



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Кафедра физической электроники

«ФИЗИКА И ТЕХНИКА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИНТРОСКОПИИ»

Образовательная программа
03.03.02 – Физика

Профиль подготовки:
Медицинская физика

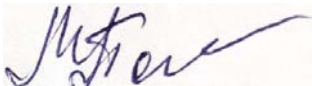
Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Профильная

Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **03.03.02 – Физика**, профиль подготовки: медицинская физика (уровень: бакалавриат)
От « 7 » августа 2014 г. № 937

Разработчик: кафедра физической электроники, Лахина Марина Александровна к.ф.-м.н., доцент 


Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «22» марта 2017г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 30 » марта 2017 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» входит в вариативную часть цикла профессиональных дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 – Физика и является обязательной для изучения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов и физических основ ультразвуковой интроскопии, практических результатов, достигнутых в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных: ОК-7;.

общепрофессиональных: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3;

профессиональных: ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-9, ПК-18.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
5	108	18		36			18	Экзамен-36

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью и задачей дисциплины является расширение и углубление знаний по ультразвуковой интроскопии, которая уже давно сформировалась в самостоятельное научное направление, в рамках которого происходит интенсивное накопление сведений, что вызывает необходимость в их обобщении. Ознакомление студентов с современным состоянием и перспективами развития ультразвуковой интроскопии, освоение терминологии, используемой в этой области, основных методов исследования объектов с использованием ультразвука. Кроме того, исходя из физических основ, необходимо выделить принципы и практические результаты, достигнутые в этой области, лежащие на стыке наук. При изучении данного курса необходимо представить краткий обзор математического аппарата, необходимого для решения ключевых задач в ряде тесно связанных разделов акустики.

Целью и задачей дисциплины:

- в области обучения – формирование у обучающихся специальных знаний, умений, навыков проектирования, а также компетенций в области разработки и эксплуатации современных технических средств исследования человеческого организма для диагностики его состояния, различных видов терапевтических и хирургических воздействий на организм с помощью колебаний ультразвукового диапазона частот;
- в области воспитания – научить эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального, личностного развития;
- в области развития – подготовка студентов к дальнейшему освоению новых профессиональных знаний и умений, самообучению, непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» относится к Профессиональному циклу М.2 ООП бакалавриатуры по магистерской программе «Медицинская физика». Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, теоретической физики, медицинской физики для решения конкретных практических задач связанных с применением ультразвука в медицине.

Дисциплина «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин. Преквизитом данной дисциплины является «Медицинская физика», которая преподается параллельно.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ).

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-7 ОПК-1		Знать: принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии; свойства упругих колебаний, законы распространения ультразвуковых колебаний в различных средах, способы получения акустических волн и формирование изображений; методы проектирования и принципы построения современных ультразвуковых установок, применяемых в медицине;
ОПК-2		Знать: правила техники безопасности и работы в физических лабораториях;
ОПК-3		Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • излагать и критически анализировать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по ультразвуковой интроскопии;
ПК-4,		Владеть: Способностью оценивать и анализировать по экспериментальным и справочным данным характеристики различных объектов исследования, получаемых методами ультразвуковой интроскопии; способность владеть

ПК-6		<p>навыками расчета и проектирования ультразвуковых преобразователей, схем обработки информации, полученной с их помощью (ПК-4);</p> <p>способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);</p> <p>➤ способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования, работающего на колебаниях ультразвукового диапазона частот (ПК-9).</p>
ПК-9		
ПК-3		<p>Владеть::</p> <p>➤ способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии</p>
ПК-18		
ПК-19		<p>Владеть навыками:</p> <p>➤ экспериментальной деятельности, в частности навыки исследования и определения параметров объектов методами ультразвуковой интроскопии;</p> <p>➤ практической работы с современными ультразвуковыми диагностическими и терапевтическими приборами;</p> <p>➤ оптимального проектирования схем обработки информации, полученной с помощью ультразвуковых преобразователей.</p>

4. ОБЪЕМ, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины:

№ п/ п	Раздел дисциплины	Се ме ст р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах						Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
			Трудо- емкость	Лекции	Практич.з.	Лаборат.з.	Сам. раб.	Подг. к экз.	

1	Введение в линейную акустику. Основные соотношения и определения линейной акустики. Простейшие виды бегущих волн. Приближения и модели. Связь параметров акустической волны со свойствами материала.	5	9	2	4		3		
2	Генерация акустических полей и их структура. Прием и измерение ультразвука. Пьезоэлектрические устройства. Детекторы смещения. Калориметрия. Метод оптической дифракции.	5	9	2	4		3		контрольная работа семинарское занятие
3	Затухание и поглощение ультразвуковых волн. Анализ механизмов поглощения ультразвуковой волны. Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью. Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.	5	9	2	4		3		семинарское занятие Тестовая работа
4	Отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн. Основы теории рассеяния. Рассеяние и отражение в случайно-неоднородных средах. Импедиография		9	2	4		3		
	МОДУЛЬ 1		36	8	16		12		
5	Количественные описания при получении и восприятии изображения. Место ультразвука в медицинской визуализации. Биофизика ультразвуковых эффектов и их применение		9	3	5		1		Семинарское занятие Тест.
6	Эхо - импульсные методы визуализации и измерений. Трансмиссионная визуализация. Визуализация в режиме обратного рассеяния. Акустическая голография и		9	3	5		1		контрольная работа семинарское занятие

	микроскопия.								
7	Телегистология. Использование характеристик рассеяния на тканях. Частотный и ориентационный анализ.		9	2	5		2		
8	Доплеровские методы. Эффект Доплера. Анализ спектра доплеровского сигнала.		9	2	5		2		Тестовая работа
	МОДУЛЬ 2		36	10	20		6		
7	Подготовка к экзамену	5	36					36	
	Итого		108	18	36	-	18	36	

4.3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ)

1. Введение в линейную акустику. Основные соотношения и определения линейной акустики. Простейшие виды бегущих волн. Приближения и модели. Связь параметров акустической волны со свойствами материала. Общее предположение в излагаемой здесь теории – линейность, т.е. прямая пропорциональность между приложенным к среде напряжением в акустической волне и соответствующим смещением ее частиц. Кроме того, предполагается, что в жидкости малы отклонения от состояния равновесия и поэтому распространение акустических волн удобнее рассматривать в такой среде. Далее вводятся основные характеристики акустических волн и основные соотношения и определения линейной акустики, связь параметров акустической волны со свойствами материала.

2. Генерация акустических полей и их структура.

Широкое практическое использование ультразвука в медицине в значительной степени обусловлено возможностью создавать направленные ультразвуковые поля или пучки – другими словами, специфическими свойствами ультразвука как вида излучения. На данном этапе целесообразно провести некоторое уточнение самого понятия акустического поля. В медицинской акустике, как и в других областях акустики, практический интерес к направленным полям вызван, с одной стороны, возможностью избирательного воздействия на заданный участок биологической ткани или другой среды, а с другой стороны, возможностью селективного приема сигналов от ограниченной области пространства. Здесь вводится разграничение понятий поля излучения, поля приема, поля излучения-приема. Дается четкое определение этих полей. Представлены наиболее общие конструкции, используемые для генерации акустических полей.

3. Прием и измерение ультразвука. Пьезоэлектрические устройства. Детекторы смещения. Калориметрия. Метод оптической дифракции.

В медицинских или биологических приложениях необходимость в приеме и измерении ультразвука возникает в трех обширных областях. Это получение диагностической информации от пациента, измерение акустических свойств тканей и других сред и измерение акустических полей, которыми могут облучаться живые клетки и

ткани, в том числе и ткани пациентов. При этом основной интерес сосредоточен на выяснении связи возможных биологических измерений с физическими параметрами воздействия, т.е. на вопросах дозиметрии. Различные применения предъявляют и различные требования к методу измерения и его особенностям, например, возможности получения информации о детальной структуре ультразвукового поля в пространстве и времени или возможности сравнения получаемых результатов с данными каких-либо стандартных методов. Кроме того, требования практического удобства будут различаться для разных применений, например, в отношении портативности и механической прочности датчика или необходимости прямого преобразования акустического сигнала в электрический.

4. Затухание и поглощение ультразвуковых волн. Анализ механизмов поглощения ультразвуковой волны. Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью. Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.

Характер распространения УЗ волны определяется инерционными и упругими свойствами среды, а также действующими в ней механизмами потерь. Плотность и сжимаемость среды определяют скорость звука. Пространственные изменения плотности или сжимаемости среды вызывают рассеяние или отражение волн. Затухание, т.е. полная потеря акустической энергии определяется суммарным действием всех указанных механизмов.

Действие всех этих механизмов приводит к появлению дополнительного экспоненциального члена в уравнении распространения волны.

$$u(x, t) = Ue^{-\alpha x} e^{i\omega(t - x/c)},$$

Для количественной оценки поглощения и рассеяния необходимо использовать соответствующие сечения взаимодействия.

При оценке затухания или поглощения ультразвука в среде необходимо учитывать множество факторов, в частности влияние давления, температуры, кавитации и т.д.

5. Скорость звука. Измерение скорости ультразвуковых волн в биологических тканях. Влияние структурных компонент ткани.

Здесь уместно напомнить, что, строго говоря, не существует простого и однозначного определения скорости звука. В предыдущих главах мы пользовались понятиями как групповой, так и фазовой скорости звука. Скорость звука зависит от амплитуды колебаний при распространении волн конечной амплитуды. Тем не менее при решении практических задач применения ультразвука в медицине общепринятой является следующая упрощенная трактовка: для любой данной среды существует некоторое единственное значение скорости звука, которое можно измерить.

Измерение скорости звука не вызывает серьезных затруднений в тех случаях, когда можно ограничиться не очень высокой степенью точности (например, 1%). Трудности будут возникать, если необходимо обеспечить высокую точность абсолютных измерений или малую погрешность относительных измерений скорости. Так, например, те методы и устройства, которые широко используются для исследования биологических тканей, лишь в редких случаях имеют точность, позволяющую измерить дисперсию скорости звука в частотном диапазоне, характерном для медицинских приложений ультразвука.

6. Отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн. Основы теории рассеяния. Рассеяние и отражение в случайно-неоднородных средах. Импедиография.

Рассеяние ультразвуковых волн возникает в тех случаях, когда волны распространяются в акустически неоднородных средах. При этом часть энергии падающей волны переизлучается в виде рассеянных волн, которые отличаются от исходной волны либо задержкой по времени, либо изменением направления распространения. Теория рассеяния звука в тканях человеческого организма была разработана Чиверсом.

Математически взаимодействие волны с неоднородностями среды, в результате которого происходит рассеяние можно описать волновым уравнением, которое в зависимости от конкретных условий может иметь различные формулировки. Если на рассеивающий элемент падает звуковая волна с интенсивностью I то полная рассеянная мощность будет пропорциональна интенсивности. Коэффициентом пропорциональности между этими величинами называется полным сечением рассеяния и имеет размерность площадь.

7. Количественные описания при получении и восприятии изображения. Место ультразвука в медицинской визуализации.

Все изображения – это отражения реального мира в особом формате. В процессе визуализации некоторая количественная мера какой-либо характеристики реального мира отображается на другую количественную меру. Для конкретного процесса визуализации важно знать законы, определяющие количественную сторону такого отображения: преобразование полутонной шкалы. Не менее важна мера статистики процесса – его зашумленность. При медицинской визуализации исследователь имеет дело с живой, подвижной анатомией человека, а зрение специально приспособлено к восприятию движения. Одно из преимуществ ультразвуковых методов визуализации – относительная безопасность.

8. Эхо - импульсные методы визуализации и измерений. Трансмиссионная визуализация. Визуализация в режиме обратного рассеяния. Акустическая голография и микроскопия.

Методы ультразвуковой эхо - импульсной визуализации уже нашли широкое применение в медицине. Основным элементом системы эхо - импульсной визуализации является акустический преобразователь, который служит для излучения зондирующего акустического импульса в объект и приема акустических эхо-сигналов, переизлучаемых мишенью.

Существует несколько режимов представления эхо - импульсной информации: А- сканирование; В- сканирование, С- сканирование.

Помимо эхо - импульсных методов визуализации существуют еще несколько разновидностей методов визуализации: трансмиссионная визуализация, визуализация в режиме обратного рассеяния, акустическая голография и микроскопия.

9. Телегистология. Использование характеристик рассеяния на тканях. Частотный и ориентационный анализ.

Появление терминов «характеризация тканей» и «телегистология» связано с бурным развитием методов ультразвукового сканирования и реконструктивной рентгеновской томографии.

Суть телегистологии заключается в описании определенной области ткани или органа совокупностью признаков, т.е. такими свойствами объекта или его изображения, которые можно измерять количественно дистанционными методами (в данном случае - ультразвуковыми). Здесь термин «количественно» включает в себя и двоичную классификацию (типа плюс - минус).

10. Доплеровские методы. Эффект Доплера. Анализ спектра доплеровского сигнала.

Частота ультразвука, принятого от движущегося отражателя (или рассеивателя), отличается от частоты излученного сигнала. Это явление называют эффектом Доплера, а величину изменения частоты, пропорциональную скорости движения отражателя - доплеровским сдвигом. Смешивая излученный и принятый сигналы, получают разностный (доплеровский) сигнал, частота которого равна доплеровскому сдвигу.

Блок – схема простейшего ультразвукового ДПНИ состоит из передающего преобразователя, соединенного с генератором, который непрерывно излучает ультразвуковой пучок в диапазоне 2-20МГц. Ультразвук рассеивается и отражается, а затем улавливается приемным преобразователем, усиливается и перемножается с сигналом генератора.

Средняя частота, измеренная импульсно-доплеровским прибором, - это среднее взвешенное значение по скоростям на линиях тока, проходящих через измерительный объем. Вклад от линии тока, как и для ДПНИ, пропорционален интегралу от функции чувствительности измерительного объема вдоль линии тока. Однако спектр частот доплеровского сигнала определяется не только скоростями на линиях тока, но и характеристиками падающего и отраженного пучков. Чтобы оценить степень этого влияния, необходимо в общем виде определить вид доплеровского контура.

11. Биофизика ультразвуковых эффектов. Тепловые механизмы. Кавитация. Радиационное давление, акустические течения. Тепловые механизмы. Кавитация. Радиационное давление, акустические течения. Применение ультразвуковой интроскопии в медицине.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Активные и интерактивные формы, применение технических средств обучения с использованием компьютера, лекции, практические контрольные работы, использование тестирующих оболочек Mypstest.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

	ФОО			
Методы	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ Сем.,	СРС

Методы проблемного обучения	✓			
Обучение на основе опыта	✓		✓	
Опережающая самостоятельная работа		✓	✓	
Проектный метод		✓		✓
Поисковый метод		✓		✓
Исследовательский метод	✓	✓	✓	
Междисциплинарное обучение			✓	✓

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Указываются образовательные ресурсы, рекомендуемые для использования при самостоятельной работе студентов, том числе программное обеспечение, Internet- и Intranet-ресурсы (электронные учебники, компьютерные модели и др.), учебные и методические пособия, справочники, задачки и др.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации (www.fepo.ru).
4. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
9. www.affp.mics.msu.su

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

№	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны			
			Знать	Уметь	Владеть	Оценочные средства
1	ОК-7	Способности и готовности использовать на практике методы гуманитарных, естественных наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности	принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии; свойства упругих колебаний, законы распространения ультразвуковых колебаний в различных средах, способы получения акустических волн и формирование изображений;	Пользоваться физическими и математическими методами в объеме, предусмотренном содержанием разделов программы	Понятийным аппаратом физики и математики в объеме, предусмотренном содержанием разделов программы	Анкетирование, тестирование, письменные контрольные работы
2	ПК-3	Способности и готовности выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	1. принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии	1. Измерять физические параметры и оценивать физические свойства биологических объектов с помощью механических, электрических и оптических методов. 2. Применять математические методы решения качественных и количественных задач.	1. Навыками выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники; 2. Методикой применения физических законов для анализа конкретных биофизических ситуаций; 3. Навыком применения электронных приборов в медицине.	Компьютерное тестирование, письменные контрольные работы, индивидуальные задания, реферат.

3	ПК-4	способность владеть навыками расчета и проектирования ультразвуковых преобразователей, схем обработки информации, полученной с их помощью	методы проектирования и принципы построения современных ультразвуковых установок, применяемых в медицине;	проводить статистическую обработку экспериментальных данных, в том числе и с помощью ЭВМ.	Навыками пользования измерительными приборами, вычислительными средствами, статистической обработкой результатов, основами техники безопасности.	Компьютерное тестирование, письменные контрольные работы, индивидуальные задания, реферат.
4	ПК-6	способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии	проводить статистическую обработку экспериментальных данных, в том числе и с помощью ЭВМ.	Навыками пользования измерительными приборами, вычислительными средствами, статистической обработкой результатов, основами техники безопасности.	Компьютерное тестирование, письменные контрольные работы, индивидуальные задания, реферат.
5	ПК-9	способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования, работающего на колебаниях ультразвукового диапазона частот	принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии	проводить статистическую обработку экспериментальных данных, в том числе и с помощью ЭВМ.	Навыками пользования измерительными приборами, вычислительными средствами, статистической обработкой результатов, основами техники безопасности.	Компьютерное тестирование, письменные контрольные работы, индивидуальные задания, реферат.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

Схема оценки уровня формирования компетенции «ОК-7» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способности и готовности использовать на практике методы гуманитарных, естественных наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности	Знает принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области на удовлетворительном уровне	Знает принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области на хорошем уровне и владеет понятийным аппаратом физики и математики в объеме, предусмотренном содержанием разделов программы	Знает принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области на хорошем уровне и владеет понятийным аппаратом физики и математики в объеме, предусмотренном содержанием разделов программы. Умеет пользоваться физическими и математическими методами в объеме, предусмотренном

				содержанием разделов программы
--	--	--	--	--------------------------------

Схема оценки уровня формирования компетенции «ПК-3» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способности и готовности выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	Знать принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии на удовлетворительном уровне.	Знает принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии	Владеет навыками выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники; 2.Методикой применения физических законов для анализа конкретных биофизических ситуаций; 3.Навыком применения электронных приборов в медицине.

Схема оценки уровня формирования компетенции «ПК-6» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии.	Знать принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии на удовлетворительном уровне.	Знает принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии	Владеет навыками выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной

				техники; 2.Методикой применения физических законов для анализа конкретных биофизических ситуаций; 3.Навыком применения электронных приборов в медицине.
--	--	--	--	---

Схема оценки уровня формирования компетенции «ПК-9» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования, работающего на колебаниях ультразвукового диапазона частот	Знать принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии на удовлетворительном уровне.	Знает принципы и физические основы ультразвуковой интроскопии, практические результаты, достигнутые в этой области, терминологию, используемую в ультразвуковой интроскопии	Владеет навыками выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники; 2.Методикой применения физических законов для анализа конкретных биофизических ситуаций; 3.Навыком применения электронных приборов в медицине.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Контрольные вопросы для модульных контрольных работ для проведения промежуточного контроля знаний

Экзаменационные вопросы для проведения итоговой аттестации

1. Введение в линейную акустику. Основные соотношения и определения линейной акустики.
2. Связь параметров акустической волны со свойствами материала.
3. Генерация акустических полей и их структура.
4. Прием и измерение ультразвука. Пьезоэлектрические устройства. Детекторы смещения.
5. Калориметрия. Метод оптической дифракции.
6. Затухание и поглощение ультразвуковых волн. Анализ механизмов поглощения ультразвуковой волны.
7. Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью.
8. Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.
9. Отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн. Основы теории рассеяния.
10. Рассеяние и отражение в случайно-неоднородных средах. Импедидография.
11. Методы акустического контроля и диагностики, их классификация и характеристики.
12. Методы визуализации и исследования. Количественные описания при получении и восприятии изображения.
13. Место ультразвука в медицинской визуализации.
14. Виды и технические характеристики медицинской ультразвуковой диагностической аппаратуры. Структурные схемы обнаружителей дефектов.
15. Ультразвуковая интроскопия. Основные виды изображений: ортография, томография, голография, секторное сканирование, акустоскопия, доплероскопия.
16. Клиника и методы ультразвукового контроля и диагностики различных заболеваний внутренних органов. Критерии и характеристики обнаружения патологий.
17. Методы и технические средства ультразвуковой терапии. Обзор основных технических средств, используемых в акустической хирургии.
18. Клиника ультразвуковой хирургии в различных медицинских дисциплинах. Перспективы развития акустической хирургии.

Задачи, предлагаемые для самостоятельного решения

1. Акустическое сопротивление мышечной ткани человека равно $1,63 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot \text{с}/\text{м}$. Определить скорость распространения ультразвука в мышечной ткани.
2. Для ультразвука частотой 800 кГц коэффициент затухания мышечной ткани равен $0,19 \text{ см}^{-1}$. Найти толщину ткани, соответствующую уменьшению интенсивности ультразвука вдвое.
3. Найти акустическое значение давления в ткани организма на глубине 2 см при облучении ее ультразвуком интенсивностью $2 \text{ Вт}/\text{см}^2$. Коэффициент поглощения ткани считать равным $0,19 \text{ см}^{-1}$, а ее плотность $1,06 \text{ г}/\text{см}^3$, $v = 15,5 \text{ см}/\text{с}$
4. При диагностировании патологического изменения в тканях организма методом УЗ - эхолокации отраженный сигнал был принят через $5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ после излучения. На какой глубине в тканях была обнаружена неоднородность?

5. Интенсивность сердечных тонов, воспринимаемых через стетоскоп, равна 10^{-9} мВт/см². Определить уровень интенсивности тонов сердца.
6. Частота звука, соответствующая мычанию быка 50 Гц, а комариному писку соответствует 10 кГц. Каким длинам волнам соответствует эти звуки? Скорость распространения звука в воздухе 331 м/с.
7. Еле переносимый человеком звук гудка локомотива создает добавочное давление 90 Па. Вычислите интенсивность звука в воздухе.
8. Интенсивность звука громкого разговора 10^{-6} Вт/м². Чему равен уровень интенсивности звука?
9. Разрыв барабанной перепонки наступает при уровне интенсивности звука 150 дБ. Определить интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука с частотой 1 кГц, при которых он может наступить.
10. Для ультразвука частотой 870 кГц коэффициент затухания для печени равен $0,15$ см⁻¹. Найти толщину печени, соответствующую уменьшению интенсивности ультразвука втрое.
11. Коэффициенты затухания звука в жировой ткани и в мышце на одной частоте соответственно равны $0,045$ см⁻¹ и $0,16$ см⁻¹. Толщина проникновения $0,012$ м. Во сколько раз изменилась интенсивность звука?
12. Уровень интенсивности звука раскатов грома 120 дБ, а разговора нормальным голосом 50 дБ. Во сколько раз изменяется интенсивность этих звуков, на частоте 1000 Гц.
13. Частота колебаний волн 200 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц, длина волны 1,66 м. Определить скорости распространения волн.
14. Известно, что человеческое ухо воспринимает упругие волны в интервале частот от 20 Гц до 20 кГц. Каким длинам волн соответствует этот интервал в воздухе? В воде? Скорости звука в воздухе и воде равны соответственно 340 м/с и 1400 м/с.
15. Определите силу, действующую на барабанную перепонку человека (площадь $S=66$ мм²) для двух случаев а) порог слышимости, б) порог болевого ощущения. Частота равна 1 кГц
16. Найти скорость распространения звука в костной ткани человека, если величина модуля Юнга составляет 10 ГПа.
17. Два звука частотой 1000 Гц отличаются по уровню громкости на 1 фон. Найти отношение интенсивностей этих звуков.
18. Шум на улице громкостью 70 фон слышен в комнате так, как шум громкостью 40 фон. Найти отношение интенсивностей звука на улице и в комнате. Частота звука равна 1 кГц.
19. Определить скорость ультразвука в крови, если коэффициент затухания УЗ в ней $2,5$ м⁻¹. Измерения проведены при частоте 1 МГц, $\eta=4,5$ мПа с
20. Определить затухание звука в воде частотой 100 Гц, если скорость звука в воде 1500 м/с, вязкость воды $0,466$ мПа с.
21. Найти величину модуля упругости мышечной ткани, если скорость распространения звуковых волн в ней составляет 1490 м/с.
22. Шум на улице, которому соответствует уровень интенсивности звука в $L_1=50$ дБ, слышен в комнате так, как шум в $L_2=30$ дБ. Найти отношение интенсивностей звука на улице и в комнате.
23. Определить, какая доля звуковой энергии переходит из воды в спирт, из воды в глицерин.
24. Определить интенсивность звуковой волны с амплитудой 10 см и частотой 50 Гц в тканях человека, если акустическое сопротивление мозга - $1,6 \cdot 10^6$ (Кг/м²с), печени - $1,7 \cdot 10^6$ (Кг/м²с).
25. Какова величина интенсивности звуковой волны частотой 50 Гц в жировой ткани человека (скорость звука - 1460 м/с; плотность ткани - $0,86$ г/см³) при амплитуде 50 см?

26. Материальная точка массой 5 г колеблется согласно уравнению $x=10\cos(2t + \varphi_0)$. Найдите максимальную силу, действующую на точку.
27. Тело массой 160 г подвешено на пружине жесткостью $k = 9,8$ Н/м. Определить период колебаний.
28. Максимальная скорость колебаний точки равна $v_{\max} = 10$ м/с, амплитуда колебаний 0,002 м. Определить максимальное ускорение точки.
29. На сколько децибел возрастет уровень интенсивности звука, если его интенсивность увеличится в 100 раз?
30. На сколько децибел возрастет уровень интенсивности звука, если его интенсивность увеличится в 1000 раз?
31. На корабле включают сирену, подающую сигналы в тумане, и спустя $t = 6,6$ с слышно эхо. Как далеко находится отражающая поверхность? Скорость звука в воздухе $v = 330$ м/с.
32. Каков минимальный размер предметов, положение которых могут определить летучие мыши с помощью своего сенсора, имеющего частоту 100 000 Гц? Каков минимальный размер предметов, которые могут обнаружить дельфины с использованием частоты 100 000 Гц?
33. Сначала человек видит вспышку молнии, а через 8 с после этого слышит удар грома. На каком расстоянии от него сверкнула молния?
34. Две звуковые волны имеют одинаковые характеристики, за исключением того, что длина волны одной в два раза больше, чем у другой. Которая из них переносит большую энергию? Во сколько раз?
35. Звуковая волна, имеющая частоту 262 Гц, распространяется в воздухе со скоростью 345 м/с. а) Чему равна ее длина волны? б) За какое время фаза в данной точке пространства меняется на 90° ? в) Чему равна разность фаз (в градусах) между точками, отстоящими друг от друга на 6,4 см?
36. Оценить верхнюю границу (частоту) ультразвука в воздухе, если известна скорость его распространения $v = 330$ м/с. Считать, что молекулы воздуха имеют размер порядка $d = 10^{-10}$ м.
37. Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 20$ м/с и $v_2 = 10$ м/с. Первая машина подает сигнал с частотой $\nu_0 = 800$ Гц. Скорость звука $v = 340$ м/с. Какой частоты сигнал услышит водитель второй машины: а) до встречи машин; б) после встречи машин?
38. Когда поезд проходит мимо, Вы слышите, как частота его свистка изменяется от $\nu_1 = 1000$ Гц (при приближении) до $\nu_2 = 800$ Гц (когда поезд удаляется). Чему равна скорость поезда?

Темы практических и семинарских занятий

Семинарское занятие №1. Теоретические основы акустики.

Элементы физики упругих колебаний механических колебаний. Акустические колебания и волны. Виды ультразвуковых волн. Генерирование и регистрация упругих колебаний. Типы механических преобразователей. Эквивалентные схемы замещения. Методы фокусировки акустических колебаний.

Семинарское занятие №2. Методы визуализации акустических полей и их применение в диагностике.

Теневые методы визуализации. Эхо-импульсные методы визуализации. Режимы представления эхо-импульсной информации. А - сканирование, ТМ и М сканирование, В - сканирование, С – сканирование.

Семинарское занятие №3. Методы визуализации акустических полей и их применение в диагностике

Доплеровские методы диагностики. Эффект Доплера. Доплеровские приборы непрерывного излучения. Импульсно-доплеровские измерители скорости кровотока

Семинарское занятие №4. Терапевтическое применение ультразвука

Биологическое действие ультразвука и его лечебное применение. Взаимодействие УЗ с биологической средой. Ультразвуковая кавитация, акустические течения. Бактерицидное действие УЗ. Поглощение УЗ в тканях. Аппаратура для терапии (УТП-1), ультразвук Т5, ЛОР-1А, УЗТ-10Т, УЗТ-31. Структурные схемы, принцип действия, область применения в онкологии, офтальмологии, в оториноларингологии.

Семинарское занятие №5 Применение ультразвука в хирургии

Физико-механические свойства биологических тканей. Ультразвуковые хирургические инструменты. Ультразвуковые генераторы. Соединение костных тканей ультразвуком. Ультразвуковая сварка мягких биологических тканей. Технология и аппаратура для ультразвуковой резки биоматериалов

Практические занятия

- 1.1. Расчет основных параметров акустических полей.
- 1.2. Моделирование процесса распространения ультразвуковых волн в человеческом организме.
- 1.3. Изучение типов ультразвуковых преобразователей.
- 1.4. Расчет конструкции магнестрикционных и пьезоэлектрических преобразователей.
- 1.5. Расчет многоэлементных фазированных антенных решеток.
- 1.6. Теоретические основы эффекта Доплера.
- 1.7. Расчет параметров воздействия при ультразвуковой терапии

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Весомость текущего и промежуточного контроля – 50% (коэффициент 0,5)
и итогового контроля по дисциплине – 50% (коэффициент 0,5):

Лекции - Текущий и промежуточный контроль включает:

- посещение занятий 10 бал.
- активное участие на лекциях 15 бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум 60 бал.
- и др. (доклады, рефераты) 15 бал.

Семинарские занятия - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий 10 бал.
- активное участие на практических занятиях 15 бал.
- выполнение домашних работ 15 бал.
- выполнение самостоятельных работ 20 бал.
- выполнение контрольных работ 40 бал.

Специальный физический практикум - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий и наличие конспекта 15 бал.
- получение допуска к выполнению работы 20 бал.
- выполнение работы и отчета к ней 25 бал.
- защита лабораторной работы 40 бал.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Основная литература:

1. Применение ультразвука в медицине. Физические основы. Пер. с англ. / Под. ред. К. Хилла. Москва.: Мир. 1989г. 562с.
2. Чумичев А.М. Техника и технология неразрушающих методов контроля деталей горных машин и оборудования: Учебное пособие. 2-е издание. М.: МГГУ. 2003.
3. Кривенков С.В., Зайцев Ю.В. и др. Выявление скрытых дефектов деталей методом ультразвуковой дефектоскопии, 1999
4. Дымкин Г.Я., Цомук С.Р. Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС. 1998.
5. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. Под ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение, 1995.
6. Хофер М. Ультразвуковая диагностика. Базовый курс. М.: Медицинская литература. 2003.
7. Учебное пособие "Ультразвуковые методы исследования в неонатологии" Под редакцией проф. Л. И. Ильенко и др. М.: РГМУ – РМАПО. 2003.

б) дополнительная литература

8. Болотина И.О., Солдатов А.И., Цехановский С.А. Применение ультразвука в медицине: Учебное пособие. - Томск.: Изд-во ТПУ, 2008. - 295с.
9. Скучик Е. Основы акустики. В 2-х т. М.:Мир, 1976.Т.1-520с.,Т.2-546с.

9.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИН

Учебная лаборатория и компьютерный класс, экспериментальная лаборатория с установками для проведения лабораторных работ.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитства (www.fero.ru).
4. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
9. www.affp.mics.msu.su

10.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Физика атома".

- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;
- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- подготовку и активную работу на лабораторных занятиях;
- подготовка к лабораторным занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы.

11.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях, для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме);

- приборы и оборудование учебного назначения (при выполнении лабораторных работ);

пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и самотестирования)

12.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями физического практикума – 2 лаб.
- При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
- При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.