

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

Передовая инженерная школа

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор передовой инженерной школы,
Декан медико-биологического факультета
Доктор биологических наук, чл.-корр. РАН
_____ Е.Б. Прохорчук

«21» октября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.В.2.2 МЕДИЦИНСКАЯ АКУСТИКА

для образовательной программы высшего образования -
программы магистратуры

по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

направленность (профиль) образовательной программы:
Медицинское приборостроение

Москва 2024 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.2.2 «Медицинская акустика» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы магистратуры по направлению 12.04.04 Биотехнические системы и технологии.

Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинское приборостроение

Форма обучения: очная-заочная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре физики и математики ИФМХ (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, авторским коллективом под руководством заведующего кафедрой Мачневой Татьяны Вячеславовны, д-ра мед. наук.

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Мачнева Татьяна Вячеславовна	д-р .мед. наук, доц.	Зав. кафедрой физики и математики ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Мороков Егор Степанович	к. ф.-м.н	Старший научный сотрудник лаб. Акустической микроскопии	ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и математики ИФМХ РНИМУ им. Н.И. Пирогова ((Протокол № 1 от «25» сентября 2024 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Чернозатонский Леонид Александрович	д.ф.-м.н., профессор	Главный научный сотрудник лаборатории акустической микроскопии	ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена Ученым Советом медико-биологического факультета, протокол № 2 от «21» октября 2024 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 936. (Далее – ФГОС ВО).
- 2) Общая характеристика образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии.
- 3) Учебный план образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии.
- 4) Устав и локальные нормативные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Целью освоения дисциплины «Медицинская акустика» является получение магистрантами основных научных знаний в области акустики и акустических методов исследований, физики ультразвука, ультразвуковых методов в биологии и медицине; изучение вопросов взаимодействия ультразвука, с биологическими объектами; изучение основных принципов ультразвуковой визуализации. Предлагаемый курс является базовым для специалистов в области материаловедения и ультразвуковых методов исследований, ультразвуковой диагностики, биологических и медицинских применений ультразвука.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- расширение профессионального кругозора и эрудиции будущих специалистов в области фундаментальных и прикладных исследований в научном приборостроении;
- ознакомление с принципами неоптических технологий для наблюдения внутренней микроструктуры и измерения локальных физических свойств материалов и объектов биомедицинского назначения;
- ознакомление с современными научными достижениями в области ультразвуковых технологий, ознакомление с основными направлениями фундаментальных и прикладных исследований в акустической микроскопии;
- изучение основных физических законов, лежащих в основе процессов получения изображений внутренних органов;
- приобретение знаний о действии ультразвука и ионизирующего излучения на биологические объекты;
- ознакомление с принципами применения акустической микроскопии в научных исследованиях и для неразрушающего контроля высокого разрешения в высоких технологиях;
- развитие профессионально важных качеств личности, значимых для реализации формируемых компетенций.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.В.В.2.2 «Медицинская акустика» изучается в 3 семестре и относится к Блоку Б.1.В.В. Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов - 5 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Физика; Высшая математика; Электроника медицинских изделий; Методы математической обработки медико-биологических данных и сигналов, Медицинское материаловедение; Биотехнические системы и технологии; Технические методы в медицине; Узлы и элементы биотехнических систем.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Основы технологии медицинского приборостроения; Патентование в области медицины и биотехнологиях.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении дисциплины Б.1.В.В.2.2 «Медицинская акустика», необходимы для успешного прохождения производственной практики - производственно-технологическая практика, проектно-конструкторская преддипломная практика, и прохождения Государственной

итоговой аттестации - Выпускная квалификационная работа (подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы).

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

3 семестр

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля) (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
Профессиональные компетенции		
ПК-1 Способен к разработке и интеграции инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения		
ПК-1. ИД2 – Осуществляет и контролирует технологию производства инновационных биотехнических систем	Знать:	принципы использования акустических волн для получения данных о структуре материала или объекта, локальных механических характеристиках и их распределении по объекту; методики генерации и приема ультразвука, использования ультразвуковых пучков для визуализации и анализа микроструктуры в приповерхностной области и в объеме объектов
	Уметь:	использовать теоретические представления для интерпретации экспериментальных ультразвуковых данных; предлагать новые методики исследований на основе использования особенностей распространения зондирующих ультразвуковых сигналов в различных материалах
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	применения ультразвуковых волн для получения данных о структуре материала или объекта, локальных механических характеристиках и их распределении по объекту. Использования техники для генерации и приема ультразвука.

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий/ Формы промежуточной аттестации	Всего часов	Распределение часов по семестрам				
		1	2	3	4	5
Учебные занятия						
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:	90			90		
Лекционное занятие (ЛЗ)	18			18		
Семинарское занятие (СЗ)						
Практическое занятие (ПЗ)	60			60		
Практикум (П)						
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)						
Лабораторная работа (ЛР)						
Клинико-практические занятия (КПЗ)						
Специализированное занятие (СПЗ)						
Комбинированное занятие (КЗ)						
Коллоквиум (К)	9			9		
Контрольная работа (КР)						
Итоговое занятие (ИЗ)	3			3		
Групповая консультация (ГК)						
Конференция (Конф.)						
Иные виды занятий						
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.	54			54		
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	30			30		
Подготовка истории болезни						
Подготовка курсовой работы						
Подготовка реферата						
Расчетно-графические работы						
Решение ситуационных задач						
Подготовка к текущему контролю	10			10		
Подготовка к промежуточному контролю						
Подготовка к итоговому контролю	8			8		
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)	6			6		
Промежуточная аттестация						
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:	9			9		
Зачёт (З)						
Защита курсовой работы (ЗКР)						
Экзамен (Э)**	9			9		
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.	27			27		
Подготовка к экзамену**						
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	180		180		
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	5		5		

3. Содержание дисциплины (модуля)

3.1. Содержание разделов (модулей), тем дисциплины (модуля)

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
Раздел 1. Фундаментальные основы физической акустики и физики ультразвука			
1	ПК-1.ИД2	Тема 1. Фундаментальные основы физической акустики	Упругие возмущения и звуковые волны. Физика ультразвука. Распространение и взаимодействие ультразвукового излучения. Частота, длина волны и волновой вектор. Волновой фронт, фаза и фазовая скорость.
		Тема 2. Возбуждение упругих волн.	Излучение звука. Фокусированный ультразвук. Методы формирования фокусированных пучков. Фокусирующие преобразователи. Геометрическая акустика фокусирующих систем.
Раздел 2. Современные ультразвуковые методы исследований			
2	ПК-1.ИД2	Тема 3. Развитие принципов и техники акустической визуализации	Акустические и ультразвуковые методы исследований. Ультразвуковые измерения. Ультразвуковые методы визуализации. Основные элементы конструкции ультразвуковых приборов.
		Тема 4. Количественные ультразвуковые методы исследования	Методы акустических измерений. Импульсные методы. Формирование, прием и обработка зондирующих ультразвуковых сигналов. Эластография.
Раздел 3. Ультразвуковая визуализация высокого разрешения			
3	ПК-1.ИД2	Тема 5. Сканирующая акустическая микроскопия	Принципы и особенности сканирующей акустической микроскопии. Режимы визуализации. Отражательная и трансмиссионная акустическая микроскопия.
		Тема 6. Визуализация объемной структуры	Принципы формирования ультразвуковых изображений. Получение ультразвуковых изображений А- В- и С-сканов; 3D изображений. Трактовка акустических изображений.

3.2. Перечень разделов (модулей), тем дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися

Тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрено.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/ форма промеж.* аттестации*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля усп.**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***			
					КП	ЛР	ДЗ	ОУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 семестр								
Раздел 1. Фундаментальные основы физической акустики и физики ультразвука								
		<i>Тема 1. Фундаментальные основы физической акустики</i>						
1	ЛЗ	<i>Тема занятия:</i> Фундаментальные основы физической акустики	2	Д	+			
2	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Основные представления об упругих средах и их возмущениях	3	Т			+	
3	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Упругие волны в конденсированной среде	3	Т			+	
4	ЛЗ	<i>Тема занятия:</i> Распространение и взаимодействие ультразвукового излучения	2	Д	+			
5	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Взаимодействие упругих волн с биологическими тканями	3	Т			+	
6	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Взаимодействие ионизирующего излучения с биологическими объектами	3	Т			+	
		<i>Тема 2. Возбуждение упругих волн. Излучение звука</i>						
7	ЛЗ	<i>Тема занятия:</i> Фокусированный ультразвук	2	Д	+			
8	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Излучатели и приемники ультразвука	3	Т			+	
9	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Расчет излучателей фокусированного ультразвука	3	Т			+	
10	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по Разделу 1: Коллоквиум 1</i>	3	Р				+
Раздел 2. Современные ультразвуковые методы исследований								
		<i>Тема 3. Развитие принципов и техники акустической визуализации</i>						
11	ЛЗ	<i>Тема занятия:</i> Этапы развития принципов и техники акустического видения	2	Д	+			
12	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Формирование прием и обработка ультразвуковых сигналов (часть 1)	3	Т			+	
13	ПЗ	<i>Тема занятия:</i> Формирование прием и обработка ультразвуковых сигналов (часть 2)	3	Т			+	

14	ЛЗ	Тема занятия: Электронные методы формирования фокусированных ультразвуковых пучков	2	Д	+			
15	ПЗ	Тема занятия: Ультразвуковые фазированные решетки	3	Т			+	
16	ПЗ	Тема занятия: Формирование изображений фазированной решеткой	3	Т			+	
17	ЛЗ	Тема занятия: Многоэлементная акустическая микроскопия	2	Д	+			
18	ПЗ	Тема занятия: Ультразвуковая томография	3	Т			+	
19	ПЗ	Тема занятия: Оптоакустическая томография	3	Т			+	
		<i>Тема 4. Количественные ультразвуковые методы исследования</i>						
20	ЛЗ	Тема занятия: Количественные ультразвуковые методы исследования	2	Д	+			
21	ПЗ	Тема занятия: Расчет упругих характеристик материалов по эхограммам	3	Т			+	
22	ПЗ	Тема занятия: Эластография	3	Т			+	
23	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по Разделу 2: Коллоквиум 2	3	Р				+
Раздел 3. Ультразвуковая визуализация высокого разрешения								
		<i>Тема 5. Количественные ультразвуковые методы исследования</i>						
24	ЛЗ	Тема занятия: Сканирующая акустическая микроскопия	2	Д	+			
25	ПЗ	Тема занятия: Отражательная и трансмиссионная акустическая микроскопия	3	Т			+	
26	ПЗ	Тема занятия: Сканирующая акустическая микроскопия	3	Т			+	
		<i>Тема 6. Визуализация объемной структуры</i>						
27	ПЗ	Тема занятия: Прием и обработка ультразвуковых сигналов	3	Т			+	
28	ПЗ	Тема занятия: Физические основы интроскопии ультразвуком. Допплерография	3	Т			+	
29	ЛЗ	Тема занятия: Приложения акустической микроскопии в биологии и медицине	2	Д	+			
30	ПЗ	Тема занятия: Обработка сигналов при визуализации материалов различной природы	3	Т			+	
31	ПЗ	Тема занятия: Акустическая микроскопия в биологии и медицине	3	Т			+	
32	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по Разделу 3: Коллоквиум 3	3	Р				+
33	ИЗ	Тема занятия: Итоговый контроль	3	И				+
		Всего за семестр:	90					
	Э	Промежуточная аттестация	9	И	+			+
		Всего по дисциплине:	99					

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Лекционное занятие	Лекция
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно- практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятия	Клинико- практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся/ ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
		Техническое	Сокращённое		
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно

4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПКН)	Проверка нормативов	ПКН	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

Планируемые результаты обучения по темам и/или разделам дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

3 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости		ТК	ВК	Max	Min	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Контроль выполнения домашнего задания	ДЗ	В	Т	10	0	1
Коллоквиум	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	30	0	1
Итоговое занятие	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	30	0	1

5.3.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

3 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		ФТКУ / Вид работы	ТК	План %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	10	33	9,35	Контроль присутствия	П	10	33	9,35	0,30
Текущий тематический контроль	50	200	56,66	Контроль выполнения домашнего задания	В	50	200	56,66	0,25
Текущий рубежный (модульный) контроль	30	90	25,50	Опрос устный	В	30	90	25,50	0,33
Текущий итоговый контроль	10	30	8,50	Опрос устный	В	10	30	8,50	0,33
Мах кол. баллов	100	353							

5.4. Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

Примерный перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Медицинская акустика»:

1. Упругие волны в жидкости. Волновое уравнение в жидкости. Скорость звука в жидкости. Упругие волны в твердых телах. Поляризация. Случай изотропной среды. Объемный модуль и модуль сдвига. Продольные и поперечные волны. Фазовая скорость волны. Скорость продольного и поперечного звука.

2. Упругие волны в твердых телах. Волны в анизотропной среде. Фазовая скорость волны. Три моды упругих волн в анизотропной среде. Особые направления распространения.

3. Энергетические соотношения для упругих волн. Плотность энергии, плотность потока энергии (вектор Умова-Пойтинга). Перенос энергии бегущей волной. Понятие лучевой скорости. Выражение для лучевой скорости в анизотропной среде.

4. Распространение звуковых импульсов. Групповая скорость распространения возбуждений. Совпадение понятий групповой и лучевой скорости. Соотношение между групповой и фазовой скоростью в анизотропной среде.

5. Излучение звука. Излучение точечного источника в изотропной среде, принцип Гюйгенса. Излучение звука распределенным объемным источником, понятие запаздывающего потенциала. Излучение звука поверхностными источниками.

6. Излучение звука плоскими источниками в коротковолновом пределе. Структура поля, представление о зонах Френеля. Структура поля на оси круглого излучателя. Структура поля на оси излучателя; центральная и краевая волна. Ближняя и волновая зоны. Поле во внеосевой области.

7. Методы генерации и приема ультразвуковых волн. Пьезоэлектрические преобразователи, возбуждение акустического излучения электрическими сигналами.

8. Гармоническое и импульсное возбуждение. Модулированные сигналы, виды модуляции. Методы акустических измерений. Импульсные методы. Фазовые методы.

9. Расчет акустических объективов. Фокусирующие преобразователи и акустические линзы. Ход лучей в акустических линзах. Основные параметры – фокусные расстояния и угловые апертуры. Вывод выражения для фокусного расстояния и апертуры акустической линзы.

10. Фокусированные ультразвуковые пучки; основные характеристики. Структура фокальной зоны, диаметр фокального пятна и длина фокальной перетяжки. Структура фокальной зоны в зависимости от угловой апертуры; фокусированные пучки с большими и малыми угловыми апертурами.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

3 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану - экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации – устный опрос по билетам и решение задачи.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины

7.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

3 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме экзамена

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов, на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестрах, в которых преподавалась дисциплина, и результатов экзаменационного испытания.

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки	
Присутствие	П	наличие события	
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный	

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Медицинская акустика
Направление подготовки	Биотехнические системы и технологии
Семестры	3
Трудоемкость семестров в часах	180
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения	180
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости	1,0000
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины	0,7
Экзаменационный коэффициент	0,3

Структура промежуточной аттестации в форме экзамен

Форма промежуточной аттестации	Виды работы*		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	П	П	1	0	0	0
	Опрос устный	ОУ	В	50	100	2	0,6

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для проведения промежуточной аттестации

Экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине «Медицинская акустика» по специальности 12.04.04 Биотехнические системы и технологии:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

Кафедра физики и математики ИФМХ

Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине «Медицинская акустика» по направлению подготовки 12.04.04
«Биотехнические системы и технологии»*

1. Электронные методы генерации фокусированных ультразвуковых пучков. Фазированные решетки излучателей. Принципы излучения фазированными решетками. Формирование фокусированных пучков и электронного сканирования фазированными решетками. Электронное перемещение фокуса по глубине и в латеральной плоскости
2. Расчет положения линзы для наблюдения максимального сигнала от дна образца, образованного распространением только продольных волн в нем.

Задача.

Рассчитать положение линзы для наблюдения оптимальной величины L-сигнала при отражении от дна однородного образца толщиной $d = 1.5$ мм, выполненного из

- 1) корунда ($c_L = 10.5$ км/с, $c_T = 6.1$ км/с, $\rho = 3.6$ г/см³)
 - 2) плексигласа ($c_L = 2.67$ км/с, $c_T = 1.12$ км/с, $\rho = 1.2$ г/см³).
- Иммерсионная жидкость – вода ($c = 1.5$ км/с, $\rho = 1.0$ г/см³).

Составил _____/Мороков Е.С./

Заведующий кафедрой физики и математики ИФМХ _____/Мачнева Т.В../

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Медицинская акустика» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции), занятия практического типа (практические занятия), занятия семинарского типа (коллоквиумы), а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) обучающийся должен:

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к занятиям практического типа обучающийся должен:

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «Основы технологии медицинского приборостроения» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума. Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль, текущий рубежный (модульный) контроль и текущий итоговый контроль.

Для подготовки к текущему тематическому контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю и текущему итоговому контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена по дисциплине «Медицинская акустика» организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов.

Экзамен организуется в форме собеседования по билету. Билет включает в себя два теоретических вопроса и одно практическое задание.

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

- ознакомиться со списком вопросов и типовых ситуационных задач, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена;
- проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
- определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
- повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;
- повторить упражнения, практические задачи, схемы, таблицы и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Литература по дисциплине:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1	Ультразвуковое исследование у постели больного [Текст]:[практическое руководство] / Н. Дж. Сони , Р. Арнтфилд, П. Кори; Под ред. Р.Е. Лахина. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 696 с.		http://catalog.geotar.ru/lots/NF0023195.html
2	Акопян, В. Б. Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии [Электронный ресурс]:[учебное пособие для вузов]/ В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов, С. И. Щукин ; под редакцией С. И. Щукина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 224 с.		https://urait.ru/bcode/512233
3	Акустические измерения [Электронный ресурс]:[учебное пособие]/ А. Ф. Зацепин ; под редакцией В. Е. Щербинина. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 211 с.		https://urait.ru/bcode/518035

9.2 Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://www.elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
2. <https://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека online
3. <https://www.prlib.ru> – сайт Президентской библиотеки
4. <http://rusneb.ru> - сайт национальной электронной библиотеки
5. <http://scholar.google.ru> - сайт научной электронной библиотеки
6. <https://library.rsmu.ru/> - электронно-библиотечная система ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. Автоматизированная образовательная среда университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
3. Ресурсы LibreOffice
4. Инструменты организации работы (Yandex таблицы, формы и др.)
5. Облачные хранилища (Yandex диск и др.).
6. Платформы для проведения аудио- и видеолекций и консультаций с обучающимися (Yandex-телемост, Telegram, Webinar и др.)

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционный зал, расположенный в помещениях ЦНИЛ, кабинет 732. Наполнение: 18 письменных стульев, 4 больших стола для демонстрации изделий, ЖК-телевизор для демонстрации видеоматериалов.

2. Аудитория для практических занятий, расположенная в помещениях ЦНИЛ, кабинет 734. Наполнение: ЧПУ фрезерный станок 1 штука, вакуум-формовочный станок 1 штука, сверлильный станок 1 штука, верстак металлический 1 штука, лазерный CO₂ станок 1 штука, лазерный маркировщик 1 штука, камера покрасочная открытого типа 1 штука, компрессор 1 штука, краскопульт 1 штука.

3. Компьютерный класс, расположенный в помещениях ЦНИЛ, кабинет 075. Наполнение: 15 рабочих мест (стационарный компьютер, стол, стул).

Организация обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Заведующий кафедрой
физики и математики
ИФМХ
д-р. мед. наук, доц.

Т.В. Мачнева

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины

_____ (наименование)

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета/магистратуры (*оставить нужное*) по направлению подготовки (специальности) (*оставить нужное*) _____

(код и наименование направления подготовки (специальности))

на _____ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ факультета (Протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.).

1. Изменения внесены в п.

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	6
3.	Содержание дисциплины (модуля)	7
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	8
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	11
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	15
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	15
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	18
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	20
	Приложения:	
1)	Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)	22