



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»

Кафедра экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Рябчиков В.В.

май 2014 г.

Рабочая программа дисциплины

Код дисциплины БЗ.В.ДВ.7.1

Наименование дисциплины **Ультразвук и его применение в медицине**

Рекомендуется для направлений подготовки

011200.62 **Физика (медицинская физика)**

Степень (квалификация) выпускника **бакалавр**

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 32 от «15» мая 2014 г.
Председатель _____

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 9
От «29» _____ апреля _____ 2014 г.

Зав.кафедрой _____ Раджабов Е.А.

Иркутск 2014 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.	6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	7
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	7
10. Образовательные технологии	7
11. Оценочные средства. (ОС).	8

1. Цели и задачи дисциплины:

Изучить теоретические основы акустики. Сформировать знания в области современных технических методов исследования человеческого организма для диагностики его состояния, а также различных видов терапевтических воздействий на организм с помощью колебаний ультразвукового диапазона частот.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Ультразвук и его применение в медицине» в фундаментальном образовании бакалавров-физиков по профилю медицинская физика может служить связующим звеном между различными естественнонаучными дисциплинами, такими как «Анатомия и физиология», «Патофизиология» и «Биофизика».

Дисциплина знакомит студентов с теоретическими основами акустики. Рассматриваются методы визуализации акустических полей и вопросы применения ультразвука в диагностике и для терапевтических целей. Основные разделы курса посвящены изложению физических основ применения ультразвука в медицине и описание методов визуализации биологических тканей, внутренних органов, движущихся сред и структур в организме человека, а также механизмов биологического действия ультразвука.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

1. Универсальные (общекультурные):

- способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-1);
- способностью анализировать социально-значимые проблемы и процессы, использовать на практике методы естественнонаучных, медико-биологических, и клинических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности (ОК-4);
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать для их решения соответствующий физико-химический и математический аппарат (ОК-10);
- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12).

2. Профессиональные:

- способность и готовность использовать полученные теоретические, методические знания и умения по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим, клиническим и специальным, в том числе биофизическим, дисциплинам в научно-исследовательской, научно-методической, в диагностической и др. видах работ (ПК -1);
- способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области акустических полей и их применения в медицине (ПК-6).

Знания, умения и навыки, формируемые в результате освоения дисциплины

Знать:

- свойства упругих колебаний, законы распространения ультразвуковых колебаний в различных средах, способы получения акустических волн и формирование изображений;
- общие характеристики диагностических и терапевтических методов, основанных на использовании акустических волн.
- принципы работы современных ультразвуковых установок, применяемых в медицине.

мала по сравнению с размерами тела. Длина излучаемой волны велика по сравнению с размерами тела. Излучение звука телом, колеблющимся без изменения объема. Рассеяние звука. Поглощение звука. Скорость распространения звуковых волн.

Тема 4. Действие звуковой волны на жидкость. Интенсивность звукового поля. Критерий интенсивности воздействия звукового поля, критерий линейности процесса. Звуковое давление и акустическая энергия. Определения явления кавитации. Порог развитой кавитации. Виды кавитации. Механизмы физического и химического действия интенсивного ультразвука. О модели схлопывающегося пузырька. Ударные волны при захлопывании кавитационных пузырьков. Резонансно пульсирующие пузырьки. Электрические явления в кавитационных пузырьках. Ультразвуковая люминесценция. Усиление сонолюминесценции. Угнетение сонолюминесценции. Влияние вида газа на интенсивность сонолюминесценции. Тепловые и электрические теории кавитации. Энергетический выход сонолюминесценции

Тема 5. Действие ультразвука на органические соединения. Действие ультразвука на биомакромолекулы. Процессы эмульгирования в ультразвуковом поле. Диспергирование твердых веществ. Действие ультразвука на микроорганизмы, вирусы и бактериофаги. Действие ультразвука на одноклеточные и многоклеточные организмы. Поведение форменных элементов костного мозга. О поведении амёб в поле ультразвука. Последствие ультразвука. Стимуляция и угнетение. Ускорение процессов диффузии. Механизм действия ультразвука на целостный организм. Чувствительность тканей к ультразвуку.

Тема 6. Ультразвуковая интерферометрия биологических жидкостей. Методы измерения скорости и поглощения ультразвука. Анализ интерферометров. Акустические исследования биологических жидкостей. Акустическая томография нелинейных характеристик мягких биологических тканей. Выяснение связи упругих, вязких и нелинейных параметров биотканей с их структурными и функциональными характеристиками. Численное моделирование распространения интенсивных низкочастотных акустических волн в мягких биологических тканях с использованием биспектрального анализа.

Тема 7. Акустические параметры и ультразвуковая визуализация органов и тканей человека и животных. Акустическая анизотропия мышц. Поглощение ультразвука. Отражение. Принцип работы УЗ локатора. Частотная зависимость УЗ отражений. УЗ кардиограммы. Исследования мозга. УЗ изображения. УЗ поглощение крови и отдельных ее составных частей. Поглощение УЗ ядрами клеток.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)
1.	Биология и генетика	Тема 5. Действие ультразвука на органические соединения
2.	Патофизиология	Тема 5. Действие ультразвука на органические соединения Тема 7. Акустические параметры и ультразвуковая визуализация органов и тканей человека и животных

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1	Тема 1	Введение	2					2
2	Тема 2	Основы гидродинамики	3		1		1	5
3	Тема 3	Звуковые волны	3		1		1	5
4	Тема 4	Действие звуковой волны на жидкость	4		1		1	6

5	Тема 5	Действие ультразвука на органические соединения	4		1		1	6
6	Тема 6	Ультразвуковая интерферометрия биологических жидкостей	4		1		1	6
7	Тема 7	Акустические параметры и ультразвуковая визуализация органов и тканей человека и животных	4		1		1	6
	ВСЕГО		24		6		6	36

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Тема 2. Основы гидродинамики	Полная система уравнений акустики	1	решение задач	ОК-1 ОК-4 ОК-10 ОК-12 ПК-1 ПК-2 ПК-6
2	Тема 3. Звуковые волны	Свойства звуковых волн	1	решение задач	
3	Тема 4. Действие звуковой волны на жидкость	Обсуждение механизмов физического и химического действия ультразвука	1	дискуссия	
4	Тема 5. Действие ультразвука на органические соединения	Обсуждение механизмов последствие ультразвука на биологические объекты. Стимуляция и угнетение.	1	дискуссия	
5	Тема 6. Ультразвуковая интерферометрия биологических жидкостей	Численное моделирование распространения интенсивных низкочастотных акустических волн в мягких биологических тканях	1	дискуссия	
6	Тема 7. Акустические параметры и ультразвуковая визуализация органов и тканей человека и животных	УЗ изображения. Атлас УЗ диагностики	1	дискуссия	

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

не предполагается

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие. В 10 т. Т. VI. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. - 736 с.
2. Болотина И.О., Солдатов А.И., Цехановский С.А. Применение ультразвука в медицине: Учебное пособие. - Томск.: Изд-во ТПУ, 2008. - 295с.
3. Брюховецкий Ю. А. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Ю. А. Брюховецкий. – М. : Видар-М, 2006. – 698 с.
4. Акопян В.Б., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. – М.: МГТУ. 2005. – 224 с.
5. Балдаев Р., Раджендран В. Паланичами П. Применение ультразвука. – М.: Техосфера. 2006. – 575 с.
6. Акустика в задачах. Учеб. рук-во. / Под ред. С.Н.Гурбатова и О.В.Руденко. М.: Наука, 1996. - 336 с.

б) дополнительная литература:

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: Учебник для медицинских специальностей ВУЗов. – М.: Высшая школа. 1999. – 608 с.
2. Ильич Г. К. Медицинская и биологическая физика. Колебания и волны, акустика, гемодинамика : учеб. пособие / Г. К. Ильич. – М.: МГМИ, 2000. – 91 с
3. Руденко О.В. Нелинейные волны: некоторые биомедицинские приложения. Успехи физических наук. 2007. т.177. №4. С. 374-383.

в) программное обеспечение пакеты MSOFFICE

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Интернет-источники:

www.sonoworld.com – это глобальный источник знаний по ультразвуковой диагностике.

<http://www.sono.nino.ru> - ультразвуковая диагностика, атлас ультразвуковой диагностики, документация, методические рекомендации, статьи.

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Лекции проводятся в аудитории, оснащенной персональным компьютером и проектором.

10. Образовательные технологии:

В программе определена четкая последовательность изучения учебного материала. Предусмотрено использование современных образовательных технологий: информационные (лекции и презентации в PowerPoint), проектные (мультимедиа, документальное видео).

Реализуются следующие формы учебной деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **семинарские занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;

- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на практических занятиях при дискуссии и выполнении тестов по пройденным темам.

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы биофизики и биохимии, анатомии и физиологии и уметь пользоваться компьютером.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль осуществляется по результатам решения задач и ответов на дополнительные вопросы по каждому разделу.

Примерный список задач по пройденным темам:

1. Найти акустическое значение давления в ткани организма на глубине 2 см при облучении её ультразвуком интенсивностью 2 Вт/см^2 . Коэффициент поглощения ткани считать равным $0,19 \text{ см}^{-1}$, а её плотность $1,06 \text{ г/см}^3$, скорость распространения звука $v=15,5 \text{ см/с}$.
2. Определите коэффициент проникновения на границе раздела воздух - кожа. Скорость распространения УЗ-волны в воздухе равна $343,1 \text{ м/с}$, в коже - 1610 м/с , плотность воздуха - $1,205 \text{ кг/м}^3$, плотность кожи - 1250 кг/м^3 .
3. Определите звуковое давление в крови при распространении ультразвуковой волны с частотой 1 МГц и интенсивностью 10 Вт/см^2 . Скорость распространения УЗ-волны в крови 1590 м/с , плотность крови $\rho=1050 \text{ кг/м}^3$.
4. Определите амплитуду, скорость и ускорение колеблющихся частиц жидкой среды (кровь) под действием УЗ-волны интенсивностью 10 Вт/см^2 и частотой 1 МГц. Плотность крови $\rho=1050 \text{ кг/м}^3$. Сравните ускорение колеблющихся частиц крови с ускорением свободного падения. Сделайте вывод о средней кинетической энергии частиц среды.
5. В нормальных условиях скорость потока крови в аорте приблизительно равна $0,28 \text{ м/с}$. Вдоль потока направляются ультразвуковые волны с частотой 4,20 МГц. Эти волны отражаются от красных кровяных телец. Какова будет частота наблюдаемых при этом биений? Считайте, что скорость этих волн равна $1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$.
6. Эффект Доплера для ультразвуковых волн на частоте 1,8 МГц используется для контроля частоты сердцебиений зародыша. Наблюдаемая частота биений (максимальная) равна 600 Гц. Считая, что скорость распространения звука в ткани равна $1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$, вычислите максимальную скорость поверхности бьющегося сердца.

Примерный список вопросов для самоконтроля:

1. Какова физическая природа ультразвука (УЗ). Его основные физические характеристики.
2. Механическое и тепловое действие УЗ на вещество.
3. Закон ослабления интенсивности ультразвуковой волны при прохождении через вещество. График.
4. Отражение УЗ от границы раздела двух сред с разными плотностями. Физический смысл коэффициента отражения. Формула для расчета коэффициента отражения через параметры сред.
5. В чём состоит идея УЗ эхолокации? Как в эхолокации используются свойства отражения и ослабления УЗ волны? Как эхолокация используется в медицине?
6. Что такое предел разрешения УЗ эхолокатора?
7. В чём состоит суть эффекта Доплера? Что такое сдвиг частоты, от чего зависит его величина и в каких случаях он меняет знак? Как используется эффект Доплера в медицине?

11.3. Оценочные средства для зачета

Примерный список вопросов к зачету:

Разработчики:


(подпись)

ст. преподаватель
(занимаемая должность)

В.А. Семибратова
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры экспериментальной физики
(наименование)

«_29_» __апреля__ 2014 г.

Протокол № __9__ Зав.кафедрой



Раджабов Е.А