

## **Работа Ф8. Ультразвуковой Б-скан (B-scan (Brightness))**

### ***Цель:***

Исследование тестового образца с помощью ультразвукового эхоскопа в режиме Б-скана. Определение характеристик: зона фокуса, разрешающая способность и артефакты.

### **Замечания по технике безопасности**

- Прибор питается от сети 220 В
- Не закрывать отверстия и щели на приборе, служащие для вентиляции
- Не засовывать предметы во внутрь прибора, что может привести к короткому замыканию.
- Перед использованием ультразвукового датчика убедиться в его целостности. Заменить поврежденные датчики.
- Отключать датчики только за разъем. Не тянуть за провод!
- Пиковое напряжение на разъеме датчика может достигать 300 В. Не прикасаться к разъемам во время работы!
- Не использовать приборы на людях и других предметах, кроме тестовых образцов.

### ***Экспериментальная установка:***

- Ультразвуковой эхоскоп GS200 (см. рисунок 1);
- Ультразвуковой датчик 1 МГц (см. рисунок 1,2);
- Ультразвуковой датчик 2 МГц (см. рисунок 1,2);
- Образец для исследования (блок с отверстиями, см. рисунок 1,3);
- Гель для ультразвука;
- Линейка.

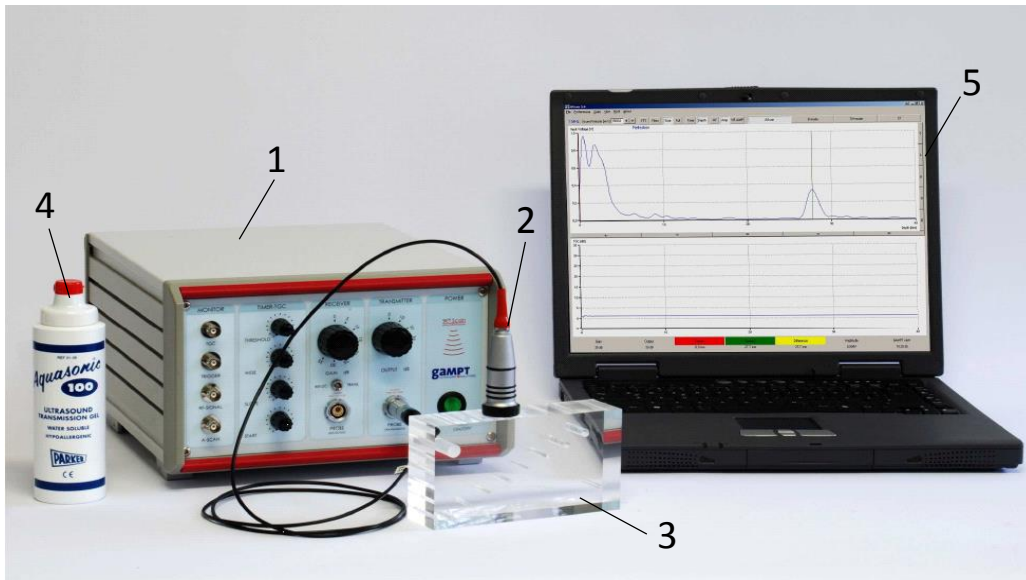
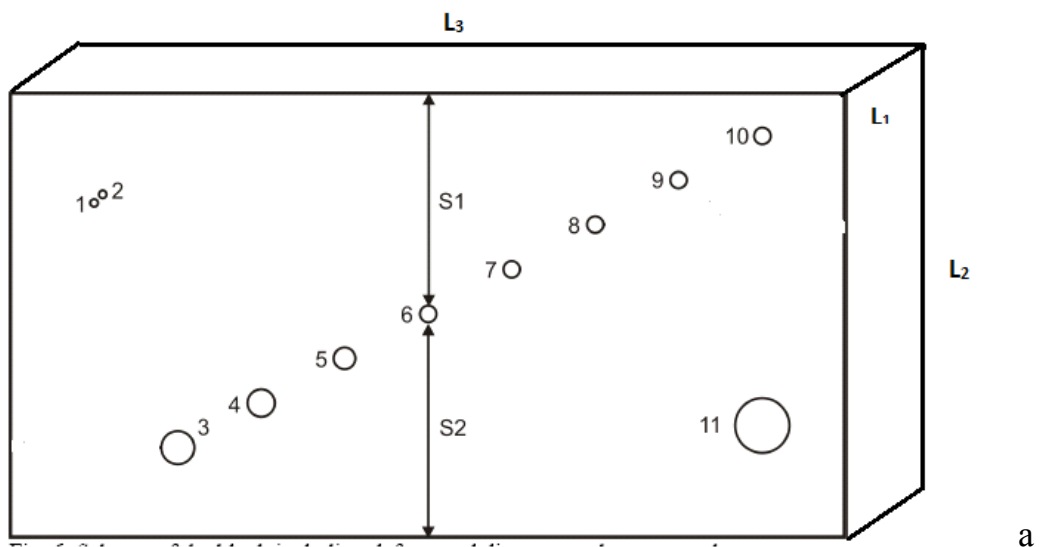


Рисунок 1. Лабораторная установка для изучения ультразвуковой эхографии: 1 - ультразвуковой эхоскоп GS-200, 2 – ультразвуковой датчик (синий – 1 МГц, красный – 2 МГц, зеленый – 4 МГц), 3 - образец для исследования, 4 - гель для ультразвука, 5 – ноутбук.



Рисунок 2. Ультразвуковые датчики на 1 (синий) и 2 МГц(красный).





б

Рисунок 3. Макетные образцы для исследования: а-тестовый блок из полиакрила, б-макет молочной железы

#### **Задачи:**

- Измерить с помощью линейки основные размеры тестового блока. По времени появления эха вычислить скорость звука.
- Записать Б-сканы с датчиками различной частоты.
- Определить размеры отверстий в блоке.
- Охарактеризовать полученные данные с точки зрения разрешения и артефактов.
- Получить изображение анатомических структур в модели молочной железы

#### **Выполнение работы:**

##### **Подготовительные работы:**

- Настройка и подключение
  - подсоединить эхоскоп GS-200 к компьютеру;
  - подключить датчик 1 МГц (синий) в разъем «Probe1» и датчик 2 МГц (красный) в разъем «Probe2» (см. рисунок 4). При этом выставить режим работы передатчика и приемника «Transmitter/Receiver - Mode»: 1|1 (reflection) – отражение;

- включить программу «GS- EchoView» на рабочем столе;
- в окне «A-mode» (см. рисунок 5) во вкладке «params» выставить «begin» – 0 и «end» – 100;
- добиться формы сигнала TGC, как показано на рисунках 5-6 (настроить временное усиление), с помощью ручек 7-10 блока С (рис. 4) при положениях переключателей блока передатчика и приемника эхоскопа GS200 «Receiver/Transmitter» (блок В, переключатели 3 и 5, рис. 4): «Gain» – 10, «Output» – 10. При необходимости настройка величины сигнала происходит путем изменения «Gain» и «Output» в зависимости от образца (макета).

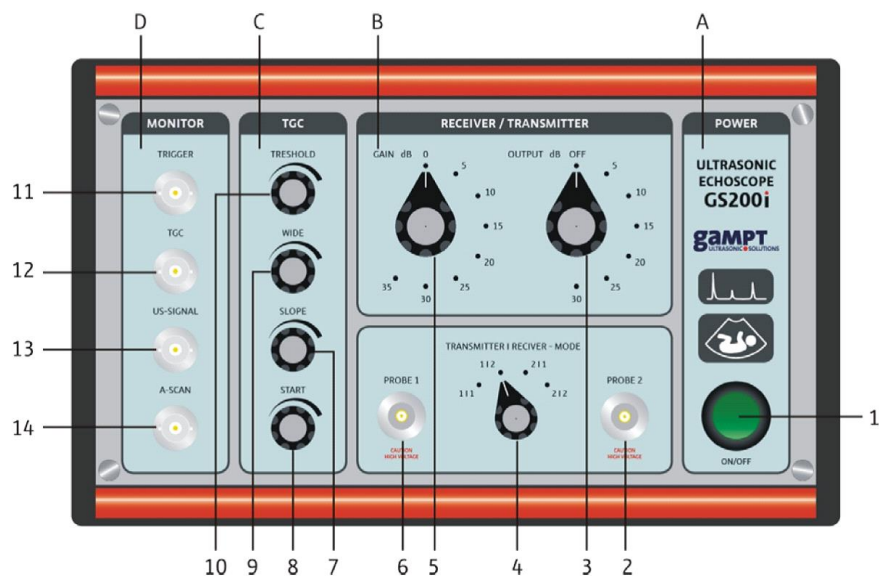


Рисунок 4. Передняя панель эхоскопа GS200

*A – Источник питания*

- Вкл/выкл.

*B – Блок передатчика и приемника*

- Разъем датчика 2
- Переключатель уровня выходного сигнала передатчика
- Переключатель режимов прием/передача
- Переключатель уровня усиления приемника
- Разъем датчика 1

*C – Блок усиления по времени*

- Переключатель наклона
- Переключатель стартовой точки
- Переключатель ширины временного интервала усиления

- Переключатель уровня усиления

*D – Блок разъемов для подключения осциллографа*

- Сигнал триггера
- Сигнал временного усиления
- Ультразвуковой сигнал
- Сигнал эха

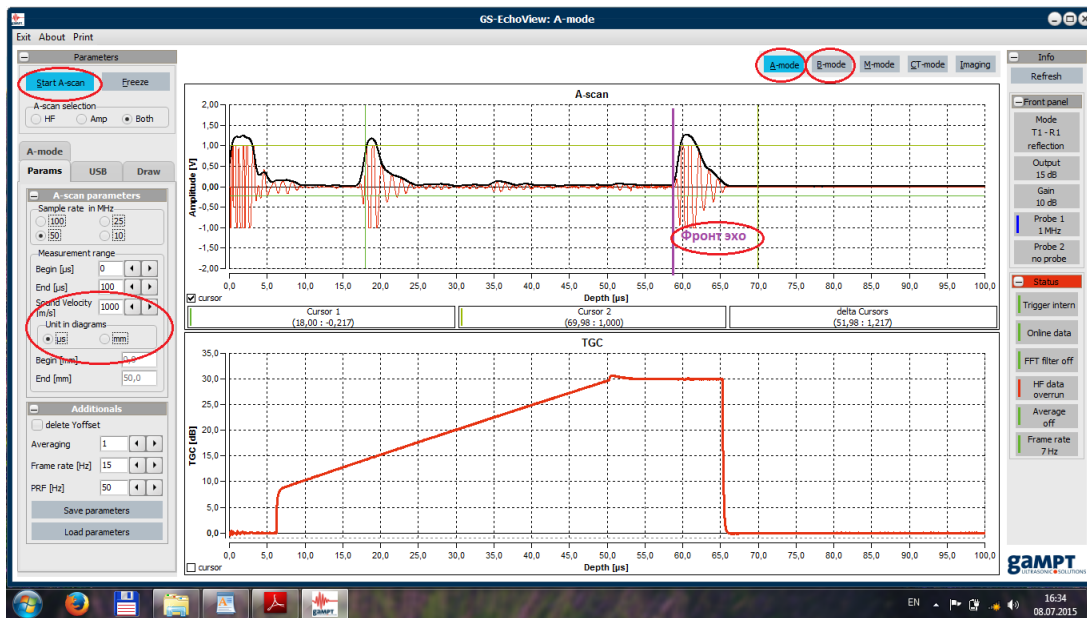


Рисунок 5. Главное окно программы GS-Echoview.

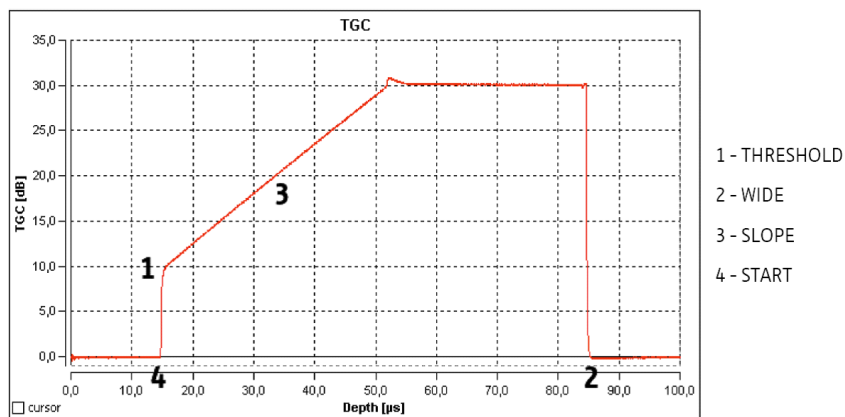


Рисунок 6. Схема управления временным усилением (TGC)

### *Проведение эксперимента:*

**Упражнение 1. Получение изображения В-скана внутренней структуры тестового блока из полиакриламида**

1. Измерение длины образца линейкой

- с помощью линейки измерить основные размеры ( $L_1$  и  $L_2$ ) тестового блока (рис. 3). Данные занести в таблицу 1.
2. Измерение времени возникновения эха от сторон блока известной длины для дальнейшего вычисления скорости звука:

- поместить небольшое количество геля для ультразвука на блок с той стороны, с которой планируется измерение (для измерения  $L_1$  или  $L_2$ );
- поместить датчик на измеряемую сторону с гелем;
- во вкладке «params»-«measurements length» выставить галочку «us»(это измерение времени (в микросекундах) появления эха);
- Запустить измерения кнопкой «Start A-scan»;
- с помощью курсора мыши определить время появления эха от обратной стороны блока по началу появления эха (данное эхо не исчезает при перемещении датчика. В случае измерения по размеру блока  $L_1$  - первое эхо, которое не исчезает при перемещении датчика.) (см. рисунок 5).
- повторить для другой грани (размера) тестового образца.
- данные занести в таблицу 1.


3. Вычисление скорости звука с учетом толщины защитного слоя датчика:

- Вычислить скорость звука с учетом защитного слоя датчика, переводя единицы измерения из «миллиметров» в «метры» и «микросекунды» в «секунды», по формуле:

$$c = \frac{2(L_1 - L_2)}{t_{L_1} - t_{L_2}}, \quad (1)$$

где  $c$ - скорость звука,  $L_1$  – первый размер (высота) блока,  $L_2$ - второй размер (глубина) блока,  $t_{L_1}$ - время до появления эха от границы первого размера;  $t_{L_2}$ - время до появления эха от границы второго размера.

- данные занести в таблицу 2.
  - во вкладке «params»-«measurements length» выставить «sound velocity» полученное значение скорости звука (в единицах м/с) и галочку «mm» (это измерение расстояния до объекта от которого отразилась УЗ волна).
4. Далее, следуя указаниям, получить изображения с помощью датчиков двух частот 1 (синий) и 2 МГц (красный) (см. рис. 2):
- поместить небольшое количество геля для ультразвука на блок с той стороны с которой планируется измерение;
  - равномерно распределить гель по всей стороне блока;
  - поместить датчик 1 (синий) на измеряемую сторону;
  - Во вкладке «B-mode» нажать «Start B-scan»

- плавным движением равномерно провести датчиком по всей стороне тестового блока для получения изображения отверстий в блоке (см. рис. 7). Повторить до получения удовлетворительного изображения.
- Нажать «Stop». Сохранить изображение, нажав на значок .

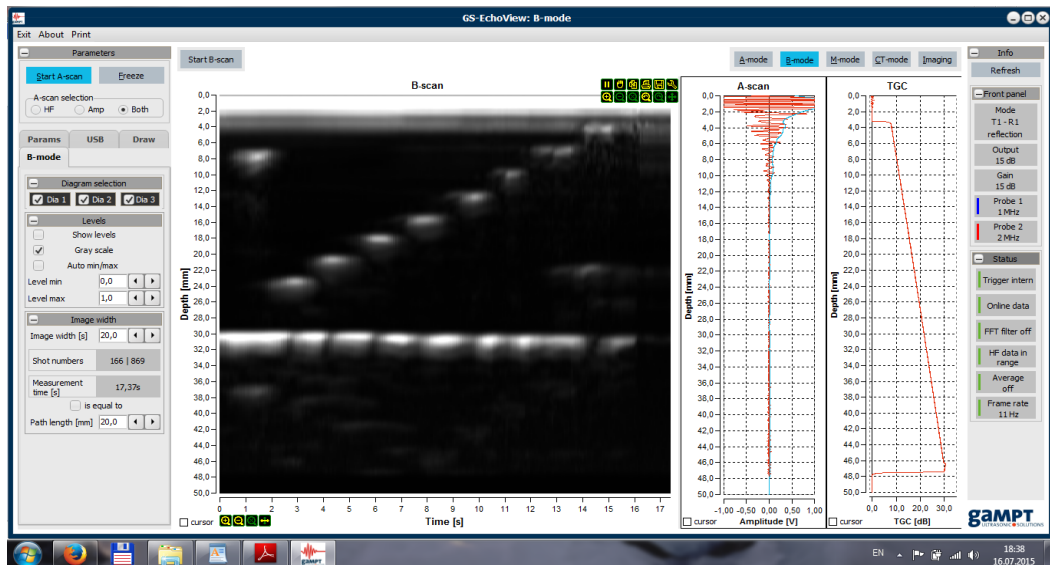


Рисунок.7 Изображение B-scan, полученное с помощью датчика 1 МГц

- Сменить режим переключателем 4 (см. рисунок 4) «Mode» на 2|2 и повторить вышеизложенное для датчика 2 МГц (красный).
- После измерения протереть датчик и тестовый образец салфеткой.

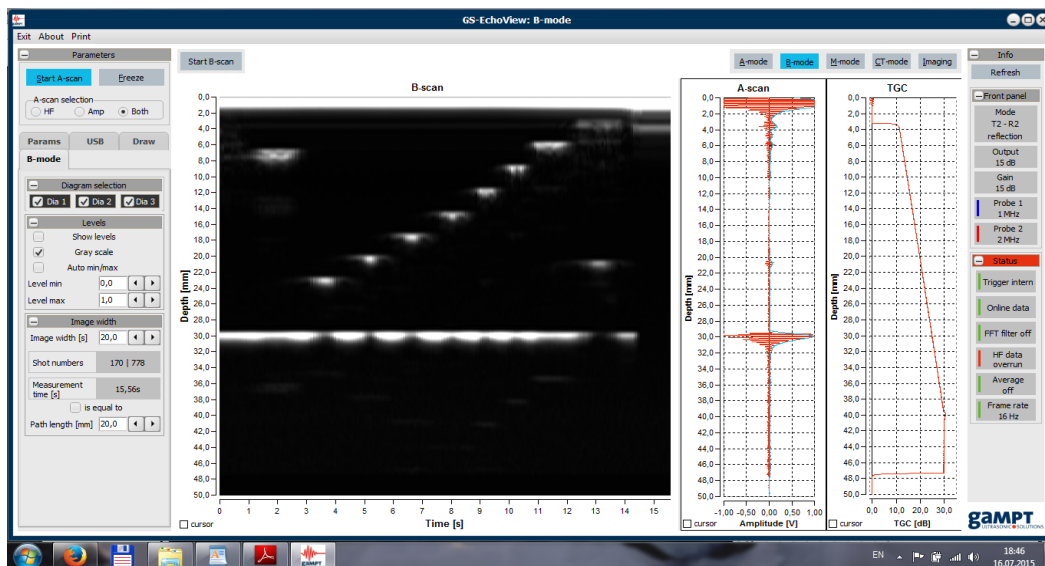


Рисунок. 8. Изображение B-scan, полученное с помощью датчика 2 МГц

5. Описать полученные изображения с точки зрения разрешения, артефактов изображения (лишних «пятен»).

6. Вычисление фокусной зоны

- Рассчитать фокусное расстояние  $x$  для двух датчиков, используя формулы:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad x = \frac{R^2}{\lambda} \quad (2)$$

где  $R$  – радиус датчика,  $\lambda$  –длина волны,  $c$  –скорость звука,  $f$  –частота ультразвука (1 МГц для синего датчика и 2 МГц для красного).

- Определить номер отверстия, находящегося на фокусном расстоянии для различных частот.

7. Оценить разрешающую способность датчика по полученным изображениям

8. Оформление результатов

- оформить результаты в виде таблиц 1-3.

Таблица 1. Основные размеры блока и время появления эха

	Размер (мм)	Время возникновения эха (мкс)
$L_1$		
$L_2$		

Таблица 2. Скорость звука в тестовом образце с учетом защитного слоя

Измерения	Скорость звука, м/с
$L_2-L_1$	

Таблица 3. Расстояния, измеренные по изображениям В-scan и линейкой. Серым закрашено отверстие, не измеряемое датчиком 1 МГц.

Отверст.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Глубина, 1 МГц, мм											
Глубина, 2 МГц, мм											
Линейка											

**Упражнение 2. Определние положения анатомических структур в модели молочной железы человека**

1. Путем пальпации определите местонахождение уплотнений в модели молочной железы
2. Нанесите гель для ультразвука в области местонахождения уплотнения



3. Аналогично получению изображения в упражнении 1 запишите В-скан области уплотнения (см. рис 9.) с помощью датчика 1 и 2 МГц (по отдельности). При необходимости произведите подстройку «TGC» (см. рис 9.).
4. Сделайте выводы о влиянии частоты датчика на получаемые изображения

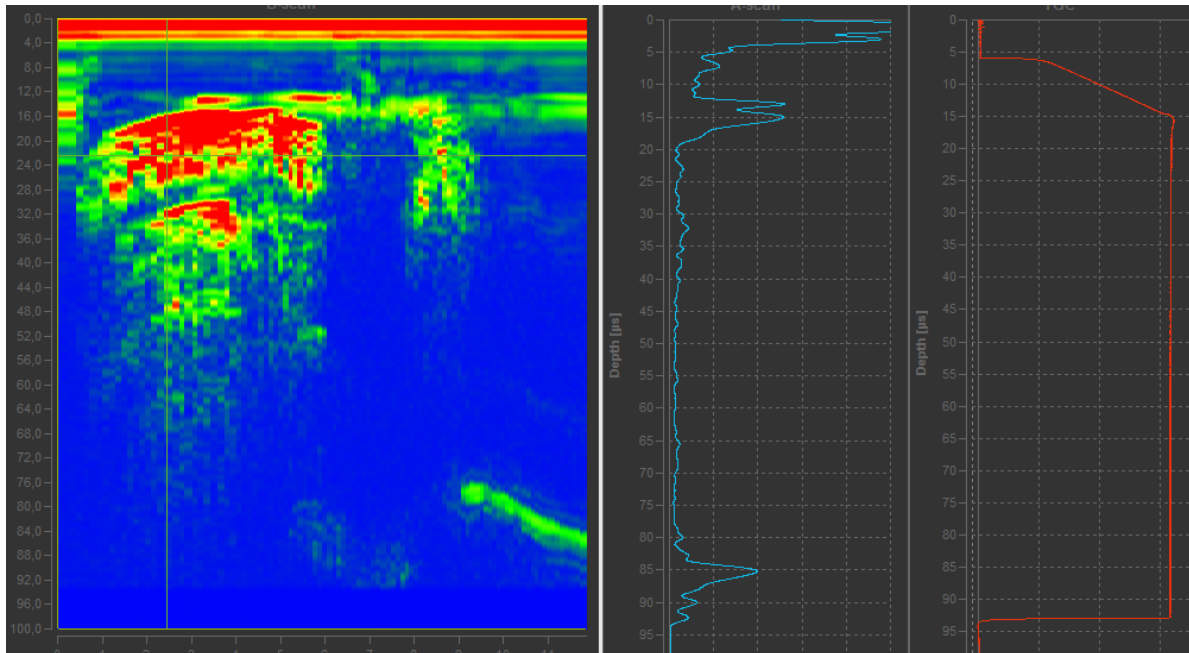


Рисунок 9. Характерное изображение В-скана уплотнения вблизи соска модели молочной железы. Также представлены для примера окна А-скана и настройка TGC.

### Контрольные вопросы:

1. Упругие волны. Волновые уравнения. Скорость упругих волн. Звуковые волны
2. Акустическое сопротивление. Ультразвук.
3. Устройство ультразвукового датчика. Пьезоэлектрический эффект.
4. Методики ультразвукового исследования. А-режим. В-режим. М-режим.

### Список рекомендуемой литературы:

1. Звук и ультразвук в учебных исследованиях, Майер, Валерий Вильгельмович;Вараксина, Екатерина Ивановна, 2011г.
2. Применение ультразвука в стоматологии, Нестеров, Олег Викторович;Фролова, Лола Бахрамовна, 2013г.
3. Волновые процессы. Основные законы, Иродов, Игорь Евгеньевич, 2013г.
4. Змитрович, О.А. Ультразвуковая диагностика в цифрах [Электронный ресурс] : . Электрон. дан. СПб. : СпецЛит, 2014. 88 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60112](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60112)
5. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие Т. 3.Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс] : учебник. Электрон. дан. М. : Физматлит, 2009. ? 664 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2239](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2239) 7.2.
6. Ультразвуковая диагностика заболеваний мелких домашних животных, Маннион, Пэдди;Фрейм, Майри;Редроб, Шерон, 2008г.
7. Майер, В.В. Физика упругих волн в учебных исследованиях [Электронный ресурс] : / В.В. Майер, Е.И. Вараксина. Электрон. дан. М. : Физматлит, 2007. 326 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59468](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59468)

8. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. – 263 с.
9. Савельев И.В. Курс физики. Том 1. Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1989. – 351 с.
10. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 1. Механика. – М.: Физматлит, 2005. – 560 с.