



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
*Физический факультет*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физика и техника ультразвуковой интроскопии**

Кафедра физической электроники

Образовательная программа  
03.03.02 – Физика

Профили подготовки:

**Медицинская физика**

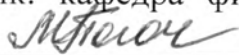
Уровень высшего образования:  
Бакалавриат

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: вариативная (**по выбору**)

**Махачкала, 2021 год**

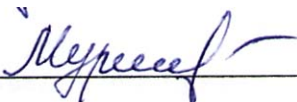
Рабочая программа дисциплины «*Физика и техника ультразвуковой интроскопии*» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика от «7» августа 2020 г. №891.

Разработчик: кафедра физической электроники, Лахина М.А., к.ф.-м.н., доцент 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» мая 2021 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» июня 2021 г., протокол №10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «9» июля 2021 г.  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» входит в вариативную часть (по выбору) образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02- Физика (уровень бакалавриат).

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники. 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:

Универсальных – УК1, УК6

Общепрофессиональных –ОПК-3,

Профессиональных – ПК-8, ПК-11.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, семинары, самостоятельная работа и др.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контрольной работы, тестового модуля, коллоквиума* и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточн ой аттестации (зачет, дифференцир ованный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			консульт ации
		всего	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР				
5	144	86	36		50		8	48	экзамен	

### 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.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» входит в вариативную часть блока дисциплин по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02-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. Преквизитом данной дисциплины является «Медицинская физика», которая преподается параллельно.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).**

<b>Код и наименование компетенции из ОПОП</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	<b>Знает:</b> основные методы критического анализа; методологию системного подхода, принципы научного познания. <b>Умеет:</b> производить анализ	Устный опрос, письменный опрос;

<p>ции, применять системный подход для решения поставленных задач</p>		<p>явлений и обрабатывать полученные результаты; выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления; использовать современные теоретические концепции и объяснительные модели при анализе информации</p> <p><b>Владеет:</b> навыками критического анализа</p>	
	<p>Б-УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;</p>	<p><b>Знает:</b> систему информационного обеспечения науки и образования;</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта; выделять экспериментальные данные, дополняющие теорию (принцип дополнительности).</p> <p><b>Владеет:</b> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.</p>	
	<p>Б-УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;</p>	<p><b>Знает:</b> методы поиска информации в сети Интернет; правила библиографирования информационных источников; библиометрические и наукометрические методы анализа информационных потоков</p> <p><b>Умеет:</b> критически анализировать информационные источники, научные тексты; получать требуемую информацию из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу.</p> <p><b>Владеет:</b> методами классификации и оценки информационных ресурсов</p>	
<p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и</p>	<p>УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при</p>	<p><b>Умеет:</b> планировать самостоятельную деятельность в решении</p>	<p>Устный опрос</p>

<p>реализовывать траекторию развития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>выполнении конкретных задач, при достижении поставлен</p>	<p>профессиональных задач</p>	
	<p>УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста</p>	<p><b>Умеет:</b> расставлять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. <b>Владеет:</b> навыками выявления стимулов для саморазвития.</p>	<p>Устный опрос</p>
	<p>Б-УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста.</p>	<p><b>Знает:</b> основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда.</p>	<p>Устный опрос</p>
<p>ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-3.1. Демонстрирует умения получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте</p>	<p><b>Знает:</b> - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий. <b>Умеет:</b> - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий. <b>Владеет:</b> - навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности,</p>	<p>Устный опрос</p>

		в том числе в междисциплинарном контексте	
	ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования	Знает: - основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач - методы вычислительной физики и математического моделирования Умеет: - разрабатывать эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования Владеет: - навыками разрабатывать специализированные программные средства и методы математического моделирования для проведения исследований и решения инженерных задач	Устный опрос Письменный опрос
	ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве со сдержания, формы и выполняемых функций		Письменный опрос
ПК-8. Способен проводить работы по обработке и анализу научнотехнической информации проводить эксперименты и оформлять результаты.	ПК-8.1. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по	Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований. Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты	Экспериментальное исследование

	результатам проведенных экспериментов.	делать выводы. Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования	
	ПК-8.2. Способен применять полученные знания на практике для решения профессиональных задач		
	ПК-8.3. Способен пользоваться современными методами обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности	Знает: основы теории фундаментальных разделов физики; основные методы получения и исследования физических явлений, применяемые в отечественной и зарубежной практике; опыт лабораторных работ, требования техники безопасности; методы исследования, правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов. Уметь: составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, моделировать основные процессы предстоящего исследования; выбирать оптимальные методы исследования; Владеть: навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Эксперимент
	ПК-8.4. Способен строить математические модели физических процессов, задавать параметры и проводить моделирование физических задач		Письменный опрос
ПК-11 Способен обоснованно выбирать необходимые экспериментальные методы исследования биологических объектов, учитывая физические принципы и особенности работы приборной базы, и анализировать полученные результаты	ПК-11.1. Демонстрирует понимание принципов работы и знание основных характеристик аналоговых и цифровых микросхем и их электронных компонент, применяемых в современном измерительном оборудовании.	Знает: основные методы и способы решения стандартных задач в области медицинской электроники и измерительных преобразователей биоэлектрических сигналов с применением библиографических и электронных источников информации; методы применения информации о коммуникационных технологиях при решении стандартных	Демонстрационный эксперимент
	ПК-11.3. Демонстрирует умение пользоваться вероятностно-статистическими моделями для описания и		



	<p>анализа эксперта ментальных данных</p>	<p>задач в области медицинской электроники. Умеет: решать стандартные задачи в области медицинской электроники и измерительных преобразователей сигналов на основе информационных и библиографических ресурсов; применять информационно-коммуникационные технологии и с учетом основных требований информационной безопасности; пользоваться современной прикладной базой и методами информационной технологии с учетом отечественного и зарубежного опыта при проведении научных экспериментальных и (или) теоретических исследований в области медицинской электроники и измерительных преобразователей; <b>Владеет:</b> способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры; навыками применения информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности и методами проведения научных экспериментальных и (или) теоретических исследований в</p>	
--	---	--	--

		области медицинской электроники и измерительных преобразователей с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	
ПК-12 Способен применять знания о химических преращениях биоорганических соединений для изучения процессов, протекающих в живом организме на молекулярном уровне	ПК-12.1. Демонстрирует понимание биохимических процессов, лежащие в основе стандартного функционирования нервной системы и при развитии патологий.	Знает: термины и определения, используемые в медицинской биохимии; некоторые методы диагностики биохимических нарушений; интерпретацию полученных результатов; возможность координации и регуляции метаболизма об основных проблемах, современном состоянии и перспективах развития медицинской биохимии; <b>Умеет:</b> вскрывать химические основы жизни; применять методические приемы проведения биохимических исследований; применять знание принципов клеточной организации биологических объекта. Владеет: основными биохимическими методами анализа и оценки состояния живых систем; применять знание принципов клеточной организации биологических объектов; возможными методами коррекции обмена веществ в организме, как основы совершенствования лечения патологий.	Устный опрос
	ПК-12.2. Демонстрирует понимание молекулярных механизмов управления и регуляции биохимических процессов клетки.		
	ПК-12.3. Демонстрирует понимание возможного действия лекарственных средств на больной и здоровый организмы		
	ПК-12.4. Демонстрирует понимание на молекулярном уровне биофизических механизмов важнейших процессов, лежащих в основе функционирования организма человека		

--	--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Введение в линейную акустику. Понятие ультразвукового поля.</b>									
1.	Основные соотношения и определения линейной акустики. Простейшие виды бегущих волн. Приближения и модели. Связь параметров акустической волны со свойствами материала.	5	1	2	2			3	Устный опрос
2.	Генерация акустических полей и их структура.	5	2	2	2			3	Устный опрос
3.	Пьезоэлектрические устройства. Детекторы смещения. Калориметрия. Метод оптической дифракции.	5	3	3	2			3	Устный опрос
4.	Прием и измерение ультразвука.		4	3	2			3	Устный опрос
	<b>Итого по модулю I</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>8</b>			<b>12</b>	<b>Письменная контрольная работа, коллоквиум</b>
<b>Модуль 2. Анализ механизмов взаимодействия ультразвуковой волны со средой.</b>									
1.	Затухание и поглощение ультразвуковых волн. Анализ механизмов поглощения ультразвуковой волны.	5	4	2	2			3	Устный опрос
2.	Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью.	5	5-6	2	3			3	Устный опрос
3.	Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.	5	7-8	2	3			3	Устный опрос
4.	Основы теории рассеяния. Рассеяние и отражение в случайно-неоднородных средах.	5	9-11	2	4			3	Устный опрос
	<b>Итого по модулю II:</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>12</b>			<b>12</b>	<b>Тестовая работа</b>
<b>Модуль 3. Биофизика ультразвуковых эффектов и их применение</b>									

1.	Количественные описания при получении и восприятии изображения. Место ультразвука в медицинской визуализации.	5	9	2	4			3	Устный опрос
2.	Эхо – импульсные методы визуализации и измерений. Трансмиссионная визуализация.	5	10-11	2	4			3	Устный опрос
3.	Визуализация в режиме обратного рассеяния. Акустическая голография и микроскопия. Телегистология.	5	12	3	4			3	Устный опрос
4.	Использование характеристик рассеяния на тканях. Частотный и ориентационный анализ.	5	13	3	4			3	Сдача творческих работ.
<b>Итого по модулю 3:</b>		<b>5</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>16</b>			<b>12</b>	
<b>Модуль 4. Ультразвуковое сканирование. Доплерография.</b>									
1.	Скорость звука. Измерение скорости ультразвуковых волн в биологических тканях. Влияние структурных компонент ткани.	5	14	2	2			4	Устный опрос
2.	A,B,C-сканирование	5	15	2	4			4	Устный опрос
3	Доплеровские методы. Эффект Доплера. Анализ спектра доплеровского сигнала.		16	4	4			4	
<b>Итого по модулю 4:</b>		<b>5</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>			<b>12</b>	<b>Письменная контрольная работа, коллоквиум</b>
<b>ИТОГО:</b>		<b>5</b>	<b>86</b>	<b>36</b>	<b>50</b>			<b>48</b>	<b>Экзамен</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

###### **Модуль 1. Введение в линейную акустику. Понятие ультразвукового поля.**

**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.

###### **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.

**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.

## **Модуль 2. Анализ механизмов взаимодействия ультразвуковой волны со средой.**

**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.

Для количественной оценки поглощения и рассеяния вводятся соответствующие сечения взаимодействия.

**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.

### **Модуль 3. Биофизика ультразвуковых эффектов и их применение**

**Биофизика ультразвуковых эффектов.**

**Тепловые механизмы. Кавитация. Радиационное давление, акустические течения.**

**Применение ультразвуковой интроскопии в медицине.**

**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 полутоновой 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.

**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.

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).

### **Модуль 4. Ультразвуковое сканирование. Доплерография.**

**А, В, С – сканирование.**

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.

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

Рассматривается эффект Доплера, понятие разностный (доплеровский) сигнал,

частота которого равна доплеровскому сдвигу. Изучается блок – схема простейшего ультразвукового ДПНИ состоит из передающего преобразователя, соединенного с генератором, который непрерывно излучает ультразвуковой пучок в диапазоне 2-20МГц.

#### 4.3.2. Содержание практических (семинарских) занятий по дисциплине.

Название темы	Содержание темы	Объем (час)
<b>Модуль 1. Введение в линейную акустику. Понятие ультразвукового поля</b>		
<b>Основные соотношения и определения линейной акустики</b>	Простейшие виды бегущих волн. Приближения и модели. Связь параметров акустической волны со свойствами материала. 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.	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.	2
Прием и измерение ультразвука.	Пьезоэлектрические магнитострикционные преобразователи и устройства. Детекторы смещения. Калориметрия. Метод оптической дифракции.	4
<b>Модуль 2. Анализ механизмов взаимодействия ультразвуковой волны со средой</b>		
<b>Затухание и поглощение ультразвуковых волн.</b>	Анализ механизмов затухания и поглощения ультразвуковой волны.	4
<b>Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью</b>	Дается система количественной оценки поглощения и рассеяния через введение понятия сечения взаимодействия.	4
<b>Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.</b>	Необходимо обосновать механизмы измерения коэффициентов затухания УЗ-волны. Дать количественную зависимость коэффициента затухания от температуры, плотности и давления среды.	2
<b>Основы теории рассеяния.</b>	Рассеяние и отражение в случайно- неоднородных средах. Математическое обоснование взаимодействия волны с неоднородностями среды, в результате которого происходит рассеяние.	2
<b>Модуль 3. Биофизика ультразвуковых эффектов и их применение</b>		

Место ультразвука в медицинской визуализации.	Количественные описания при получении и восприятии изображения.	2
<b>Телегистология</b>	Использование характеристик рассеяния на тканях. Частотный и ориентационный анализ.	2
<b>Биофизика ультразвуковых эффектов</b>	Рассматриваются тепловые механизмы. Кавитация. Радиационное давление, акустические течения. И применение ультразвуковой интроскопии в медицине.	2
<b>Модуль 4. Ультразвуковое сканирование. Доплерография.</b>		
<b>А, В, С – сканирование.</b>	Режимы представления эхо-импульсной информации.	2
<b>Допплерография.</b>	Рассматривается эффект Доплера, понятие разностный (доплеровский) сигнал. Изучается блок – схема простейшего ультразвукового ДПНИ.	2

#### 5. Образовательные технологии

При реализации данной дисциплины используются различные виды образовательных технологий, связанных с применением научно-исследовательского оборудования и компьютерных средств, в том числе интерактивных презентаций. В частности, в числе образовательных технологий используются ИКТ технологии, работа в команде, проблемное обучение, контекстное обучение, междисциплинарное обучение и опережающая самостоятельная работа. При этом все обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Дагестанского государственного университета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В части интерактивных технологий, используемых в ходе реализации образовательного модуля, можно выделить кейс-технологии, метод проблемного изложения, мозговой штурм, защита проектов, деловая игра, web 2.0. технологии для дистанционного обучения. В частности, применение Web-технологии обеспечивают доступность информации о результатах научно-образовательной и инновационной деятельности различных вузов и научно-исследовательских групп о последних достижениях в области лагерной медицины, что, в свою очередь, позволяет студентам существенно повысить уровень их дополнительных профессиональных компетенций.

В рамках учебного курса «Физика и техника ультразвуковой интроскопии» предусмотрено проведение встреч и дискуссий с научно-педагогическим коллективом Дагестанского государственного медицинского университета, а так же учеными из других вузов, принимающих участие в научных мероприятиях ДГУ по профилю данной дисциплины.

При демонстрации различных методов исследования биообъектов и методов лазерной медицины планируется активное использование приборного парка ЦКП «Аналитическая спектроскопия», а так же медицинской клиники «ЭОС» и Центра патологоанатомических исследований ДГМУ.

#### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

##### 6.1. Типовые контрольные задания

##### 6.1.1 Перечень вопросов к промежуточному и итоговому контролю:

##### Модуль 1.

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.
5. Магнитострикционные устройства. Детекторы смещения.
6. Калориметрия. Метод оптической дифракции.

#### **Модуль 2.**

1. Затухание и поглощение ультразвуковых волн. Анализ механизмов поглощения ультразвуковой волны.
2. Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью.
3. Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.
4. Отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн.
5. Основы теории рассеяния. Сечение рассеяния.
6. Рассеяние и отражение в случайно-неоднородных средах.
7. Импедиография.

#### **Модуль 3.**

1. Методы акустического контроля и диагностики, их классификация и характеристики.
2. Методы визуализации и исследования.
3. Количественные описания при получении и восприятии изображения.
4. Место ультразвука в медицинской визуализации.
5. Механизмы действия ультразвука на биологические ткани.
6. Механическое действие, тепловое действие, химическое действие.
7. Биологическое действие на клеточном уровне.

#### **Модуль 4.**

1. Виды и технические характеристики медицинской ультразвуковой диагностической аппаратуры.
2. Структурные схемы обнаружителей дефектов.
3. Ультразвуковая интроскопия. Основные виды изображений: ортография, томография, голография, секторное сканирование.
4. Клиника и методы ультразвукового контроля и диагностики различных заболеваний внутренних органов.
5. Критерии и характеристики обнаружения патологий.
6. Методы и технические средства ультразвуковой терапии. Обзор основных технических средств, используемых в акустической хирургии.
7. Клиника ультразвуковой хирургии в различных медицинских дисциплинах. Перспективы развития акустической хирургии.

#### **Перечень вопросов к итоговому контролю:**

1. Ультразвук как физическое явление
2. Ультразвук. Виды ультразвуковых волн
3. Физические характеристики и свойства ультразвука: длина волны, разрешающая способность, интенсивность, давление, волновое сопротивление, скорость распространения УЗ, колебательная скорость.
4. Отражение и преломление УЗ. Коэффициент отражения.
5. Поглощение и глубина проникновения, коэффициент проникновения, ослабление УЗ в биологических тканях.

6. Механизм действия ультразвука на вещество и биологические ткани. Механическое действие, тепловое действие, химическое действие, биологическое действие на клеточном уровне.
7. Получение и прием ультразвука
8. Источники и приёмники ультразвука,
9. Устройства для получения и приёма ультразвука,
10. Факторы и артефакты, определяющие интенсивность принимаемого УЗ сигнала.
11. Ультразвуковая диагностика. Ультразвук в медицине.
12. Методы ультразвуковой диагностики:
13. Эхография,
14. Доплерография,
15. Методы получения изображения,
16. Использование ультразвуковых методов диагностики в практической медицине:
17. Измерение скорости кровотока, ультразвуковая диагностика нарушений мозгового кровообращения.
18. Затухание и поглощение ультразвуковых волн. Анализ механизмов поглощения ультразвуковой волны.
19. Сечение взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью.
20. Измерение коэффициентов затухания и поглощения ультразвуковой волны.
21. Отражение, рассеяние и дифракция ультразвуковых волн.
22. Основы теории рассеяния.
23. Рассеяние и отражение в случайно-неоднородных средах.
24. Импедиография

### 7.2.3. Тематика рефератов и методические указания по их выполнению

1. Методы визуализации акустических полей и их применение в диагностике.
2. Доплеровские приборы непрерывного излучения. Импульсно-доплеровские измерители скорости кровотока
3. Терапевтическое применение ультразвука.
4. Применение ультразвука в хирургии.

### 7.2.4. 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. Для ультразвука частотой 870 кГц коэффициент затухания для печени равен  $0,15 \text{ см}^{-1}$ . Найти толщину печени, соответствующую уменьшению интенсивности ультразвука втрое.
6. Коэффициенты затухания звука в жировой ткани и в мышце на одной частоте соответственно равны  $0,045 \text{ см}^{-1}$  и  $0,16 \text{ см}^{-1}$ . Толщина проникновения 0,012 м. Во сколько

раз изменилась интенсивность звука?

7. Найти скорость распространения звука в костной ткани человека, если величина модуля Юнга составляет 10 ГПа.
8. Определить скорость ультразвука в крови, если коэффициент затухания УЗ в ней  $2,5 \text{ м}^{-1}$ . Измерения проведены при частоте 1 МГц,  $\alpha = 4,5 \text{ МГц}$
9. Найти величину модуля упругости мышечной ткани, если скорость распространения звуковых волн в ней составляет 1490 м/с.

#### • Методические указания к выполнению рефератов

Целью выполнения рефератов по курсу «Физика и техника УЗИ» является проверка знаний студентов по вопросам биофизических и биохимических основ взаимодействия неионизирующего электромагнитного излучения с биологическими объектами, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, умения анализировать и обобщать материалы, раскрывающие связи между теорией и экспериментом, углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Основные задачи выполнения рефератов:

- изучение методов анализа специальной учебной и научной литературы, проблемных статей, статистических данных по конкретной теме;
- анализ, обобщение и систематизация материалов по конкретным вопросам биофизики;
- изучение теоретических вопросов анализа биологических процессов;
- анализ различных областей применения и перспектив использования различных методов лазерной медицины.

Реферат должен, как правило, базироваться на конкретных материалах одного типа лазеров или оптического явления. Выбор темы реферата осуществляется студентом самостоятельно, исходя, прежде всего из возможностей получения необходимых для ее выполнения фактических экспериментальных и теоретических материалов. Тема реферата утверждается лектором данного курса. Студент должен выполнять реферат в соответствии с планом, утвержденным научным руководителем.

План реферата разрабатывается студентом самостоятельно, но при этом он должен учитывать ниже изложенные положения. Структура реферата по дисциплине «», как правило, включает: введение; теоретическую часть; аналитическую часть; практическая часть, посвященная конкретным экспериментальным результатам; заключение; список использованной литературы и приложения.

Во **введении** необходимо охарактеризовать актуальность проблемы, цель и задачи реферата, объект и предмет исследования, методы, используемые при выполнении реферата, ее теоретическую и методологическую основу.

В **теоретической части** реферата раскрывается сущность рассматриваемого физического процесса. Необходимо изучить основные теоретические положения, охарактеризовать на основе обобщения учебной и научной литературы, в т.ч. зарубежных авторов, различные трактовки и классификации исследуемого объекта.

Центральное место в реферате занимает **аналитическая часть**. Целью данной части является всесторонний анализ задач, методов экспериментального и теоретического исследования, основные закономерности. Кроме того, в данном разделе необходимо проанализировать соответствие экспериментальных результатов теоретическим моделям, анализировать погрешности измерений и точность теоретических расчетов. Следует показать собственную позицию в оценке проблемной ситуации и возможностей ее решения. Обязательно нужно делать ссылки на использованную литературу и точки зрения цитируемых авторов.

**Практическая часть** реферата по дисциплине «Физика и техника УЗИ» включает собственные экспериментальные результаты, оценки и расчеты, если эта часть работы запланирована. В данной части могут также рассмотрены схемы экспериментальных установок, методов исследования и теоретического анализа.

В **заключении** реферата, опираясь на цели и задачи, сформулированные во введении, и результаты трех предшествующих частей, нужно сделать выводы по исследуемой проблеме и обобщить предложения, направленные на конкретные рекомендации.

**Список использованной литературы** должен включать действительно использованные в работе источники. При этом библиография составляется в порядке ссылок по тексту. При ссылке в тексте реферата на использованный источник приводится его порядковый номер в общем списке в квадратных скобках.

В **приложении** могут быть включены вспомогательные материалы, использованные в курсовой работе для характеристики объекта исследования, подготовки таблиц, расчета показателей.

**а. 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.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 50% и промежуточного контроля – 50%.

- **Лекции – Текущий 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.**

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

- Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
- Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru>
- Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф>
- Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
- Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
- Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
- Сайт образовательных ресурсов ДГУ <http://edu.icc.dgu.ru>
- Информационные ресурсы научной библиотеки ДГУ <http://elib.dgu.ru>
- <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> – электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
- <http://www.phys.spbu.ru/library/> – электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
- Springer – <http://link.springer.com>
- SCOPUS – <https://www.scopus.com>
- Web of Science – [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)

### 10.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p><i>При написании конспекта лекций необходимо:</i>  кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины;  осуществлять проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь;  обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе;  в случае, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</p>
Практические (семинарские) занятия	<p><i>При подготовке к практическим (семинарским) занятиям необходимо:</i>  проработать рабочую программу, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины;  конспектирование источников;  провести работу с конспектом лекций, подготовить ответы к контрольным вопросам, просмотреть рекомендуемую литературу и др. ;  решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</p>
Реферат	<p><i>При написании реферата необходимо:</i>  ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</p>

	<p><i>Провести поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, привести изложение мнения авторов и своего суждения по теме реферата.</i></p> <p><i>провести поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник. Подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением.</i></p>
<p><i>Подготовка к промежуточному и итоговому контролю</i></p>	<p><i>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</i></p>

**Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:**

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины «Физика и техника ультразвуковой интроскопии».
- 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;
- подготовка к семинарским занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы.

При подготовке к семинарским занятиям рекомендуется представить предлагаемую на семинар тему в виде презентации с использованием специальной программы Microsoft Power Point. Слайды презентации должны состоять из основных моментов, на которые студенту хотелось бы обратить внимание при своем выступлении на семинаре.

**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 учебно-научного назначения (при демонстрации различных методов спектрометрии и фотобиологии);
- пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и самотестирования).
- Работа с презентациями – Microsoft Power Point Работа, с документами – Microsoft Word и др., работа с электронными библиотеками образовательных и научных ресурсов, в том числе с Научной электронной библиотекой eLibrary, работа с WEB-2 технологиями.

**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 посредством демонстрации приборов и оборудования учебно-научного назначения;
- при проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой;
- при изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.