

Работа М1. Ультразвуковой ТМ (time-motion)-скан

Цель:

- Исследование движения стенки модели сердца с помощью ТМ-режима ультразвукового сканера. Определение частоты и объема сердечных сокращений.

Замечания по технике безопасности

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

Экспериментальная установка:

1. Ультразвуковой эхоскоп GS-200 (см. рисунок 1);
2. Ультразвуковой датчик 4 МГц;
3. Образец для исследования (модель сердца, см. рисунок 1-2);
4. Гель для ультразвука;

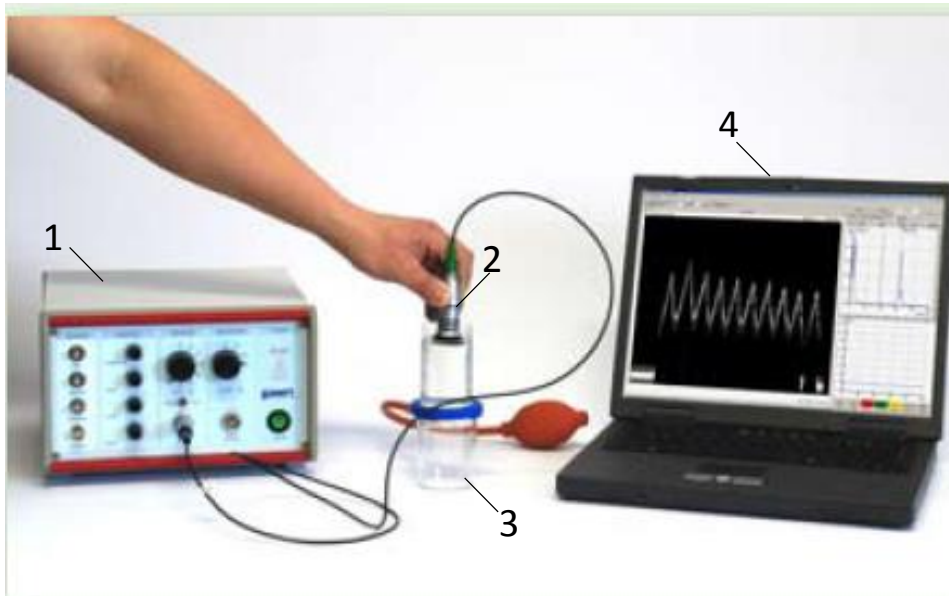


Рисунок 1. Лабораторная установка для изучения ультразвуковой эхокардиографии: 1 - ультразвуковой эхоскоп GS-200, 2 – ультразвуковой датчик (синий – 1 МГц, красный – 2 МГц, зеленый – 4 МГц), 3 - образец для исследования (модель сердца), 4 – ноутбук.



- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 | lower container with tubing adapter |
| 2 | upper container with lid |
| 3 | rubber pressure ball with tubing |
| 4 | membrane |
| 5 | locking ring |

Рисунок 2. Модель сердца (1-нижний контейнер с переходником, 2- верхний бачок, 3- резиновая помпа, 4- мембрана, 5- уплотнительное кольцо)

Задачи:

1. Записать временную диаграмму движения стенки модели сердца
2. Определить основные параметры сердечных сокращений

Выполнение работы:

Подготовительные работы:

1. Настройка и подсоединение
 - подсоединить эхоскоп GS200 к компьютеру;

- подключить датчик 4 МГц (зеленый) в разъем «Probe1» (см. рисунок 3). При этом выставить режим работы передатчика и приемника «Transmitter/Receiver - Mode»: 1|1 (reflection) – отражение;
- включить программу «GS- EchoView» на рабочем столе компьютера;
- в окне «A-mode» (см. рисунок 4) во вкладке «params» выставить «begin» – 0 и «end» – 100;
- выставить все регуляторы временного усиления TGC (блок С, рис. 3) на ноль, выкрутив ручки контроля TGC на блоке управления до упора влево;
- Установить переключатели 3 и 5 блока передатчика и приемника эхоскопа GS200 «Receiver/Transmitter» (блок В, рис. 4): «Gain» – 20, «Output» – 20.

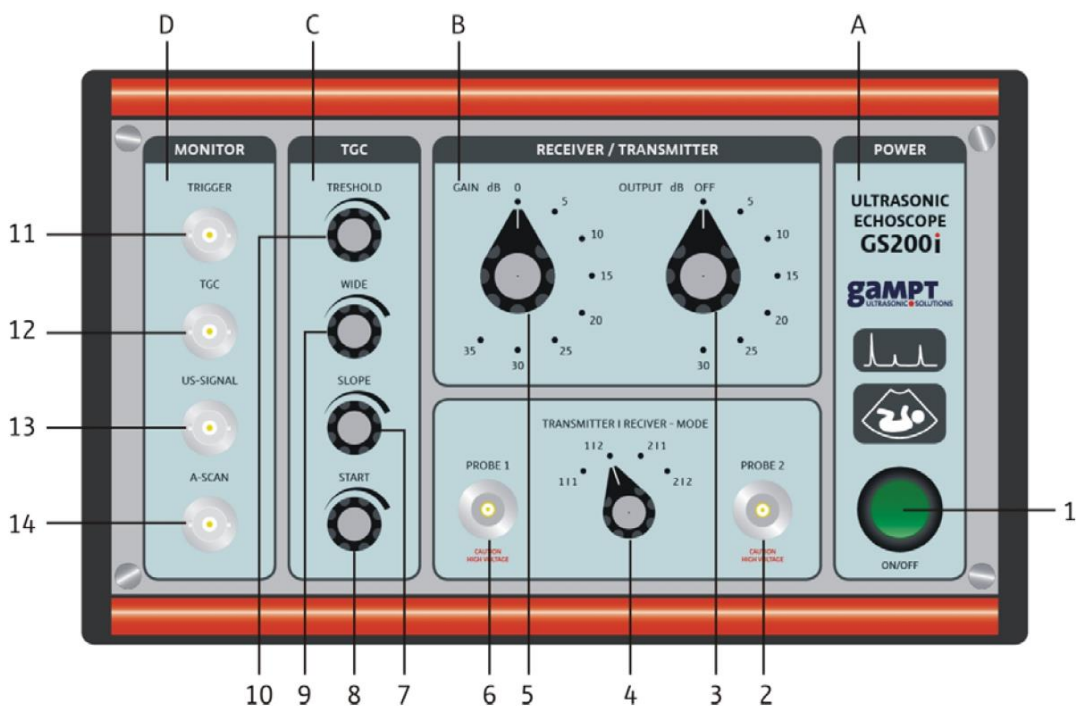


Рисунок 3. Передняя панель эхоскопа GS200

A – Источник питания

(15) Вкл/выкл.

B – Блок передатчика и приемника

(16) Разъем датчика 2

(17) Переключатель уровня выходного сигнала передатчика

(18) Переключатель режимов прием/передача

(19) Переключатель уровня усиления приемника

(20) Разъем датчика 1

C – Блок усиления по времени

(21) Переключатель наклона

(22) Переключатель стартовой точки

(23) Переключатель ширины временного интервала усиления

(24) Переключатель уровня усиления

D – Блок разъемов для подключения осциллографа

(25) Сигнал триггера

(26) Сигнал временного усиления

(27) Ультразвуковой сигнал

(28) Сигнал эха

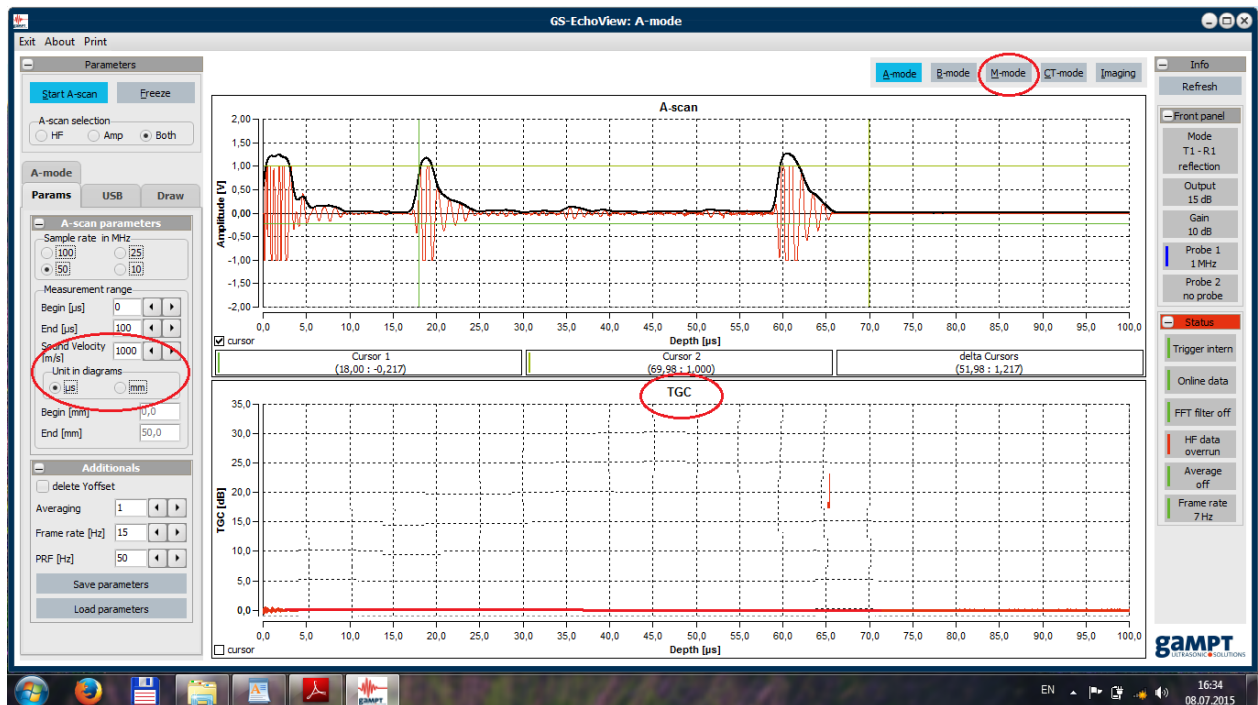



Рисунок 4. Главное окно программы GS-Echoview.

Проведение эксперимента:

1. Заполнить верхний бачок модели сердца дистиллированной водой до 2-3 см сверху верхнего края;
2. Ввести во вкладке «Params» скорость звука («Sound velocity») в воде 1480 м/с и поставить галочку «Depth» в «мм».
3. Перейти в режим М, кнопкой «M-mode»

4. Зафиксировав датчик, поместить датчик в воду не выше верхнего края черного наконечника датчика. При этом центр датчика должен быть по центру модели сердца;
5. Запустить измерения в режиме М, кнопкой «Start M-scan».
6. Сжимая периодически грушу на модели записать несколько сокращений при быстром и медленном сжатии груши модели сердца (см. рис. 5)
7. Сохранить изображение, нажав на значок .

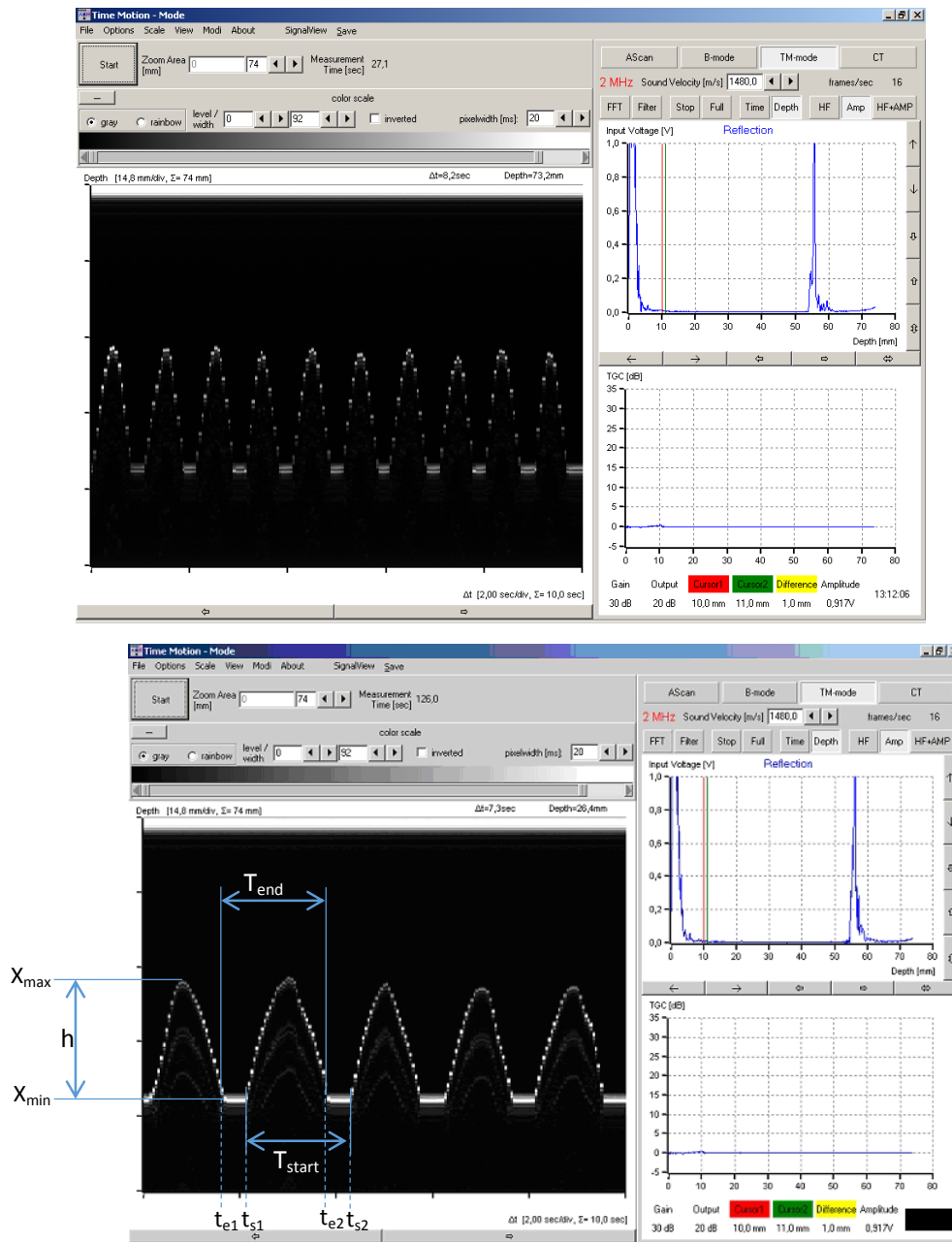


Рис. 5. Рабочее окно в режиме М-scan. Характерные изображения при быстром (вверху) и медленном (внизу) темпе сердечных сокращений.

8. Вычислить сердечный выброс и частоту сердечных сокращений, используя следующие формулы.

Определить период сердечных сокращений по началу (T_{start}) и концу (T_{end}) сердечных импульсов для пяти (в случае медленных сокращений) или десяти (в случае быстрых сокращений) импульсов (см. рис. 5):

$$T_{start} = t_{s2} - t_{s1} \quad (1)$$

$$T_{end} = t_{e2} - t_{e1} \quad (2)$$

Результаты внести в таблицу 1 (для медленных сокращений) или в таблицу 2 (для быстрых сокращений), рассчитать средние значения $T_{start}^{среднее}$ и $T_{end}^{среднее}$.

Найти средний период сердечных сокращений T по формуле:

$$T = \frac{T_{start}^{среднее} + T_{end}^{среднее}}{2} \quad (3)$$

Вычислить частоту сердечных сокращений (ЧСС) f :

$$\text{ЧСС} = f = 1/T \quad (4)$$

Рассчитать для каждого импульса конечный систолический диаметр (КСД) – это расстояние между самым высоким (X_{max} , мм) и самым низким положениями мембраны (X_{min} – «нулевое» положение, мм) (см. рис. 5):

$$\text{КСД} = h = X_{max} - X_{min} \quad (5)$$

Вычислить среднее значение $h^{среднее}$.

Если предположить, что мембрана деформируется коническим образом, вытесненный объем будет:

$$V = \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot h, \quad (6)$$

где диаметр мембраны модели $D = 45$ мм.

Принимая конечный диастолический объем (КДО) равным нулю, поскольку мембрана плоская, сердечный выброс можно вычислить по формуле:

$$Q = V \cdot f \quad (7),$$

где V - конечный систолический объем, f – частота сердечных сокращений.

9. Результаты занести в таблицы 1-3

Таблица 1. Параметры ТМ изображения при медленных сокращениях

№ сокращ.	1	2	3	4	5	Среднее
Измерения						
t_s, c						
t_e, c						
$X_{max}, мм$						
$X_{min}, мм$						
Расчет						
T_{start}, c						
T_{end}, c						
$h (КСД), мм$						

Таблица 2. Параметры ТМ изображения при быстрых сокращениях

№ сокращ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
Измерения											
t_s, c											
t_e, c											
$X_{max}, мм$											
$X_{min}, мм$											
Расчет											
T_{start}, c											
T_{end}, c											
$h (КСД), мм$											

Таблица 3. Сводные параметры ТМ изображений

	Медленные сокращения	Быстрые сокращения
Период сердечных сокращений T , с		
Частота сердечных сокращений (ЧСС) f , Гц		
Конечный систолический диаметр $h^{\text{среднее}}$ (КСД), мм		
Конечный систолический объем (КСО), мл*		
Объем сердечного выброса Q , мл/с		

*! При вычислениях обратите внимание на единицы измерения h и D ($1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$).

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
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 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
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.