элементе с жесткими накладками на обеих внешних гранях.
6. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном однородном экранирующем элементе с тонким мембранным элементом между слоями.
7. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в однослойном анизотропном функционально-градиентном экранирующем элементе.
8. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в однослойном анизотропном функционально-градиентном экранирующем элементе с жесткой накладкой на одной из граней.
9. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном функционально-градиентном экранирующем элементе.
10. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном функционально-градиентном экранирующем элементе с жесткой накладкой на одной из внешних граней.
11. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном функционально-градиентном экранирующем элементе с жесткими накладками на обеих внешних гранях.
12. Разработка программного приложения для вычисления параметров отражения и преломления волны гидроакустического давления в двухслойном анизотропном функционально-градиентном экранирующем элементе с тонким мембранным элементом между слоями.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью.
2. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для импеданса при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
3. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение амплитуд отраженных и преломленных волн.
4. Анализ параметрических частотных зависимостей для амплитуд при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
5. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в слое, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью.
6. Определение гидроакустических давлений в отраженных и преломленных волнах. Анализ параметрических частотных зависимостей для давлений при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
7. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в пакете идеально контактирующих слоев и пакете слоев, разделенных жидкостными прослойками, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Определение амплитуд отраженных и преломленных волн. Расчеты параметра импеданса.
8. Постановка и решение задачи о максимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Анализ параметрических частотных зависимостей для гидроакустического давления в отраженных волнах при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
9. Постановка и решение задачи о минимизации гидроакустического давления в волнах, отраженных от экранирующего слоя, окруженного идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Анализ параметрических частотных зависимостей для гидроакустического давления в отраженных волнах при варьируемых характеристиках материала слоя и свойств жидкостей.
10. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в сплошном цилиндре бесконечной протяженности, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала цилиндра и свойств жидкостей
11. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в тонком диске, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью. Расчеты параметра импеданса. Анализ параметрических частотных зависимостей для решения при варьируемых характеристиках материала диска и свойств жидкостей
12. Постановка и решение задачи о расчетах акустических характеристик радиально возбуждаемых цилиндров бесконечной протяженности с внутренними цилиндрическими стержнями.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: математики и информационных технологий

Направление подготовки: 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Программа подготовки: академическая магистратура

Семестр 2

Учебная дисциплина «Вычислительная гидроакустика»

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ № 1

1. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в сплошном цилиндре бесконечной протяженности, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью.
2. Постановка и решение задачи о возбуждении волн деформаций в пакете идеально контактирующих слоев и пакете слоев, разделенных жидкостными прослойками, окруженном идеальной слабо сжимаемой жидкостью.

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского, протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ В.И. Сторожев
Преподаватель _____ В.И. Сторожев

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	15
2	15
Всего	30

Критерии оценивания ответов на вопросы модульной контрольной работы.

Ответ на вопрос 1 теоретического характера оценивается по шкале от 0 до 15 баллов:

- 0 баллов - полное отсутствие знаний по рассматриваемой проблеме;
 1-3 - сделана попытка раскрыть сущность вопроса;
 4-7- рассуждения и обоснования неверные, но присутствуют знания по данному вопросу;
 8-10 - большинство все рассуждений и обоснований верны, но вопрос рассмотрен не полно;
 11-14 - лишь отдельные рассуждения и обоснования не верны, но в процессе рассмотрения вопроса продемонстрированы глубокие знания предмета;
 15- грамотно и исчерпывающе полно сформулированы все обоснования.

Ответ на вопрос 2 теоретического характера оценивается по шкале от 0 до 15 баллов:

- 0 баллов - полное отсутствие знаний по рассматриваемой проблеме;
 1-3 - сделана попытка раскрыть сущность вопроса;
 4-7- рассуждения и обоснования неверные, но присутствуют знания по данному вопросу;
 8-10 - большинство все рассуждений и обоснований верны, но вопрос рассмотрен не полно;
 11-14 - лишь отдельные рассуждения и обоснования не верны, но в процессе рассмотрения вопроса продемонстрированы глубокие знания предмета;
 15- грамотно и исчерпывающе полно сформулированы все обоснования.

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в однородном изотропном экранирующем слое.
2. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в однородном трансверсально-изотропном экранирующем слое.
3. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в однородном анизотропном экранирующем слое триклинной системы.
4. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в экспоненциально-неоднородном изотропном экранирующем слое.

5. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в экспоненциально-неоднородном трансверсально-изотропном экранирующем слое.
6. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в экспоненциально-неоднородном анизотропном экранирующем слое триклинной системы.
7. Получение представлений характеристик поля волновых упругих колебаний в экспоненциально-неоднородном изотропном экранирующем слое.
8. Получение представлений характеристик поля волновых колебаний в полупространстве жидкости перед экраном.
9. Получение представлений характеристик поля волновых колебаний в полупространстве жидкости за экраном.
10. Получение представлений характеристик поля волновых колебаний в прослойке жидкости между экранирующими слоями.
11. Формулировка граничных условий для поверхности контакта твердой свободной либо мембранированной поверхности с жидкостью.
12. Формулировка граничных условий для поверхности контакта твердых слоев или для поверхности тонкой гибкой нерастяжимой мембранной вставки между твердыми слоями с различными типами физико-механической анизотропии в экранирующем пакете.

Практические вопросы к экзамену

1. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из слоев – экспоненциально-неоднородного изотропного (слой 1) и однородного анизотропного триклинной системы (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
2. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
3. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – трансверсально-изотропного (слой 1) и анизотропного триклинной системы (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
4. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
5. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – анизотропного триклинной системы (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
6. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – трансверсально-изотропного (слой 1) и изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
7. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и анизотропного триклинной системы (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.
8. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из идеально контактирующих однородных слоев – изотропного (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2).
9. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из идеально контактирующих слоев – однородного трансверсально-изотропного (слой 1) и однородного изотропного (слой 2).
10. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из идеально контактирующих однородных слоев – изотропного (слой 1) и анизотропного триклинной системы (слой 2).
11. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из идеально контактирующих однородных слоев – анизотропного триклинной системы (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2).

12. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.

13. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – анизотропного триклинной системы (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2).

14. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.

15. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – анизотропного триклинной системы (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.

16. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и анизотропного триклинной системы (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: математики и информационных технологий

Направление подготовки: 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Программа подготовки: академическая магистратура

Семестр 2

Учебная дисциплина «Вычислительная гидроакустика»

БИЛЕТ №1

1. Получение представлений характеристик поля волновых колебаний в полупространстве жидкости перед экраном.

2. Записать систему граничных соотношений для модели расчета двуслойного экрана из однородных слоев – изотропного (слой 1) и трансверсально-изотропного (слой 2), между которыми имеется прослойка жидкости.

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского, протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ В.И. Сторожев

Преподаватель _____ В.И. Сторожев

Схема оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
1	15
2	15
Всего	30

Критерии оценивания

ответов на вопросы модульной контрольной работы.

Ответ на вопрос 1 теоретического характера оценивается по шкале от 0 до 15 баллов:

0 баллов - полное отсутствие знаний по рассматриваемой проблеме;

1-3 - сделана попытка раскрыть сущность вопроса;

4-7- рассуждения и обоснования неверные, но присутствуют знания по данному вопросу;

8-10 - большинство все рассуждений и обоснований верны, но вопрос рассмотрен не полно;

11-14 - лишь отдельные рассуждения и обоснования не верны, но в процессе рассмотрения вопроса продемонстрированы глубокие знания предмета;
15- грамотно и исчерпывающе полно сформулированы все обоснования.

Ответ на вопрос 2 практического характера оценивается по шкале от 0 до 15 баллов:

0 баллов - полное отсутствие знаний по рассматриваемой проблеме;
1-3 - сделана попытка решения задачи;
4-6 - рассуждения и обоснования неверны, но присутствуют определенные знания по данному вопросу;
7-10 - не все рассуждения и обоснования верны, однако приведены элементы возможного решения;
11-14 - все рассуждения и обоснования верны, но задача рассмотрена не полностью;
15 - в процессе решения задачи продемонстрированы глубокие знания предмета, грамотно и полно сформулированы все обоснования.

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ – не предусмотрено

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнения индивидуальной работы (индивидуального теоретико-расчетного задания) и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины*

Организационно-учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
max 0 баллов	max 70 баллов	max 30 баллов	max 0 баллов	100 баллов

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляр ов в библиотек е ДонНУ	Наличи е электро нной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Вычислительная гидроакустика: учебное пособие / Номбре С.Б., Прийменко С.А., Сторожев В.И., Сторожев С.В.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2016. [Электронный ресурс]: учебное пособие – электронные данные (1 файл).	0	+
2.	Программирование алгоритмов вычислительной гидроакустики: учебно-методическое пособие / Номбре С.Б., Прийменко С.А., Сторожев В.И., Сторожев С.В.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2016. [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие – электронные данные (1 файл).	0	+
3.	Программирование алгоритмов вычислительной гидроакустики: учебно-методическое пособие / Номбре С.Б., Прийменко С.А., Сторожев В.И., Сторожев С.В.; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2019. учебно-методическое пособие – электронные данные (1 файл)	8	+
4.	Коноплева, И. А. Информационные технологии: учебное пособие / И. А. Коноплева, О. А. Хохлова, А. В. Денисов. - 2-е изд. - Москва: Проспект, 2014. - 327 с.	3	-
5.	Болнокин В.Е., Сторожев В.И., Зыонг Минь Хай. Исследование систем гидроакустического экранирования для подводных транспортных средств. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2016. –196 с.	2	-
<i>Дополнительная литература</i>			
6.	Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа: [учеб. пособ. для ун-тов и втузов] / Л.Г. Лойцянский. - 3-е изд. – М.: Наука, 1970. - 904 с.	16	-
7.	Гринченко В.Т., Вовк И.В. Волновые задачи рассеяния звука на упругих оболочках. – К.: Наукова думка, 1986. – 237 с.	1	-
8.	Лямшев Л.М. Отражение звука тонкими пластинками и оболочками в жидкости. – М.: АН СССР, 1955. – 71 с.	2	-
9.	Акустика в задачах: Учеб. руководство для студентов физ. спец. вузов / Бархатов А.Н., Горская Н.В., Горюнов А.А. и др.; Под ред. С.Н. Гурбатова, О.В. Руденко. - М.: Наука, 1996. - 336 с.	2	-
10.	Тэйлор, Р. Шум / Р. Тэйлор; Под ред. М.А. Исаковича ; Пер. с англ. Д.И. Арнольда. - 2-е изд. - М.: Мир, 1978. - 308 с.	4	-
11.	Исакович, М.А. Общая акустика: Учеб. пособие для физ. специальностей вузов / М.А. Исакович. - М.: Наука, 1973. - 495 с.	4	-

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://izv-tn.tti.sfedu.ru/> - Научно-технический и прикладной журнал «Известия ЮФУ. Технические науки»
<http://fizmathim.com/> - Библиотека авторефератов и диссертаций по физико-математическим и химическим наукам
<http://freemat.sourceforge.net/index.html> - Сайт разработчика FreeMat
<http://freemat.sourceforge.net/FreeMat-4.0.pdf> - Документация по математическому пакету FreeMat
<http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной республики
<https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»
<http://ippo-vm.at.ua/> – Отдел математики Донецкого РИДПО
<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, R Studio, Python, Eclipse, Free Pascal, Tries Mode, Prolog, Антивирус Касперского, Linux Fedora, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Blender, КОМПАС-3D LT, Paint.NET, Gimp.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20__ год.

Протокол № __ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Сторожев В.И.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20__ год.

Протокол № __ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Сторожев В.И.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20__ год.

Протокол № __ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Сторожев В.И.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Сторожев В.И.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Сторожев В.И.